



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie Appliquée

THEME

Réalisation d'une boisson à partir d'*Arthrospira platensis* et d'*Ulva lactuca*

Réalisé par :

BENOKBA Fatima

BOUHOUIA Amina

Soutenu le 08/07/2024 devant le jury composé de :

Président	M. KOUACHE Benmoussa	MCA	UDBKM
Promoteur	Mme ZAOUADI Nesrine	MCA	UDBKM
Copromoteur	Mme BENSMAILA Sarra	MCA	UDBKM
Examinatrice	Mme MOSTEFA Sari Fouzia	MCA	UDBKM
Responsable du CATI	M. KERRACI Abdelkader	MCA	UDBKM
Responsable de l'Incubateur	M. FERAOUN M'hammed	MCA	UDBKM

Remerciements

Avant tout, nous exprimons notre gratitude à Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la force et le courage pour mener à bien ce travail.

Nous tenons également à remercier sincèrement tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, en particulier notre superviseure, Dr. N. Zaouadi , pour sa direction précieuse, son soutien, sa patience et sa gentillesse, qui ont grandement aidé à mener à bien ce projet.

Nous exprimons également notre profonde gratitude aux membres du jury d'évaluation pour avoir accepté d'évaluer notre mémoire .

Enfin, nous ne saurions oublier le soutien constant et le soutien de nos familles tout au long de cette démarche.

Merci infiniment à tous.

Dédicace

Je voudrais dédier ce modeste travail avec tout mon amour à tous mes êtres chers :

À mes chers parents, aucun hommage ne pourrait exprimer mes sentiments et mon appréciation éternelle pour tous les efforts et sacrifices que vous n'avez cessé de faire pour mon éducation, mes études et mon bien-être.

À la lumière de mes yeux, au bonheur de ma vie et à la raison de mon existence, ma chère mère Hamida, sans qui je ne serais pas ici aujourd'hui, qui a œuvré pour mon succès, avec son amour et son soutien, tous les sacrifices qu'elle a faits, ses précieux conseils, son aide et sa présence dans ma vie.

À mon cher père Bachir, qui m'a appris la signification de la persévérance tout au long de mes études, merci pour ta patience et ton soutien moral et financier.

Que Dieu vous protège et prolonge vos vies, et que les succès soient toujours à ma portée pour vous rendre heureux.

À ma chère professeure, docteure N. Zaouadi.

À ceux dans les yeux desquels je vois l'espoir, à ceux parmi lesquels j'ai grandi, mes frères : Oussama, Ibrahim, Mohamed, et ma petite sœur Ritadj, merci pour votre soutien, que Dieu vous protège.

À mon mari Abdelhak, merci pour ton soutien et ton aide.

À toutes mes chères amies, à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin.

Amina

Dédicace

Je souhaite dédier humblement ce travail à mes proches, avec tout mon amour :

À mes chers parents, aucun hommage ne saurait exprimer pleinement mes sentiments et ma gratitude éternelle pour les efforts et les sacrifices constants dédiés à mon éducation, mes études et mon bien-être.

À ma mère, lumière de mes yeux, bonheur de ma vie et raison de mon existence. Sans toi, je ne serais pas ici aujourd'hui. Ta dévotion à mon succès, ton amour inconditionnel, tes sacrifices, tes conseils précieux, ton aide et ta présence ont été inestimables.

À mon père bien-aimé, qui m'a enseigné la valeur de la persévérance tout au long de mon parcours éducatif. Merci pour ta patience, ton soutien moral et financier.

Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie. Que mes réussites futures continuent à vous apporter du bonheur.

À ma chère professeure, Dr N. Zaouadi.

À ma sœur adorée, Nesrine, merci pour ton soutien indéfectible.

À toutes mes chères amies et à tous ceux qui m'ont apporté leur aide de près ou de loin.

Fatima

Résumé

Cette étude visait à développer une boisson végétale fonctionnelle combinant la spiruline, l'*Ulva lactuca*, les feuilles de moringa, les pousses de brocoli et le citron (*Citrus limon*) comme principaux ingrédients, constituant ainsi une excellente alternative aux boissons manufacturées qui causent l'obésité et l'augmentation des niveaux de sucre. Compte tenu de la tendance croissante à consommer des boissons naturelles sans additifs artificiels, l'étude s'est concentrée sur la création d'une boisson saine et nutritive. L'étude comprenait une série d'analyses physico-chimiques incluant la mesure de l'humidité, des cendres, de l'acidité, du pH, du sucre total, des protéines et des graisses, afin de déterminer les caractéristiques chimiques et physiques de la boisson. Des analyses microbiologiques ont également été effectuées pour évaluer la sécurité et la qualité du produit en examinant les échantillons pour garantir l'absence de contaminants nocifs. En outre, l'effet antioxydant a été testé en utilisant la méthode DPPH qui mesure la capacité des composés à neutraliser les radicaux libres, ce qui renforce la valeur santé de la boisson. De plus, une évaluation sensorielle de la qualité de la boisson, incluant le goût, l'odeur, la couleur et la texture, a été réalisée pour assurer l'acceptation des consommateurs. Les résultats de l'étude ont montré que la boisson bénéficie d'une qualité élevée et de bienfaits nutritionnels exceptionnels grâce à la spiruline et à l'*Ulva lactuca*, riches en protéines et en composants naturels nutritifs, ainsi que par leurs effets antioxydants. Ce projet reflète la possibilité de développer des produits alimentaires innovants et sains répondant aux besoins croissants des consommateurs pour des options alimentaires saines et durables.

Mots clés

Boisson fonctionnelle, Spiruline, *Ulva lactuca*, feuilles de Moringa, Pousses de brocoli, *Citrus limon*.

Abstract

The aim of this study was to develop a functional plant-based beverage combining Spirulina, *Ulva lactuca*, Moringa leaves, broccoli sprouts, and lemon (*Citrus limon*) as main ingredients, offering an excellent alternative to manufactured beverages that contribute to obesity and high sugar levels. Reflecting the growing trend towards natural beverages free from artificial additives, the study focused on creating a healthy, nutritious drink. It included a series of physicochemical analyses measuring moisture content, ash, acidity, PH, total sugar, protein, and fats to determine the chemical and physical properties of the beverage. Microbiological analyses were also conducted to assess product safety and quality by examining samples to ensure they were free from harmful contaminants. Additionally, antioxidant activity was tested using the DPPH method to measure the compounds' ability to neutralize free radicals, enhancing the beverage's health benefits. Furthermore, sensory quality evaluation of the beverage, including taste, aroma, color, and texture, was performed to ensure consumer acceptance. The study results demonstrated that the beverage had high quality and distinct nutritional benefits due to its content of Spirulina and *Ulva lactuca* as rich sources of proteins and essential nutrients, as well as their antioxidant effects. This project highlights the potential for developing innovative and healthy food products that meet consumers' increasing demands for healthy and sustainable food choices.

Keywords

Functional beverage, Spirulina, *Ulva lactuca*, Moringa leaves, Broccoli sprouts, *Citrus limon*.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير مشروب نباتي وظيفي يجمع بين السبيرولينا، وألفا لاكتوكا، وأوراق المورينغا، وبراعم البروكلي، والليمون (*Citrus limon*) كمكونات رئيسية، مما يجعله بديلاً ممتازاً للمشروبات المصنعة التي تساهم في السمنة وزيادة مستويات السكر. ونظرًا للاتجاه المتزايد نحو تناول المشروبات الطبيعية بدون إضافات صناعية، ركزت الدراسة على إنشاء مشروب صحي وغذائي. شملت الدراسة سلسلة من التحاليل الفيزيوكيميائية، بما في ذلك قياس الرطوبة، والرماد، والحموضة، ودرجة الحموضة (pH)، والسكر الكلي، والبروتين، والدهون، لتحديد الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمشروب. كما تم إجراء تحاليل ميكروبيولوجية لتقييم سلامة وجودة المنتج عن طريق فحص العينات لضمان عدم وجود ملوثات ضارة. بالإضافة إلى ذلك، تم اختبار التأثير المضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH التي تقيس قدرة المركبات على تعطيل الجذور الحرة، مما يعزز قيمة صحة المشروب. وقد تم أيضًا إجراء تقييم حسي لجودة المشروب، بما في ذلك الطعم، والرائحة، واللون، والملس، لضمان قبول المستهلكين. أظهرت نتائج الدراسة أن المشروب يتمتع بجودة عالية وفوائد غذائية استثنائية بفضل السبيرولينا وألفا لاكتوكا، التي تحتوي على كميات عالية من البروتينات والمكونات الطبيعية الغذائية، بالإضافة إلى تأثيراتها المضادة للأكسدة. يعكس هذا المشروع إمكانية تطوير منتجات غذائية مبتكرة وصحية تلبي احتياجات المستهلكين المتزايدة نحو خيارات غذائية صحية ومستدامة.

الكلمات المفتاحية

مشروب وظيفي، سبيرولينا، ألفا لاكتوكا، الليمون الحامض، أوراق المورينغا، براعم البروكلي.

Sommaire

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-Les Aliments fonctionnels.....	2
I-1 Boissons fonctionnelles	3
I-1-1 Les types des boissons fonctionnelles.....	3
I-1-1-1 Boissons à base de produits laitiers	4
I-1-1-2 Les boissons à base de fruits et légumes.....	4
I-1-1-3 Boissons pour sportifs.....	5
I-1-1-4 Boissons énergisantes	5
II Spiruline	6
II-1 Définition et principales caractéristiques.....	6
II-2 Habitat et répartition géographique	7
II-3 Reproduction	8
II-4 Classification.....	9
II-5 Composition et valeurs nutritionnelles	10
II-5-1 Protéines et acides aminés	10
II-5-2 Lipides	11
II-5-3 Glucides	12
II-5-4 Vitamines	13
II-5-5 Minéraux et oligoéléments.....	14
II-5-6 Pigments	15
II-6 Utilisations et bienfaits de la spiruline	16
II-6-1 En alimentation humaine	16

II -6-2 En cosmétiques.....	16
II -6-3 En thérapeutique.....	17
III- <i>Ulva lactuca</i>	18
III-1 Définition et principal caractéristiques	18
III-2 Habitat et répartition géographique	18
III-4 Composition et valeurs nutritionnelle	19
III-4-1 Les protéines et Acides aminés.....	19
III-4 -2 lipides	20
III-4 -2 Polysaccharides	21
III-4 -2 Utilisation d' <i>Ulva lactuca</i>	21
III-4 -2-1 En Alimentation	22
III-4 -2-2 En cosmétique.....	22
III-4 -2-3 En Thérapeutique	22
IV- Moringa.....	23
IV-1 Utilisations et bienfaits de Moringa	24
V- <i>Citrus limon</i>	25
V-1 Utilisation de citron.....	29
VI- pousses de Broccoli.....	30

Chapitre II : Matériel et Méthode

I.	
Matériel.....	32
I. 1 . Matériel biologique.....	32
I.1.1. Spiruline.....	32
I.1.2. <i>Ulva lactuca</i> (laitue de mer)	32
I.1.3. Les feuilles de Moringa	33

I.1.4. Les pousses de brocoli.....	33
I.1.5. Le citron.....	34
II. Méthodes.....	34
II.1 Préparation des matières premières.....	34
II.2 Préparation de première formule (F1) de boisson en poudre	36
II.3- Préparation de deuxième formule (F2) de boisson en poudre.....	36
III. Les Analyses physico-chimiques effectuées sur les deux formules de boisson.....	38
III.1 Détermination du potentiel hydrogène (PH)	38
III.2 Détermination de l'acidité titrable.....	38
III.3 Détermination de la teneur en extrait sec	39
III.4 Détermination de la teneur en cendres.....	40
III.5 Détermination de la teneur en protéines (Méthode Kjeldhal)	41
III.6 Détermination de la teneur en matières grasses (Méthode de Soxhlet)	42
III.7 Détermination de la Teneur en Sucres totaux (Méthode de Dubois).....	43
IV. Analyses microbiologique effectuées sur deux formules de boissons.....	44
IV.1 Préparation de la suspension mère	45
IV.1.1 Préparation des dilutions décimales.....	45
IV.2 Recherche et Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	45
IV.3 Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	47
IV.4 Recherche et dénombrement des levures et les moisissures	48
IV.5 Recherche des Salmonella	48
IV.6 Détermination de l'activité antioxydante des deux formules de boissons.....	50
V. Analyse sensorielle	51
Chapitre III : Résultats et Discussion	
I- Résultats des analyses physico-chimiques	52

I-1 Extrait sec total	52
I-2 Teneur en cendres	53
I-3 PH et Acidité titrable.....	54
I-4 Protéine	56
I-5 Matière grasse.....	57
I-6 Sucres totaux.....	58
I-7 Activité antioxydante	59
II- Résultats de l'analyse microbiologique	60
III- Analyses sensorielles	62
Conclusion	65
Référence bibliographique	
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau 01: Les zones géographiques où la spiruline se trouve à l'état naturel en Afrique.....	08.
Tableau02: Classification de l' <i>Arthrospira platensis</i>	09.
Tableau 03: Teneur en protéines de la spiruline en comparaison et d'autres aliments	10.
Tableau04: Les acides aminés présents dans la spiruline.....	11.
Tableau05: Les principaux acides gras d' <i>Arthrospira platensis</i>	12.
Tableau06: Vitamines présente dans la spiruline	13.
Tableau07: Les minéraux présents dans la spiruline.....	15.
Tableau08: Principaux pigments de la spiruline	16.
Tableau09: Profil des acides aminés (en grammes pour 100 grammes de protéines).....	20.
Tableau10: Profil en acides gras totaux d' <i>Ulva lactuca</i>	20.
Tableau 11 : La composition nutritionnelle des feuilles de <i>Moringa Oleifera</i> pour 100g	24.
Tableau12: Composition nutritionnelle pour 100g de citron frais sans zeste.....	27.
Tableau13: Caractéristiques physico-chimiques des zestes de citron.....	28.
Tableau14: Les composants des pousses de brocoli	31.
Tableau 15 : Tableau représentant les résultats de l'analyse microbiologique de la préparation pour boisson (formule 01 et 02).....	61.

Liste des figures

Figure 01: Différents types de boissons fonctionnelles	04.
Figure 02: Trichome d' <i>Arthrospira platensis</i> : Diamètre approximatif de 12 μm	07.
Figure 03: Lacs avec des floraisons naturelles de spiruline.....	07.
Figure 04: Cycle de vie de la Spiruline	09.
Figure 05: L'algue <i>Ulva lactuca</i> (Chlorophyta).....	18.
Figure 06: Feuilles de <i>Moringa Oleifera</i>	23.
Figure 07: Fruit de citron	26.
Figure 08: Lieu de collecte (Ain Tagourait) sur google earth.....	33.
Figure 09: Photographie <i>Ulva lactuca</i> récolté	33.
Figure 10: Photographie des feuilles de Moringa.....	33.
Figure 11: Les Graines de brocoli.....	34.
Figure12: Les étapes de germination des graines de brocoli.....	36.
Figure 13: Diagramme de deux formules de boisson en pour 100g	37.
Figure14: Histogramme illustrant la quantité d'extrait sec total des diverses matières premières et des deux préparations pour boisson.....	52.
Figure 15: Histogramme représente la teneur en cendres des matières premières et des deux préparations pour boisson.....	53.
Figure 16 : Histogramme représentela différence de valeurs de pH des deux préparations pour boisson.....	54.
Figure 17 : Histogramme représenteles valeurs d'acidité titrable des deux préparations pour boisson.....	55.
Figure 18 : Histogramme représentantletaux de protéinesdes deux préparations pour boisson... 56.	
Figure 19 : Histogramme représentantletaux de matière grassedes deux formules de boissons... 57.	

Figure 20 : Histogramme représentant les taux de sucres totaux dans les boissons formulées.....	58.
Figure 21: Activité antioxydante de boisson F1 et F2 comparée à l'acide ascorbique à différentes concentrations.....	59.
Figure 22 : Histogramme représentant la concentration IC50 des deux formules de boisson.....	60.
Figure 23 : Profil sensoriel des deux formules de boisson	62.
Figure 24: Histogrammes montrant les différences de goût entre les deux formulations de la boisson selon les dégustateurs.....	62.
Figure 25: Histogrammes montrant les différences de couleur entre les deux formulations de la boisson perçue par les dégustateurs	63.
Figure 26 : Histogrammes montrant les différences de texture entre les deux formulations de boisson perçues par les dégustateurs.....	63.
Figure 27: Histogrammes montrant les différences d'arôme entre les deux formulations de la boisson perçue par les dégustateurs	64.

Liste des abréviations

FOSHU : Foods for Specified Health Use.

VIH: Virus de l'Immunodéficience Humaine.

USDA : United States Department of Agriculture.

PH : Potentiel Hydrogène.

NaOH : hydroxyde de sodium.

ISO: International organization for Standardization.

NF : Norme française.

%: Pourcentage.

PCA : Plate count agar.

VRBL: Violet red bile lactose agar.

SFB: Sélénite-Cystine – Bouillon.

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

µl : microlitre.

nm : nanomètre.

EC50: Effective concentration 50%.

FTAM: Flore totale aérobie mésophiles.

UFC: Unité formant colonie.

Introduction

Les herbes médicinales, parmi les plus anciens remèdes que nous connaissons, voient leur utilisation augmenter ces dernières années, ce qui reflète un intérêt grandissant du public pour des alternatives à la médecine traditionnelle (**Bishnoi, 2016**). Récemment, l'utilisation des plantes médicinales et aromatiques dans la fabrication des boissons fonctionnelles a gagné en popularité grâce à leur composition spécifique en nutriments (acides aminés et acides gras) et en molécule bioactive (volatils et non volatils), qui leur confère des effets biologiques bénéfiques pour la santé (**Maleš et al., 2022**).

Les boissons fonctionnelles jouent un rôle crucial parmi les produits alimentaires fonctionnels, car elles permettent d'incorporer des nutriments et des composés bioactifs bénéfiques pour maintenir l'hydratation humaine et promouvoir des effets anti-âge, énergisants, relaxants ou embellissants (**Dini, 2019**).

Plusieurs boissons, notamment les sodas et autres boissons non alcoolisées gazeuses, sont riches en sucre et peuvent être édulcorées artificiellement. Ces types de boissons sont associés à l'obésité et à d'autres problèmes de santé graves qui peuvent entraîner la mort. Les consommateurs recherchent activement des boissons de haute qualité offrant des avantages nutritionnels et favorisant la santé pour remplacer les sodas, ce qui stimule le développement des boissons fonctionnelles (**Omoba et Olagunju, 2023**).

L'objectif de notre travail est de créer une boisson végétale fonctionnelle à base de spiruline, d'*Ulva lactuca* et d'autres ingrédients naturels, et d'étudier ses caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles, ainsi que ses effets antioxydants.

Ce mémoire se compose de deux parties :

- Une première partie bibliographique, dans laquelle nous avons examiné les connaissances actuelles sur les aliments et les boissons fonctionnelles, ainsi que sur ingrédients utilisés pour élaborer cette boisson fonctionnelle à savoir *Arthrospira platensis* et *Ulva lactuca*, en plus des feuilles de Moringa, pousses de brocoli et *Citrus limon*.
- Une seconde partie expérimentale, qui décrit en détail le matériel utilisé, les méthodes appliquées dans cette étude, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

I - Les Aliments fonctionnels

Le concept "d'aliment fonctionnel " a été initialement introduit au Japon dans les années 80. Il désigne des aliments transformés qui contiennent des ingrédients favorisant des fonctions corporelles spécifiques, en plus d'être nutritifs (**Kaur et Das, 2011**). Ils jouent également un rôle crucial dans la santé humaine en fournissant une source essentielle de nutriments et peuvent être utilisés comme complément alimentaire (**Ghazanfar et al., 2022**).

En juillet 1991, une nouvelle catégorie d'aliments, les aliments à usage santé spécifique (FOSHU), a été introduite dans le cadre de la loi sur l'amélioration nutritionnelle, dans le but de réglementer le marché en expansion rapide des aliments fonctionnels. Les produits FOSHU sont définis comme des "aliments qui, sur la base des connaissances concernant la relation entre les aliments ou les composants alimentaires et la santé, sont censés avoir certains avantages pour la santé, et ont été autorisés à porter une étiquette affirmant qu'une personne qui les utilise pour un usage spécifique peut s'attendre à obtenir lesdits avantages pour la santé par leur consommation (**Bradbury et al., 1996**).

Il n'existe pas de définition universellement reconnue pour les aliments fonctionnels. Néanmoins, plusieurs organisations ont avancé des définitions pour cette catégorie alimentaire (**Hasler, 2002**).

- Selon le Food and Nutrition Board de l'Académie nationale des sciences en 1994, a défini les aliments fonctionnels comme "tout aliment modifié ou ingrédient alimentaire qui peut fournir un bénéfice pour la santé au-delà des nutriments traditionnels qu'il contient"(**Hasler, 2002**).
- Selon L'Institut International des Sciences de la Vie les définit comme des aliments qui, en raison de la présence de composants physiologiquement actifs, procurent un bénéfice pour la santé au-delà de la nutrition de base"(**Hasler, 2002**).
- Selon l'Association américaine de diététique dans un document de position de 1999, a défini les aliments fonctionnels comme des aliments qui sont "entiers, fortifiés, enrichis ou améliorés" mais plus important encore, elle indique que de tels aliments doivent être consommés "... dans le cadre d'une alimentation variée et régulière, à des niveaux efficaces" pour que les consommateurs puissent bénéficier de leurs avantages potentiels pour la santé (**Hasler, 2002**).

Les aliments fonctionnels contribuent à diminuer les risques de maladies telles que les affections cardiovasculaires, le cancer, l'hypertension artérielle, l'hypercholestérolémie, le diabète, les ulcères et la diarrhée (**Haspolat et al., 2023**).

I -1 les Boissons fonctionnelles

Parmi les aliments fonctionnels disponibles sur le marché, les boissons sont les plus populaires en raison de leur capacité à répondre aux besoins des consommateurs en termes de volume, de forme, de stockage et de capacité à contenir des éléments nutritifs et des composés biologiquement actifs (**Orrù et al., 2018**).

Il n'existe pas de définition largement acceptée pour les boissons fonctionnelles. Cependant, en se basant sur divers rapports de la littérature, on peut les décrire comme des boissons sans alcool qui étanchent la soif et contiennent des ingrédients non traditionnels tels que des herbes, des vitamines, des minéraux, des acides aminés ou des ingrédients crus de fruits/légumes, en fonction de leur objectif spécifique (**Casanova, 2015**).

Beaucoup de ces boissons ont été développées dans le but de fournir des avantages médicaux ou sanitaires spécifiques, tels que la promotion de la santé cardiaque, l'amélioration de l'immunité et de la digestion, ainsi que le renforcement de l'énergie (**Lee et liu, 2018**). La boisson fonctionnelle renferme divers nutriments tels que l'acide ascorbique, le tocophérol, le bêta-carotène, entre autres, et propose les avantages des phytochimiques alimentaires (**Bhuiyan et al., 2012**).

Elle jouent un rôle crucial parmi les produits alimentaires fonctionnels, car elles offrent la possibilité d'incorporer des éléments nutritifs bénéfiques et des composés bioactifs, notamment des vitamines, des minéraux, des antioxydants, des acides gras oméga-3, des extraits de plantes, des fibres, des prébiotiques et des probiotiques (**Corbo et al., 2014**).

I-1-1 Les types des boissons fonctionnelles

Les boissons fonctionnelles peuvent être classées en plusieurs types, y compris celles à base de produits laitiers (telles que les boissons enrichies en probiotiques et en minéraux), les boissons à base de légumes et de fruits, ainsi que les boissons énergisantes et sportives (**Nazhand et al., 2020**).

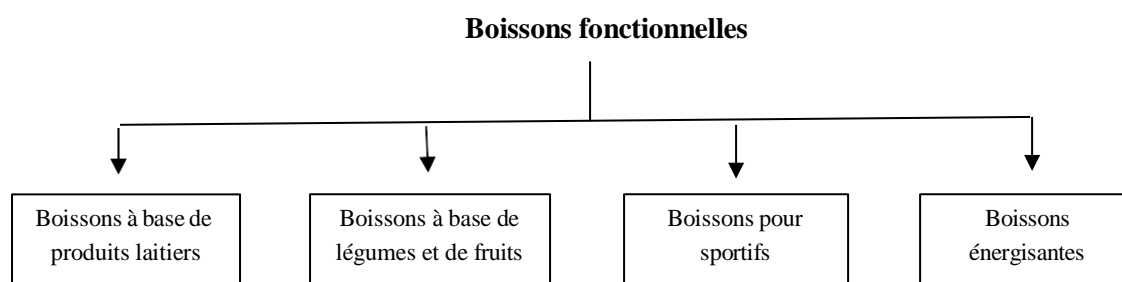


Figure 01 : Différents types de boissons fonctionnelles

I-1-1-1 Boissons à base de produits laitiers

Les produits laitiers sont enrichis en probiotiques, en acides gras oméga-3, en peptides bioactifs, en phytoestrogènes et en vitamines, mais le lait de soja est plus en plus utilisé en substitution au lait animal. Il constitue une alternative de qualité aux produits laitiers traditionnels notamment pour les personnes atteintes de maladies cardiaques, d'allergies au glucose et de réactions allergiques (**Maleš et al ., 2022**).

Cette catégorie est également connue sous le nom "d'aliments idéaux de la nature" et comprend des produits laitiers et des boissons lactées telles que le yaourt à boire, très apprécié dans de nombreuses régions du monde en tant qu'aliment de base sain. Dans les pays occidentaux, les produits laitiers fournissent environ un cinquième des besoins quotidiens en vitamines A, D, B12, riboflavine, magnésium et potassium. Les produits laitiers sont souvent utilisés pour enrichir en vitamines et minéraux divers aliments. Les boissons lactées sont particulièrement adaptées à la distribution de compléments alimentaires tels que les protéines, les acides gras et les antioxydants. Il est possible de produire des acides gras oméga-3 bénéfiques pour la santé ainsi que du yaourt enrichi en collagène hydrolysé (**Ghoshal et Kansal, 2019**).

I-1-1-2 Les boissons à base de fruits et légumes

Les boissons à base de fruits et légumes sont constituées uniquement de liquides aqueux ou d'extraits de fruits ou légumes, sans l'ajout d'édulcorants caloriques. La consommation de jus de fruits a augmenté en moyenne avec le niveau de revenu du pays, étant la plus élevée dans les pays à revenu élevé et la plus faible dans les pays à faible revenu (**Islam et kabir, 2019**).

Les jus de fruits frais, sans additifs ni sucre ajouté, sont considérés comme des produits alimentaires sains et adaptés à la consommation. Leur composition est de plus en plus élaborée en combinant divers fruits tels que la banane, la fraise, l'orange, la pomme, la mangue, le melon, le melon rouge, la passion, le raisin, qui renferment une variété de composés végétaux actifs, notamment des phénols (libres et liés) associés à la prévention des maladies chroniques. Ces derniers temps, des fruits rares tels que le jusara, la datte indienne, la feijoa, le litchi, la goyave, le ramboutan, et d'autres, sont devenus populaires dans la composition des jus de fruits frais en raison de l'intérêt croissant des consommateurs pour de nouvelles saveurs et variétés. En outre, les jus de fruits frais sont une source importante de vitamines, minéraux et autres nutriments, et peuvent être mélangés avec du yaourt, de la crème glacée, du lait ou des légumes pour augmenter leur valeur nutritionnelle et calorique (Maleš et al., 2022).

I-1-1-3 Boissons pour sportifs

Les boissons sportives sont des breuvages parfumés conçus pour être consommés avant ou pendant l'exercice pour éviter la déshydratation, fournir des glucides, des électrolytes (comme le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium) et parfois des vitamines ou d'autres nutriments, elle sont généralement sans caféine (Corbo et al., 2014). Elles se déclinent en trois catégories : isotoniques, hypotoniques et hypertoniues, chacune ayant une composition spécifique (Maleš et al., 2022).

Les boissons isotoniques sont considérées comme le choix le plus adapté pour tous les types d'athlètes car elles agissent rapidement pour remplacer les liquides et les électrolytes perdus par la transpiration, tout en reconstituant les réserves de glycogène grâce à leur teneur en glucides (Maleš et al., 2022).

I-1-1-4 Boissons énergisantes

Les boissons énergisantes constituent une catégorie de boissons stimulantes renfermant de la caféine, et sont commercialisées comme des produits favorisant l'augmentation des niveaux d'énergie mentale et physique (Sugajski et al., 2023).

Ces boissons sont des produits fonctionnels qui renferment un mélange d'ingrédients caractéristiques comme la taurine, la caféine, les vitamines, les glucides et d'autres substances, offrant ainsi des effets nutritionnels ou physiologiques améliorés (Mohanty, 2019).

Parmi les composants les plus célèbres de ces boissons, on retrouve la caféine et la catéchine, présente en grande quantité dans le café et le thé. Ces produits sont conçus pour offrir un regain d'énergie, améliorer la concentration, combattre la fatigue, maintenir l'éveil et accroître l'endurance. Néanmoins, des inquiétudes subsistent quant à leur sécurité et leur impact sur la santé, surtout avec la montée de leur consommation chez les jeunes et les sportifs. La caféine, ingrédient principal de ces boissons, agit sur le système nerveux central en stimulant la sécrétion de sérotonine et de norépinéphrine, ce qui peut engendrer des troubles psychologiques. Les problèmes mentaux liés à une consommation excessive de ces boissons sont de plus en plus fréquents chez les adolescents, qui ont également tendance à les mélanger avec de l'alcool, entraînant ainsi une altération de leur motricité. Par conséquent, il est impératif de mener davantage de recherches pour évaluer la sûreté de la consommation des boissons énergisantes (Maleš et al., 2022).

II- Spiruline

II -1 Définition et principal caractéristiques

C'est une micro-algue bleu-vert (cyanobactéries) unicellulaire et planctonique, de petite taille, avec une apparence spiralée mesurant de 0,3 à 1 mm de longueur (Branger et al., 2003).

Les spirulines faisant partie du genre *Arthrospira*. Ce genre se compose uniquement de deux espèces très similaires, *Arthrospira maxima*, originaire du Mexique, et *Arthrospira platensis*, originaire du Tchad (Vicat et al., 2014). Ces cyanobactérie classée parmi les bactéries gram-négatives qui peuvent effectuer la photosynthèse et produire de l'oxygène, elle utilisant l'eau comme source d'électrons et le dioxyde de carbone comme source de carbone et se produit par division binaire (Vernès et al., 2015).

La première description de cette algue a été réalisée par Dangeard en 1940 (Salokhe et al., 2022). Elle est cultivée naturellement dans les lacs alcalins, notamment grâce à l'utilisation de bassins ouverts, présents dans le nord de l'Australie, le sud de l'Asie et l'Afrique. En 1967, L'association internationale de microbiologie appliquée a reconnu la spiruline comme une "source alimentaire fantastique pour l'avenir (Alfadhly et al., 2022).

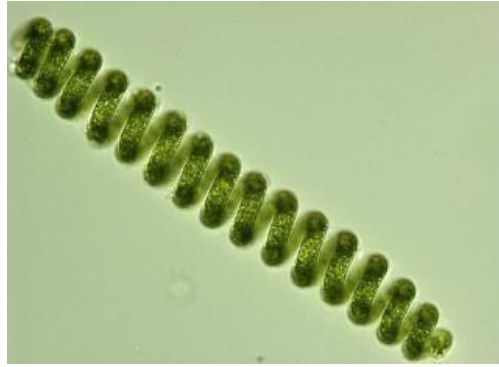


Figure 02 : Trichome d'*Arthrospira platensis* : Diamètre approximatif de 12 μm
(Borowitzka,2018)

II -2 Habitat et répartition géographique

La Spiruline se développe de manière optimale dans des eaux chaudes, alcalines, et riches en nutriments azotés et phosphorés. On la trouve généralement dans les eaux saumâtres, ainsi que dans les lacs salés des régions tropicales et semi-tropicales (Charpy, 2008). En raison de ses bienfaits thérapeutiques, la spiruline est cultivée dans les régions où elle est indigène, telles que l'Afrique, l'Asie et l'Amérique, ainsi que dans des fermes spécialisées dans sa production à grande échelle, principalement en Europe. En Europe, sa culture se réalise dans des serres ou des photobioréacteurs (Ali et al., 2016).

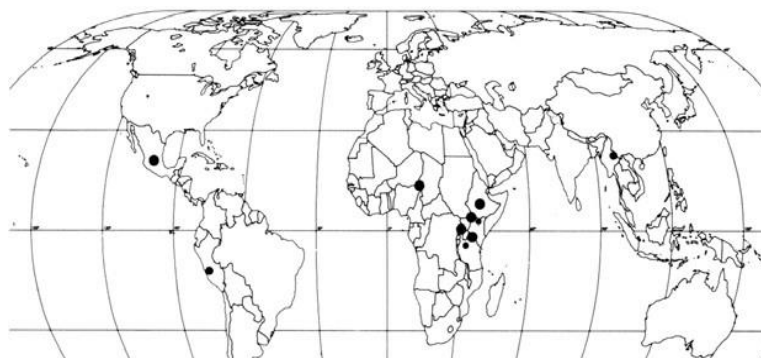


Figure 03 : Lacs avec des floraisons naturelles de spiruline (Henrikson, 1989).

Tableau 01 : Les zones géographiques où la spiruline se trouve à l'état naturel en Afrique (Fox, 1999 in Cruchot, 2008).

Noms des pays	Localisations précises	Noms des pays	Localisations précises
Algérie	Tamanrasset	Kenya	Lacs Nakuru, Elmenteita, Cratère, Natron
Tchad	Région du Kanem : lacs Latir, Ouna, Borkou, Katam, Yoan, Leyla, Bodou, Liwa, Rombou, Moro, Mombolo, Iseirom, Ounianga kebir	Tanzanie	Lac Natron
Soudan	Cratère de Djebel Marra	Tunisie	Lac Tunis; Chott el Jerid
Djibouti	Lac Abber	Zambie	Lac Bangweoulou
Ethiopie	Lacs Aranguadi, Lesougouta, Nakourou, Chiltu, Navasha, Rodolphe	Madagascar	Beaucoup de petits lacs près de Toliara
Congo	Mougounga		

II -3 Reproduction

Le processus comprend trois étapes principales : la fragmentation des trichomes, l'élargissement et la maturation des cellules d'hormogonie, ainsi que l'allongement des trichomes. Ensuite, ces trichomes matures se séparent en filaments ou en cellules d'hormogonies, où les cellules se multiplient par division binaire, s'allongent et adoptent leur forme hélicoïdale (**Balloni et al ., 1980 in Ali et al., 2012**).

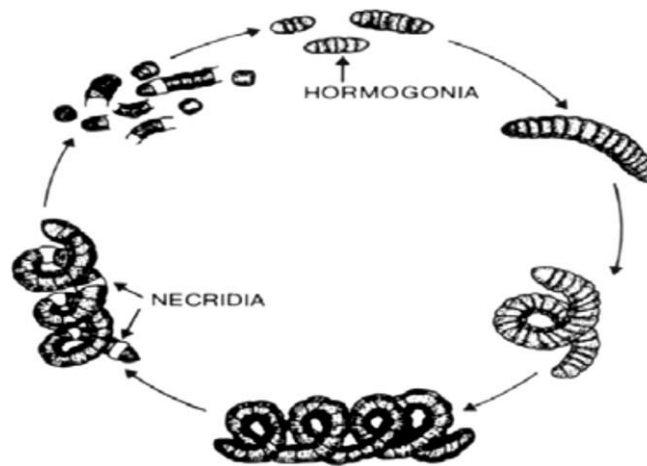


Figure 04 : Cycle de vie de la Spiruline (Ali et al., 2012).

II -4 Classification

Les cyanobactéries représentent la majorité des bactéries capables de photosynthèse et de production d'oxygène. Elles peuvent exister sous forme unicellulaire ou pluricellulaire. La Spiruline est classée dans l'ordre des Nostocales, également connu sous le nom d'Oscillatoriales. Elle appartient à la famille des Oscillatoriaceae, au genre Oscillatoria, et plus spécifiquement au sous-genre Spirulina ou *Arthrospira* (Charpy et al., 2008).

Tableau 2 : Classification de l'*Arthrospira platensis* (Alfadhly et al., 2022).

Classes taxonomiques	Noms communs
Domaine	Bacteria
Règne	Eubacteria
Phylum (ou embranchement)	Cyanobacteria
Classe	Cyanophyceae
Sous-classe	Oscillatoriophycideae
Ordre	Oscillatoriales
Famille	Oscillatoriaceae
Genre	<i>Arthrospira</i>
Espèce	<i>A.platensis</i>

II -5 Composition et valeurs nutritionnelle

II -5-1 Protéines et acides aminés

La spiruline, avec une teneur en protéines comprise entre 50 et 70 % de son poids sec, offre un contenu protéique supérieur à celui de la viande, du lait séché, des œufs, du soja ou des céréales. Ses protéines sont complètes car elles contiennent tous les acides aminés essentiels, avec des valeurs les plus élevées pour la leucine, la valine et l'isoleucine. Bien qu'elle présente une légère carence en méthionine, cystéine et lysine par rapport aux protéines alimentaires standards (issues de la viande, des œufs ou du lait), la spiruline surpasse toutes les protéines végétales, y compris celles des légumineuses (Sotiroudis, 2013).

Tableau 3 : Teneur en protéines de la spiruline en comparaison et d'autres aliments (Henrikson, 1994 in Ali et al., 2012).

Type d'aliment	Protéines brutes %
Poudre de spiruline	65
Œuf entier séché	47
Levure de bière	45
Lait écrémé en poudre	37
Farine de soja entier	36
Fromage Parmesan	36
Germe de blé	27
Arachides	26
Poulet	24
Poisson	22
Viande de bœuf	22

Les acides aminés essentiels sont des composés organiques indispensables aux processus biologiques, constituant la principale composante de tous les tissus corporels. Puisqu'ils ne sont pas produits naturellement par l'organisme, ils doivent être intégrés dans l'alimentation quotidienne. En se basant sur leur contenu en acides aminés essentiels, l'utilisation de la spiruline en tant que complément alimentaire peut répondre aux besoins quotidiens en ces acides aminés essentiels (Liestianty et al., 2019)

Tableau 04 : Les acides aminés présents dans la spiruline (**Ragusa et al., 2021**).

Acide aminé	Spiruline (100g)	Acide aminé	Spiruline (100g)
Aspartate (g)	0,597	Tyrosine (g)	0,266
Glutamate (g)	0,864	Valine (g)	0,362
Serine (g)	0,309	Methionine (g)	0,362
Glycine (g)	0,319	Cystine(g)	0,068
Histidine (g)	0,112	Isoleucine (g)	0,331
Arginine (g)	0,427	Leucine (g)	0,509
Threonine (g)	0,306	Phenylalanine (g)	0,286
Alanine(g)	0,465	Lysine (g)	0,312
Proline(g)	0,245		

II -5-2 lipides

La spiruline est une variété d'algue à faible teneur en matières grasses, avec une teneur en lipides d'environ 6% à 9%. Elle renferme quasiment tous les acides aminés essentiels ainsi que de nombreux acides gras insaturés essentiels à l'organisme humain. Parmi ces acides gras insaturés, on trouve l'acide gamma-linolénique, l'acide docosahexaénoïque et l'acide eicosapentaénoïque. À noter que la spiruline est la seule plante connue pour être riche en acide gamma-linolénique (**Wang et al., 2023**).

Tableau 5 : Les principaux acides gras d'*Arthrospira platensis* (Bensehaila et al.,2015).

Acides gras	Valeur
Acide laurique (12:0)	3,10 %
Acide myristique (14:0)	3,60 %
Acide palmitique (16:0)	42,79 %
Acide palmitoléique (16:1) oméga 6	0,52 %
Acide stéarique (18:0)	1,81 %
Acide oléique (18:1) oméga 6	0,33 %
Acide linoléique (18:2) oméga 6	9,43 %
Acide gamma-linolénique (18:3) oméga 6	18,41%
Acide béhénique (22:0)	20,01%

La spiruline est également riche en sulfolipides, qui intéressent les chercheurs pour leur activité protectrice contre des infections virales. Le composant lipide sulfoquinovosyldiacylglycérol (SQDG), par exemple, a démontré par expérience in vitro sa capacité à inhiber la transcriptase inverse du VIH (Kiet, 2006 in hug, 2011).

II -5-3 Glucides

Les glucides représentent généralement entre 15 et 25 % de la composition en matière sèche des spirulines

En termes de valeur nutritionnelle, le méso-inositol phosphate est la seule substance glucidique significative présente en quantité dans la spiruline. Il constitue une source excellente de phosphore organique ainsi que d'inositol, avec une concentration variant entre 350 et 850 mg par kilogramme de matière sèche. Cette teneur en inositol est environ huit fois supérieure à celle de la viande de bœuf et plusieurs centaines de fois supérieure à celle des végétaux les plus riches en cet élément (Falquet et al., 2006).

II -5-4 Vitamines

La spiruline est une source très riche en vitamines du groupe B, notamment en vitamine B12, où elle en contient jusqu'à quatre fois plus que le foie de veau (**Bemiarana et al., 2008**).

Tableau 6 : Vitamines présente dans la spiruline (**Liestianty et al ., 2019**)

Vitamines	Valeur pour 1g de spiruline
Biotine	0,55µg
Acide folique	0,71 µg
Acide pantothénique	2 µg
Cyanocobalamine (Vitamine B12)	3,6 µg
Pyridoxine (Vitamine B6)	8 µg
Thiamine (Vitamine B1)	48 µg
Riboflavine (Vitamine B2)	55 µg
Niacine (Vitamine B3)	0,15 mg
Tocophérol (Vitamine E)	0,41 mg
L'acide inositol	0,7 mg
Bêta-carotène (provitamine A)	5,8 mg
Bioflavonoïdes	10 mg

Bien que la biodisponibilité de cette vitamine B12 présente dans la spiruline ne soit pas clairement établie - seulement environ 17 % serait absorbée et donc active chez l'homme - la spiruline demeure une source exceptionnellement élevée pour un végétal. En outre, la spiruline se distingue par sa haute teneur en β -carotène, pouvant représenter jusqu'à 80 % des caroténoïdes totaux. Le β -carotène est convertible chez l'homme en vitamine A. L'absence de vitamine A libre dans la spiruline permet d'éviter tout risque d'hypervitaminose A, puisque l'accumulation de β -carotène, contrairement à celle du rétinol, n'est pas toxique. Quant à la vitamine E, elle est présente dans la spiruline à des taux comparables à ceux retrouvés dans les germes de blé (**Bemiarana et al., 2008**).

II -5-5 Minéraux et oligoéléments

Les minéraux qui suscitent un intérêt particulier dans la spiruline sont le fer, le calcium, le phosphore et le potassium. Il est essentiel de mettre en évidence de manière répétée le contenu très élevé en fer, car les céréales complètes, bien qu'elles soient parmi les meilleures sources de fer, ne contiennent que de 150 à 250 mg/kg. La spiruline renferme des quantités similaires de calcium, de phosphore et de magnésium à celles que l'on retrouve dans le lait. Les proportions de ces éléments sont équilibrées (**Flaquet et al., 2006**).

Tableau 7 : Les minéraux présents dans la spiruline (**Perilla et Orti, 2003**).

Minéral	mg/ 100g
Calcium	700
Chrome	0,28
Cuivre	1,2
Fer	100
Magnésium	400
Manganèse	5,0
Phosphore	800
Potassium	1400
Sodium	900
Zinc	3,0

II -5-6 Pigments

Les pigments, substances naturelles conférant des couleurs aux organismes, revêtent une importance vitale en participant à diverses réactions moléculaires et à la synthèse enzymatique, nécessaires à l'équilibre physiologique (**Laurent, 2019**).

La spiruline renferme deux pigments principaux (**Manet, 2016**) :

- La chlorophylle représente environ 1% de la masse sèche, le pigment responsable de leur couleur verte.
- La phycocyanine, qui confère la couleur bleue, constitue entre 12,6% et 20% du poids sec.

Tableau 8 : Principaux pigments de la spiruline (Belay, 1997 in Perilla, 2003)

Pigments	mg 100g ⁻¹
Carotenoids	370
Chlorophyll <i>a</i>	1000
Phycocyanin	14000

II -6 Utilisations et bienfaits de la spiruline

II -6-1 En alimentation humaine

Il y a de nombreux témoignages attestant de l'utilisation historique de la spiruline dans l'alimentation humaine. Elle a été consommée pendant des siècles au Tchad, où elle est appelée "dihé" dans la langue locale, en tant que nourriture quotidienne. Les Aztèques préparaient également des gâteaux secs à base de spiruline, connus sous le nom de "tecuitlatl" dans la langue locale (Gantar et Svirčev, 2008 in Lafarga et al., 2020).

Lorsque les cellules ou filaments d'algues spiruline sont transformés en poudre, cela offre la possibilité de créer une gamme variée de produits alimentaires, comme des soupes, des sauces, des pâtes, des en-cas, des boissons instantanées et d'autres recettes. La spiruline est également utilisée dans la préparation d'aliments combinés à d'autres ingrédients, tels que des nouilles instantanées, des nouilles élaborées, des blocs nutritifs, des boissons et des biscuits. Par ailleurs, la biomasse microalgale a été étudiée dans divers produits alimentaires tels que des émulsions huile-eau, des puddings de légumes, des biscuits et des pâtes (Ghaeni et Roomiani, 2016).

II -6-2 En cosmétiques

La spiruline est une source riche en substances antioxydantes telles que les caroténoïdes et la vitamine E, qui agissent efficacement contre les radicaux libres, préservent la peau des agressions environnementales et des dommages oxydatifs, et possèdent des propriétés anti-âge. De plus, elle regorge de facteurs hydratants naturels et de polysaccharides, qui contribuent à maintenir l'hydratation de la peau et à favoriser un teint doux et souple. Les peptides contenus dans la spiruline stimulent la production de collagène, ce qui se traduit par une peau plus ferme et plus élastique. De même, les sulfures présents dans la spiruline peuvent atténuer

l'inflammation cutanée et l'inconfort, présentant ainsi des effets anti-inflammatoires. En outre, la spiruline contient des ingrédients éclaircissants naturels tels que la lutéine et les caroténoïdes, qui inhibent efficacement la synthèse de la mélanine, réduisant ainsi l'apparence des taches sombres et du teint terne (**wang et al.,2023**).

II -6-3 En thérapeutique

Selon (**Mohan et al., 2014**), les études sur les effets bénéfiques de la spiruline pour la santé ont été approfondies. Outre ses propriétés bien établies en tant qu'antioxydant et anti-inflammatoire, d'autres applications potentielles comprennent la protection du foie et des reins, l'amélioration de la qualité du sang pour prévenir l'anémie, un intérêt dans le traitement du diabète, la réduction de la pression artérielle, l'élimination des métaux lourds du corps, la protection contre les radiations, ainsi que la prévention des dommages hépatiques et rénaux. De plus, la spiruline agit comme un antioxydant puissant, soutient le système immunitaire et peut atténuer les réactions allergiques

III- *Ulva lactuca*

III-1 Définition et principal caractéristiques

Ulva lactuca, communément appelée laitue de mer, est une algue verte marine appartenant à la famille des Ulvaceae dépourvu de feuilles, de tiges ou de racines, et généralement lobé. Il est constitué de seulement deux couches de cellules, chacune possédant un unique chloroplaste contenant de la chlorophylle. La structure de cette algue, souple et souvent de couleur variant du vert foncé au vert clair, peut atteindre jusqu'à un mètre de longueur dans des eaux riches en matières organiques, bien que sa taille habituelle soit plutôt comprise entre 20 et 60 cm. Cet organisme est extrêmement rudimentaire, se composant d'un thalle mince et aplati (**Renoux, 2020**).



Figure 5 : L'algue *Ulva lactuca* (Chlorophyta) (**Vanginneken et Vries, 2018**).

III-2 Habitat et répartition géographique

Ulva lactuca, connue sous le nom de laitue de mer, est une algue verte marine commune à répartition mondiale, habitant dans les zones littorales et sublittorales (**Bonanno et al., 2020**).

Les algues vertes de l'espèce *Ulva lactuca* sont présentes dans les zones côtières et subtidales des océans, le long des côtes des îles, dans les ports protégés aux eaux calmes (d'une profondeur d'environ 10 mètres) et dans les régions climatiques nordiques (**Amin et al., 2022**).

La laitue de mer, *Ulva* spp., est présente dans les estuaires d'Amérique du Nord et du Sud, ainsi que dans les régions ouest et sud de l'Europe, de la Norvège vers le sud jusqu'à la mer Noire (**Mackenzie, 2005**).

On la retrouve également dans le Pacifique occidental, du Japon à la Chine en passant par la Corée, jusqu'en Australie et en Nouvelle-Zélande, ainsi qu'en Inde et au Pakistan. Elle se développe dans des zones polyhalines, et les tapis se forment sur de vastes étendues de sable et de vase peu pentues dans des zones à faible énergie où les circulations des marées et les vagues dues au vent sont faibles. Les zones plates exposées à des vents modérés ont généralement des thalles (frondes de feuilles) de laitue de mer dispersés. Dans les zones exposées, les vents peuvent pousser les thalles dispersés et les petits tapis en tas contre les rivages (**Mackenzie, 2005**).

III-4 Composition et valeurs nutritionnelle

Ulva lactuca, possède une structure chimique composée de glucides, protéines, lipides, vitamines, minéraux, fibres, phytohormones, composés phénoliques, chlorophylles, caroténoïdes, flavonoïdes, alcaloïdes, terpènes et phytostérols. Ces composants confèrent à *l'Ulva lactuca* diverses activités biologiques, telles que des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, antitumorales, anticoagulantes, anti-inflammatoires, anti-hyperlipidémiques, hypocholestérolémiques, hépatoprotectrices et insecticides (**Yu-Qing et al., 2016 in Hanie, 2019**) .

III-4-1 Les protéines et Acides aminés

Les algues vertes présentent des teneurs en protéines variant de 9 à 26 % de la masse sèche de l'algue, selon divers facteurs tels que le lieu de récolte et la saison (**Pliego-Cortés et al., 2020, in Brien et al., 2022**).

D'après (**Putraulva et al., 2024**), *l'Ulva lactuca* possède des quantités de protéines allant de modérées à élevées, s'étendant de 10 % à 47 % (**Pliego-Cortés et al., 2019**). En plus de l'alanine et de l'histidine, *Ulva lactuca* est également riche en acide aspartique et glutamique, ainsi qu'en arginine (**Jesumani et al., 2019 in Brien et al., 2022**).

Tableau 9 : Profil des acides aminés (en grammes pour 100 grammes de protéines)(
Elsharkawy et al., 2022) .

Acides aminés essentiels (AAE)	Valeur en g/100g	Acide aminé non essentiel (AANE)	Valeur en g /100g
Arginine	1,69	Alanine	1,89
Histidine	0,29	Acide aspartique	2,44
Isoleucine	0,80	Glutamine	5,87
Leucine	1,57	Glycine	1,20
Lysine	1,13	Proline	1,03
Méthionine	0,42	Sérine	1,07
Phénylalanine	1,26	Tyrosine	0,90
Thréonine	1,19	-	-
Tryptophane	1,41	-	-
Valine	1,42	-	-

III-4 -2 lipides

Ulva Lactuca renferme une diversité d'acides gras, ce qui contribue à sa valeur nutritionnelle et à ses bienfaits potentiels pour la santé (**Pangestuti et al., 2021**).

Tableau 10 : Profil en acides gras totaux d'*Ulva lactuca* (**Debbarma et al., 2016**)

Les acides gras	Valeur en %
C14:0	1,09
C15:0	0,35
C16:0	61,10
C17:0	0,17
C18:0	1,46
C20:0	0,28
C22:0	2,25
C24:0	0,07
Total	66,76

Les acides gras sont des composants essentiels des lipides et jouent un rôle crucial dans la santé et le métabolisme humains. La composition spécifique ainsi que les concentrations en acides gras dans *Ulva Lactuca* peuvent varier selon l'espèce, le lieu géographique et les conditions environnementales. Par ailleurs, *Ulva Lactuca* renferme également des acides gras oméga-6, tels que l'acide linoléique (LA) et l'acide gamma-linolénique (GLA) (**Gupta et Gupta, 2020 in Putra et al., 2024**).

Ces acides gras oméga-6 sont essentiels au maintien de membranes cellulaires saines, à la régulation de l'inflammation et au soutien du bien-être global (**Putra et al., 2024**).

III-4 -2 Polysaccharides

Selon (**Putra et al., 2024**), les polysaccharides constituent une catégorie importante de composés bioactifs présents dans *Ulva Lactuca*. Ces polysaccharides démontrent une diversité d'activités biologiques et ont suscité une attention considérable en raison de leurs potentiels bienfaits pour la santé. Les polysaccharides de *Ulva Lactuca* peuvent être classés en différents types selon leurs composants en sucre et leurs liaisons. Les principaux types de polysaccharides identifiés dans *Ulva Lactuca* comprennent les ulvanes, la cellulose et les polysaccharides sulfatés (**Abou el azm et al., 2019**).

Les polysaccharides extraits de *U.lactuca* pourraient significativement réduire la glycémie en raison de leur potentiel effet inhibiteur sur les enzymes clés étroitement associées à la digestion et à l'absorption de l'amidon, à la fois dans le plasma et dans l'intestin grêle (**Belhadj et al., 2013 in Zheo et al., 2018**).

III-4 -2 Utilisation d'*Ulva lactuca*

Du fait de leur morphologie et de leur composition biochimique uniques, *U. lactuca* pourrait être exploitée pour leurs propriétés multifonctionnelles, notamment en tant que source alimentaire, énergétique, médicinale et outils biotechnologiques (**Rasyid, 2017**).

Elle trouve également des applications dans les industries pharmaceutique et cosmétique, en tant que source d'énergie et pour l'extraction de colorants (**Castro-gonzález et al., 1996**).

III-4 -2-1 En Alimentation

Ulva lactuca est un ingrédient prisé dans l'industrie culinaire de divers pays tels que le Chili, les Philippines, la Jamaïque, le Pérou, l'Écosse, Hong Kong et Taïwan. De plus, elle est utilisée en Amérique du Nord, en Europe et au Japon comme complément alimentaire pour les volailles, les ovins et les bovins, ainsi que comme engrais (Castro-González et al., 1996).

En général, les algues marines sont intégrées à l'alimentation humaine ou animale en raison de leur richesse en minéraux ou de leurs propriétés fonctionnelles liées aux polysaccharides. Leur valeur nutritionnelle en protéines est rarement mise en avant (Fleurence, 1999), Et aussi sont couramment utilisées comme emballage pour les sushis que comme assaisonnements, condiments ou légumes, représentant ainsi entre 10% et 25% de l'alimentation de la plupart des Japonais (Yaich et al., 2011) . *Ulva lactuca*, abondante en éléments nutritifs, est couramment utilisée en salade et dans la confection du kimchi (Madhusudan et Baskaran, 2023).

III-4 -2-2 En cosmétique

Ulva lactuca a été décrite comme ayant des propriétés protectrices contre les radicaux libres, lesquels sont responsables du vieillissement cutané (Janssens-Böcker et al., 2023).

III-4 -2-3 En Thérapeutique

Ulva lactuca est connue depuis la préhistoire pour son utilisation dans le traitement de l'hyperlipidémie, des coups de chaleur et de diverses maladies urinaires en tant que complément alimentaire en médecine chinoise (Yu-Qing et al., 2016). Il est également connu pour sa richesse en composés actifs aux propriétés antioxydantes, antibiotiques et anticancéreuses. Ces composés sont également utilisés dans le traitement des affections pulmonaires telles que la tuberculose, ainsi que des maladies rhumatismales (Arsianti et al., 2016).

De la même manière, *U. lactuca* a été identifiée comme une source efficace pour contrôler les microorganismes pathogènes humains (Yu-Qing et al., 2016).

IV- Moringa

La *Moringa oleifera* fait partie de la famille des Moringaceae, de l'ordre des Capparidales et de la classe des Magnoleopsida. Elle est la mieux connue du genre *Moringa*, (**Milla et al., 2021**). (*Moringa* ou arbre à tambour), originaire des régions sub-himalayennes du nord-ouest de l'Inde. Elle est largement répandue en Afrique, en Arabie saoudite, en Asie du Sud-Est, dans les îles des Caraïbes et en Amérique du Sud (**Valdez-Solana et al., 2015**). La *Moringa* pousse mieux à des températures comprises entre 25 et 35 °C (77-95 °F) ; elle est assez tolérante à la sécheresse mais prospère davantage avec des précipitations annuelles de 250 à 1500 mm (**Doerr et Cameron, 2005**) . Ses feuilles pennées sont divisées en folioles disposées sur un rachis (**Norma et al., 2008 in Milla et al., 2021**). C'est un arbre pouvant atteindre 7 à 12 m de hauteur et 20 à 40 cm de diamètre (**Paliwal et al., 2011 in Milla et al., 2021**).

La *Moringa* s'est révélée contenir de nombreux nutriments essentiels, notamment des vitamines (**Abdullrazis et al., 2014**). La plante est entièrement comestible, des feuilles aux racines (**Bolarinwa et al., 2019**). Les feuilles de l'arbre de *Moringa* sont riches en propriétés nutritionnelles et sont 100% comestibles. Elles constituent une source riche en nutriments tels que les protéines, les glucides, les fibres, le bêta-carotène, la vitamine C et des minéraux comme le calcium, le potassium, le fer et le phosphore (**Joshi et Mehta, 2010 in Sahay et al., 2017**).

Selon (**Rajput et al., 2017**), la teneur en micronutriments est encore plus élevée dans les feuilles séchées ; dix fois plus de vitamine A que les carottes, 17 fois plus de calcium que le lait, 15 fois plus de potassium que les bananes, 25 fois plus de fer que les épinards et 9 fois plus de protéines que le yaourt. Les feuilles de *Moringa* contiennent tous les acides aminés essentiels dans une bonne proportion, qui sont les éléments constitutifs des protéines (**Rajput et al., 2017**)



Figure 6 : Feuilles de *Moringa oleifera* (**Olabode et al., 2015**).

Tableau 11 :La composition nutritionnelle des feuilles de *Moringa oleifera* pour 100g
(Verma et al., 2023).

Nutriments	Feuilles fraîches	Feuilles sèches	Poudre de feuilles
Énergie(cal)	92	329	205
Protéine(g)	6,7	29,4	27,1
Lipides(g)	1,7	5,2	2,3
Glucides(g)	12,5	41,2	38,2
Fibres(g)	0,9	12,5	19,2
Vitamine B1(mg)	0,06	2,02	2,64
Vitamine B2(ng)	0,05	21,3	20,5
Vitamine B3(mg)	0,8	7,6	8,2
Vitamine C(mg)	220	15,8	17,3
Vitamine E(mg)	448	10,8	113
Calcium (mg)	440	2185	2003
Magnésium(mg)	42	448	368
Phosphore(mg)	70	252	204
Potassium(mg)	259	1236	1324
Cuivre(mg)	0.07	0,49	0,57
Fer(mg)	0,85	25,6	28,3
soufre(mg)	-	-	870

IV-1 Utilisations et bienfaits de Moringa

Les feuilles de l'arbre *Moringa oleifera* sont très nutritives et peuvent être consommées fraîches, cuites ou séchées (Doerr et Cameron, 2005). Les feuilles fraîches de Moringa sont utilisées dans la préparation de soupes, ajoutées aux salades locales ou employées comme agent de conservation alimentaire pour prolonger la durée de conservation des aliments, tels que la viande, en réduisant les processus d'oxydation. Après séchage, les feuilles peuvent être transformées en poudre, facilitant ainsi leur ajout à divers aliments tels que les smoothies et une variété de boissons (Olusanya et al., 2020). Dans les pays en développement, *M. oleifera* est utilisé en substitution aux compléments alimentaires importés pour traiter et combattre la

malnutrition, notamment chez les nourrissons et les mères allaitantes, en raison de sa composition chimique (**Dhakar et al., 2011 in Valdez-Solana et al., 2015**). De nombreuses entreprises dans le monde entier fabriquent divers produits à base de feuilles de Moringa, tels que le thé, les comprimés, les capsules, la poudre, les savons et les nettoyants pour le visage de Moringa (**Rajput et al.,2017**).

M. oleifera est également utilisé pour traiter la démence, grâce à sa capacité à favoriser la mémoire spatiale. Des extraits de feuilles ont montré une réduction de l'activité de l'acétylcholinestérase, améliorant ainsi la fonction cholinergique et la mémoire (**Sutalangka et al ., 2013 in Gopalakrishnan et al., 2016**) . En outre, des études ont démontré que le moringa peut être utilisé comme agent anti-néoprolifératif, inhibant ainsi la croissance des cellules cancéreuses et leurs propriétés ont été démontrées pour guérir à la fois le diabète de type 1 et de type 2 (**Gopalakrishnan et al., 2016**).

V- *Citrus limon*

Le citron (*Citrus limon*), largement consommé à travers le monde, est un agrume appartenant à la famille des Rutacées. Au sein du genre *Citrus*, qui inclut également la lime, le pomelo, le pamplemousse et l'orange, le citron est scientifiquement nommé *Citrus lemon* (**Kh et al., 2019**).

Il sont des agrumes ovales à la peau lisse et poreuse. Certains ont une pointe à la base, tandis que d'autres sont arrondis. Certains types sont plus gros que d'autres et rappellent les pamplemousses allongés. Il existe de nombreuses variétés de citrons, notamment le citron des buissons, le citron Eureka, le citron de Lisbonne, le citron Ponderosa, le citron rose panaché, le citron Verna, le citron Villafranca, le citron Yen Ben et le citron Yuzu, offrant une gamme de couleurs allant du jaune verdâtre au jaune vif (**Mohanapriya et al., 2013**) .

La structure histologique du fruit de citron est hétérogène et se compose principalement de flavedo, d'albedo, de vésicules de jus et de parois de segments(**Wang et al., 2013**) .



Figure 7 : fruit de citron (Mohanapriya *et al.*, 2013) .

Le citron (*Citrus limon*) est largement apprécié à travers le monde pour son goût sucré et sa valeur nutritionnelle, ce qui en fait l'un des fruits les plus populaires (Wang *et al.*, 2013). Il joue un rôle crucial dans la santé humaine en raison de leur richesse en vitamine C (acide ascorbique) (Al-qudah *et al.*, 2018). Le citron constitue une source significative de phénols, de vitamines, de minéraux, de fibres alimentaires, d'huiles essentielles et de caroténoïdes (Khan *et al.*, 2021) .

Tableau12 : Composition nutritionnelle pour 100g de citron frais sans zeste. (Département américain de l'agriculture, 2018)

Composition	Valeur
Eau	89g
Énergie	29kcal
Protéine	1,1g
Lipides totaux (graisses)	0,3g
Cendre	0,3g
Thiamine	0,04 mg
Riboflavine	0,02 mg
Niacine	0,1 mg
Acide pantothénique	0,19 mg
Vitamine B6	0,08 mg
Folate, totale	11µg
Choline, totale	5,1 mg
Vitamine C, acide ascorbique total	53 mg
Calcium, Ca	26 mg
Fer, Fe	0,6 mg
Magnésium, Mg	8 mg
Manganèse, Mn	0,03 mg
Phosphore, P	16 mg
Potassium, K	138 mg
Zinc, Zn	0,06 mg

Des recherches antérieures ont indiqué que le zeste de citron renferme davantage de composés polyphénoliques et de fibres alimentaires que la pulpe . Sur le plan structurel, le zeste de citron se compose de deux couches : la couche externe, appelée flavedo, et la couche interne, appelée albedo. Le flavedo contient des quantités élevées de composés polyphénoliques tels

que l'hespéridine, la diosmine, l'ériocitrine et la narirutine , tandis que l'albedo est riche en fibres, notamment en pectine(Tinh et al., 2021) .

De plus, est une source importante de sucres, de vitamines, de minéraux et de composés aromatiques(Ouq et al., 2023) .

Tableau 13 : Caractéristiques physico-chimiques des zestes de citron (Janati et al., 2012) .

Paramètre	La valeur
Protéine %	9,42
Fibre %	15,18
Cendre %	6,26
Matière grasse %	4,98
Sodium (mg)	755,50±0,058
Potassium (mg)	8600,00±0,028
Calcium (mg)	8452,50±0,050
Cuivre (mg)	4,94±0,012
Fer (mg)	147,65±0,068
Magnésium (mg)	1429,50±0,008
Zinc (mg)	13,94±0,007
Phosphore (mg)	6656,25±0,17

V-1 Utilisation de citron

Les agrumes sont largement employés dans l'industrie pour agréments les boissons, assaisonner les salades, et à domicile pour la préparation culinaire de viandes et légumes en en extrayant le jus. Ils servent aussi à la fabrication de cosmétiques, de parfums et à des fins esthétiques (Ur Rehman et al.,2020) .

Le citron (*Citrus limon*) occupe une place primordiale dans l'agriculture et est largement employé pour aromatiser les boissons, les glaces, les desserts et les plats cuisinés en raison de son goût acidulé(Tinhet al.,2021) .De plus , elle peut être consommée fraîche ou transformée, sous forme de jus, confiture, gelée, mélasse, et autres produits(González-Molina et al .,2010).

En Tanzanie, les habitants utilisent aussi le jus de citron pour la peau, en le mélangeant principalement avec l'albumine d'œuf et du miel, puis en l'appliquant sur la peau, surtout la nuit, pour la rendre plus douce et pour traiter les problèmes d'acné. En Palestine, on utilise le jus de citron fraîchement pressé pour soigner les cheveux, accompagné d'huile d'olive, ainsi que pour traiter les troubles du cuir chevelu. De même, l'huile essentielle de C. limon entre dans la composition de shampoings, de désinfectants et de dentifrices en raison de ses propriétés aromatisantes et antibiotiques (Ur Rehman et al., 2020) .

Le citron a traditionnellement été utilisé en médecine en raison de ses effets significatifs bien établis, tels que son activité anticancéreuse, sa capacité à prévenir la formation de calculs rénaux, à abaisser la fièvre et à équilibrer le pH. Ces propriétés sont attribuées à la présence de citral, de limonène, de terpinéol, d'acétate de géranyle et de linalyle. Le zeste de citron, quant à elle, est riche en phytochimiques et présente une activité antimicrobienne et antioxydante plus élevée. Elle est donc considérée comme un agent antimicrobien important, en plus de posséder des propriétés astringentes(Irfan et al.,2019) .

VI- pousses de Broccoli

Le brocoli est un légume nutritif qui regorge de vitamines et de minéraux essentiels. Il renferme également des phytochimiques antioxydants importants tels que le bêta-carotène et l'alpha-tocophérol, ainsi que des indoles et des isothiocyanates (**Moreno et al.,2010**).

Les pousses de brocoli sont une source très concentrée d'isothiocyanates, principalement le sulforaphane, reconnu comme un agent prometteur dans la prévention du cancer. On y trouve également de petites quantités d'analogues du sulforaphane, l'iberine et l'érucine. Ces composés sont stockés dans les plantes sous forme de précurseurs stables appelés glucosinolates (**Munday et al.,2008**).

Les pousses de brocoli, issues de graines germées âgées de 7 à 9 jours, sont riches en glucoraphanine et en indol-glucosinolates, ainsi qu'en composés phénoliques et en autres nutriments essentiels tels que les vitamines A, C, E, les minéraux K, Fe, S, et les caroténoïdes comme la lutéine (**Bokić et al.,2022**).

Il existe des différences significatives dans les concentrations de glucosinolates entre le brocoli mature et les pousses de brocoli, ces dernières contenant jusqu'à 20 fois plus de ces composés. Les pousses de crucifères sont également riches en enzymes inductrices, offrant une protection accrue contre la carcinogenèse par rapport aux légumes matures (**López-Cervantes et al.,2013**).

Le sulforaphane, présent dans les pousses de brocoli, présente diverses propriétés bénéfiques, notamment des effets antihypertenseurs, anticancéreux, cardioprotecteurs, anti-diabétiques de type 2 et hypocholestérolémiants, ainsi que des capacités bactéricides contre *Helicobacter pylori*. De plus, il pourrait avoir un rôle préventif dans la néphropathie (**Bahadoran et al.,2013**).

Selon (**Mahn et Reyes, 2012 in Nagraj et al.,2020**) Certains flavonoïdes, également présents dans le brocoli, ont été associés à la prévention des troubles neurodégénératifs comme la maladie d'Alzheimer en raison de leur capacité à inhiber les enzymes impliquées dans le métabolisme des neurotransmetteurs.

Tableau 15 : les composants des pousses de brocoli (Yanaka, 2018).

Composants	valeurs	Composants	valeurs
Energie	41 kcal	Vitamines	
Eau	87,4g	vitamine D	-
Protein	4,7g	vitamine E	2,5mg
Lipides	0,7g	vitamine K	125µg
Glucides	6,6g	vitamine B1	0,16mg
Minéraux	0,6g	vitamine B2	0,17mg
Sodium	3mg	Niacine	2,6mg
Potassium	105mg	vitamine B6	0,3mg
Potassium	66mg	vitamine B12	0µg
Calcium	43mg	Acide folique	170µg
Magnésium	121mg	Acide pantothénique	1,04mg
Phosphore	1,1mg	vitamine C	80mg
Fer	0,6mg	Fibres alimentaires :	
Cuivre	0,04mg	Soluble dans l'eau	0,3g
Manganèse	0,55mg	Insoluble dans l'eau	1,8g
βCarotène	930µg	Glucosinolates de	440mg
Retinol	78µg	sulforaphane (SGS)	

Partie 2

Partie

expérimentale

Matériel

et

méthodes

L'objectif de notre étude est le développement de deux variantes d'une boisson fonctionnelle sous forme de poudre. La première variante est composée d'*Arthrospira platensis*, d'*Ulva lactuca*, de feuilles de *Moringa oleifera*, de germe de Brocoli, et de *Citrus limon*, tandis que la seconde variante inclut tous ces ingrédients, à l'exception des germes de brocoli. Nous effectuons une comparaison entre ces deux formulations, en évaluant leurs caractéristiques physico- chimiques, microbiologiques et sensorielles. Nous examinons également leurs capacités antioxydantes .

Cette étude nous permet de déterminer la qualité du produit final, ainsi que ses propriétés nutritionnelles et médicinales. Les analyses ont été menées au sein des laboratoires de chimie et de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature, ainsi que de la Faculté des Sciences et Technologies, Ce travail a nécessité environ 5 mois pour être réalisé de 17 janvier 2024 au 15 juin 2024.

I. Matériel

I.1. Matériel biologique

I.1.1. Spiruline

La poudre de spiruline, de couleur bleu-vert, a été achetée puis conservée dans des conditions sèches avant son utilisation. Elle a été utilisée comme une source riche en protéines, vitamines et minéraux.

I.1.2. *Ulva lactuca* (laitue de mer)

Les algues marines de l'espèce *Ulva lactuca* ont été récoltées le 30 avril 2024, manuellement sur la plage de la mer Méditerranée à Aïn Tagouraït, Tipaza. Ces algues se caractérisent par leurs feuilles vertes transparentes et fines, et on les trouve souvent dans les eaux côtières peu profondes. Elles ont été choisies pour cette étude en raison de leur richesse en protéines et éléments nutritifs essentiels tels que le calcium, de magnésium et de potassium.



Figure 08: Lieu de collecte (Ain Tagourait) sur google earth



Figure 09: Photographie *Ulva lactuca* récolté

I.1.3. Les feuilles de Moringa

Les feuilles de Moringa séchées, achetées dans un magasin spécialisée dans la vente d'herbes et d'épices à boumedfaâ la wilaya de Ain defla, proviennent d'un arbre connu pour ses nombreux bienfaits pour la santé se caractérisé par leurs couleur vert clair et de leur forme ovale, et ont été utilisées sous forme de poudre dans cette étude.



Figure 10: Photographie des feuilles de Moringa

I.1.4. Les pousses de brocoli

Les graines de brocoli, originaires de France, ont été utilisées dans cette étude. Elles se distinguent par leur petite taille et leur couleur brune caractéristique. Cependant, l'étude s'est concentrée sur les pousses de brocoli.



Figure 11: Les Graines de brocoli (**Photo originale**)

I.1.5. Le citron

Dans le cadre de cette étude, toutes les parties du citron ont été utilisés. Ils ont été achetés dans un magasin de fruits et légumes à la région de Boumedfaâ la wilaya de Ain defla. Le citron, un agrume au jaune, reconnu pour sa richesse en vitamine C, en minéraux tels que le potassium et le calcium, ainsi que pour sa saveur et son parfum caractéristiques.

II. Méthodes

II.1 Préparation des matières premières

II.1.2 *Ulva lactuca*

Ulva lactuca a été nettoyée avec de l'eau potable, Séchée à l'abri des rayons directs du soleil en la retournant régulièrement, puis soumise à un séchage supplémentaire à 35 C°(Aguilera-Morales et al., 2018) et Broyer ses feuilles.

II.1.3 Feuilles de moringa

Nous avons nettoyé les feuilles avec de l'eau potable, puis nous les avons à nouveau séchées au soleil. Ensuite, les feuilles de Moringa ont été broyées pour obtenir une poudre.

II.1.4 Zeste de citron

Laver le citron à l'eau de manière rigoureuse, le sécher soigneusement, puis retirer la pelure extérieure (falvedo). Faire sécher la pelure à l'abri des rayons directs du soleil jusqu'à ce qu'elle soit complètement déshydratée, puis la broyer finement pour obtenir une poudre.

II.1.5 Citron

Les citrons dont la pelure extérieure a été précédemment enlevée sont découpés (endocarpe) en tranches fines (2 mm), disposer les tranches sur une grille, et les mettre à température (70-80 degrés Celsius) pendant 6 à 8 heures, en remuant le citron toutes les heures environ pour le sécher uniformément, puis le broyer pour obtenir de la poudre.

II.1.6 Les pousses de Broccoli

Les graines de Brocoli ont été trempées dans l'eau pendant 12 heures, puis égouttées et lavées toutes les 12 heures avec de l'eau, avant d'être égouttées à nouveau. Ce processus a été répété pendant 5 à 7 jours pour obtenir des pousses de brocoli (Figure 12). Ensuite, elles ont été séchées au soleil et broyées pour obtenir de la poudre.

Nous avons choisi les pousses de brocoli en raison de leur haute teneur en vitamines essentielles, en protéines, et en sulforaphane, un composé anticancéreux. Les pousses de brocoli, qui sont les jeunes parties de la plante, sont reconnaissables à leur couleur verte vive et leur petite taille pendant la croissance.

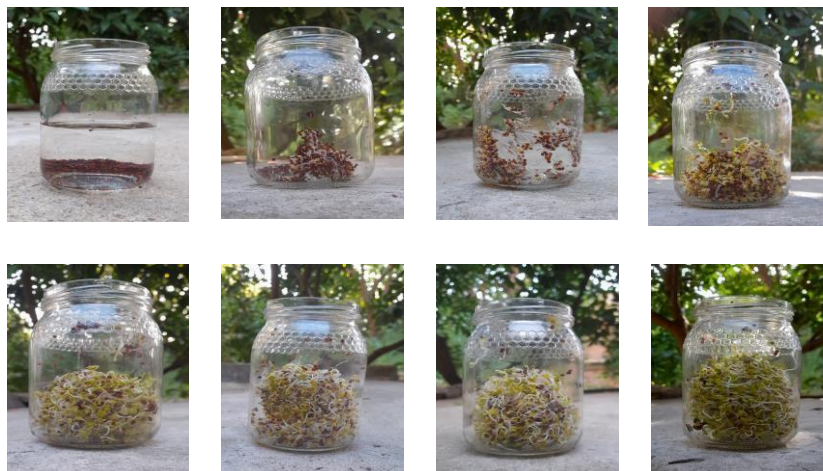


Figure 12: photo des étapes de germination des graines de Brocoli.

II.2 Préparation de première formule (F1) de boisson en poudre

Ajouter une quantité de 16,66% de chaque ingrédient (spiruline, *Ulva lactuca*, pousses de brocoli, feuilles de Moringa, citron et ses zeste) et 3 gouttes d'huile essentielle de citron pour obtenir un arôme agréable pour la poudre. Les ingrédients sont bien mélangés jusqu'à obtenir une préparation homogène et la conservée dans un bocal en verre opaque et étanche (Figure 13).

II.3- Préparation de deuxième formule (F2) de boisson en poudre

Pour préparer la deuxième formule, on va suivre les mêmes étapes que pour la première formule, à l'exception des pousses de brocoli (exclus de la formule), où on mélange 20% de chaque matière (spiruline, *Ulva lactuca*, feuilles de Moringa, citron et ses zestes), le produit obtenu est conservé de la même manière dans un bocal en verre opaque et étanche (figure 13).

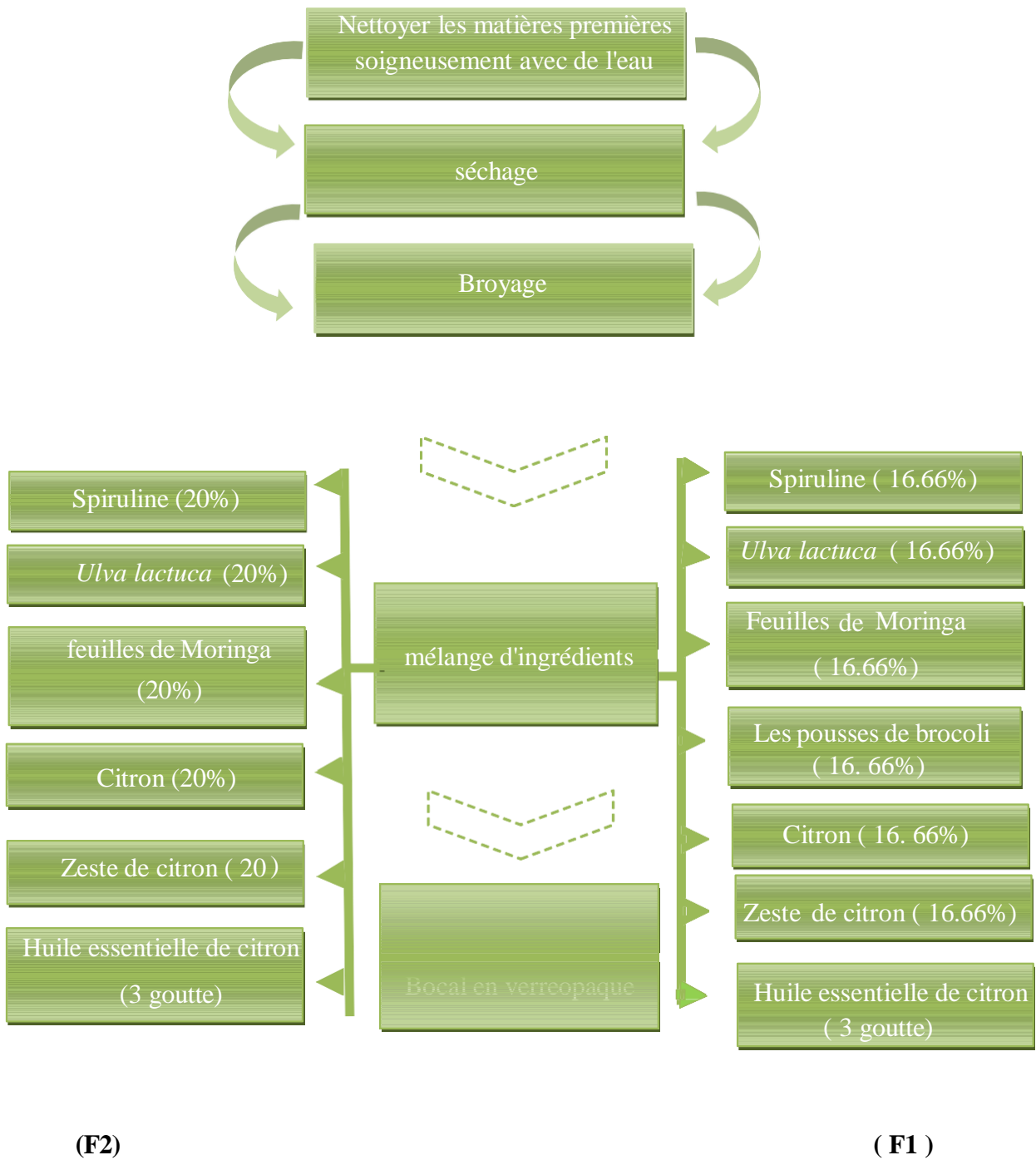


Figure 13: Diagramme de fabrication des deux formules de boisson en poudre pour 100 g.

III. Les Analyses physico-chimiques effectuées sur les deux formules de boisson

III.1 Détermination du potentiel hydrogène (pH)

Un pH-mètre est un appareil utilisé pour déterminer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution, connue sous le nom de pH. Le pH, qui se mesure sur une échelle de 0 à 14, indique le niveau d'acidité ou d'alcalinité (**Pakale et al., 2018**)

III.1.1 Principe

Cette mesure quantifie l'activité des ions hydrogène dans une substance, exprimant ainsi le degré d'acidité ou de basicité. La valeur du pH est directement liée au rapport entre les concentrations d'ions hydrogène [H⁺] et d'ions hydroxyle [OH⁻] (**Pakale et al., 2018**).

III.1.2 Mode opératoire (Detto et al., 2020)

- La mesure a été faite en plongeant l'électrode dans 10 ml d'échantillons.

III.1.3 Expression des résultats

La valeur du pH a été lue sur le cadran de l'appareil (**Detto et al., 2020**). La lecture a été répétée trois fois pour obtenir des résultats précis.

III.2 Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable mesure la concentration totale d'acide dans un aliment. Les acides alimentaires sont généralement des acides organiques, les acides citrique, malique, lactique, tartrique et acétique étant le plus courant (**Sadler et Murphy, 2010**).

III.2.1 Principe

Titration au moyen d'une solution titrée d'hydroxyde de sodium, en présence de phénolphthaléine comme indicateur (**ISO, 1981**).

III.2.2 Mode opératoire (NF V05-101)

Dosage de 10 mL de l'échantillon avec une solution de soude 0,1 N. L'analyse s'est terminée en virant au rose après l'ajout de 2 à 3 gouttes de phénolphaléine.

III.2.3 Expression des résultats

Les résultats obtenus sont la moyenne de trois tests. Les résultats sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Acidité \%} = C \text{ NaOH} \times V \text{ NaOH} \times 0,64 \times 100/P$$

Avec :

C NaOH : concentration de la solution de soude (0,1 mol/l).

V NaOH : volume (ml) de soude ajouté.

P : poids de l'échantillon utilisé pour le test.

0,064 : facteur conventionnel établi pour l'acide citrique d'échantillons. L'acidité titrable est exprimée en équivalent g d'acide citrique par 100 g.

III.3 Détermination de la teneur en extrait sec

III.3.1 Principe

La méthode par séchage repose sur la mesure de la diminution de poids de l'échantillon causée par l'évaporation de l'eau jusqu'à ce que le poids reste constant (**Machhour et al., 2008**).

III.3.2 Mode opératoire

- Sécher le Creuset vide et son couvercle au four à 105 °C pendant 3 heures et transférer dans un dessiccateur pour refroidir. Peser le Creuset vide et son couvercle.
- Peser environ 2 g d'échantillon dans le Creuset. Étaler l'échantillon uniformément.
- Placer le Creuset avec l'échantillon dans le four. Sécher pendant 3 heures à 105 °C.

- Après séchage, transférer le Creuset avec son couvercle partiellement recouvert dans la dessiccateur pour refroidir. Repeser le Creuset et son échantillon séché.

III.3.3 Expression des résultats

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = (W1 - W2) \times 100 / W1$$

où : **W1** = poids (g) de l'échantillon avant séchage

W2 = poids (g) de l'échantillon après séchage

III.4 Détermination de la teneur en cendres

Les cendres sont les résidus inorganiques restants après la combustion ou l'oxydation totale de la matière organique dans un échantillon alimentaire. Ces résidus sont principalement composés des minéraux présents dans l'échantillon, et leur quantification est une étape essentielle de l'analyse immédiate pour évaluer la valeur nutritionnelle (**Ismail, 2017**).

III.4.1 Principe

Les composés organiques subissent une incinération à haute température (550 °C) dans un four à moufle, laissant ainsi la matière inorganique sous forme de cendres. La quantité de cendres est déterminée par le poids de la matière inorganique restante (**Ismail, 2017**).

III.4.2 Mode opératoire (AOAC, 2000)

- Placer le creuset et son couvercle dans le four à 550°C pendant toute la nuit pour garantir que les impuretés à la surface du creuset soient brûlées.
- Refroidir le creuset dans le dessiccateur (30 minutes).
- Peser le creuset et son couvercle avec une précision de 3 décimales.
- Peser un échantillon d'environ 2 g dans le creuset. Chauffer sur une flamme de Bunsen basse avec le couvercle à moitié couvert. Lorsque les fumées ne sont plus produites, placer le creuset et le couvercle dans le four.

- Chauffer à 550 °C pendant la nuit. Pendant le chauffage, ne pas couvrir. Placer le couvercle après le chauffage complet pour éviter la perte de cendres légères. Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser les cendres avec le creuset et le couvercle lorsque l'échantillon devient gris. Sinon, remettre le creuset et le couvercle dans le four pour une nouvelle calcination.

III.4.3 Expression des résultats

$$\text{Cendres (\%)} = \text{Poids des cendres} \times 100 / \text{Poids de l'échantillon}$$

III.5 Détermination de la teneur en protéines (Méthode Kjeldhal)

La méthode Kjeldahl est couramment utilisée pour mesurer la teneur en protéines dans les produits alimentaires (**Kjeldahl, 1883**).

III.5.1 Principe

La méthode repose sur la conversion de l'azote organique en sulfate d'ammonium par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, suivi d'une mesure après déplacement dans un milieu alcalin et distillation sous forme d'ammonium.

III.5.2 Mode opératoire

- Placer un échantillon (0,5 à 1,0 g) dans un ballon de digestion.
- Ajouter 5 g de catalyseur de Kjeldahl et 200 ml de H₂SO₄ concentré.
- Préparer un tube contenant les produits chimiques ci-dessus sauf l'échantillon comme blanc. Placer les ballons en position inclinée et chauffer doucement jusqu'à ce que l'écume cesse. Faire bouillir vigoureusement jusqu'à ce que la solution soit claire.
- Refroidir et ajouter 60 ml d'eau distillée avec précaution.
- immédiatement, connecter le flacon au bulbe de digestion sur le condenseur et plongez l'extrémité du condenseur dans l'acide standard avec 5 à 7 gouttes de mélange indicateur dans le récipient. Faites tourner le flacon pour bien mélanger le contenu ; puis chauffez jusqu'à ce que tout le NH₃ soit distillé.

- Retirer le récepteur, laver l'extrémité du condenseur et titrer l'excès d'acide standard distillé avec une solution de NaOH standard.

III.5.3 Expression des résultats

$$\text{Protéine (\%)} = (A-B) \times N \times 1.4007 \times 6.25 / W$$

Où **A** = volume (ml) de 0,2 N HCl utilisé pour la titration de l'échantillon

B = volume (ml) de 0,2 N HCl utilisé dans la titration blanche

N = Normalité de l'HCl

W = poids (g) de l'échantillon

14,007 = poids atomique de l'azote

6,25 = le facteur de conversion protéine-azote pour les poissons et leurs sous-produits

III.6 Détermination de la teneur en matières grasses (Méthode de Soxhlet)

La méthode de Soxhlet est une technique, employée pour extraire les lipides des aliments (Hewavitharana et al., 2020).

III.6.1 Principe

La matière grasse est extraite de manière semi-continue en utilisant un solvant organique qui est chauffé pour être volatilisé, puis condensé au-dessus de l'échantillon. Le solvant s'égoutte ensuite sur l'échantillon, l'imbibe et extrait la graisse. Toutes les 15 à 20 minutes, le solvant est siphonné vers le ballon chauffant pour relancer le processus. La quantité de matières grasses est déterminée en mesurant la perte de poids de l'échantillon ou le poids de la graisse extraite (Nielsen et Carpenter, 2017).

III.6.2 Mode opératoire

- Placer le ballon et son couvercle dans l'incubateur à 105°C pendant toute la nuit pour s'assurer que le poids le ballon est stable.
- Peser environ 10 g d'échantillon sur un cartouche.
- Prendre l'échantillon dans un manchon d'extraction et le transférer dans le Soxhlet.
- Remplir le ballon avec environ 250 ml d'hexane et la placer sur le chauffe-ballon.
- Connecter l'appareil Soxhlet et mettre de l'eau pour les refroidir, puis allumer le chauffe-ballon
- Chauffer l'échantillon pendant environ 4 heures .
- Évaporer le solvant en utilisant le condenseur sous vide.
- Incuber le ballon à 80-90°C jusqu'à ce que le solvant soit complètement évaporé et que le ballon soit complètement sèche.
- Après séchage, transférer le ballon avec son couvercle partiellement couvert dans le dessiccateur pour refroidir. Re-peser le ballon et son contenu séché.

III.6.3 Expression des résultats :

$$\text{Matière grasse \%} = \text{Poids de matière grasse} \times 100 / \text{Poids de l'échantillon}$$

III.7 Détermination de la Teneur en Sucres totaux (Méthode de Dubois)

La méthode phénol-sulfurique repose sur la réaction des sucres simples ou complexes, ainsi que de leurs dérivés, dont les esters de méthyle possédant des groupes réducteurs libres ou potentiellement libres, avec du phénol et de l'acide sulfurique concentré. Cette réaction produit une couleur jaune-orange, qui est à la fois sensible et stable (**Dubois et al., 1956**).

III.7.1 Principe

La méthode implique que l'acide sulfurique concentré déshydrate les polysaccharides pour produire de l'acide uronique et de l'hydroxyurée formaldéhyde, qui se condensent ensuite avec le phénol pour former des composés orange-rouge. La profondeur de la couleur est proportionnelle

à la teneur en sucre dans une plage de concentration donnée, pouvant être mesurée à une longueur d'onde de 490 nm (Yue et al., 2022).

III.7.2 Mode opératoire

- Ajouter 20 mL d'acide sulfurique (0,5 M) à 0,5 g d'échantillon, puis placer le mélange dans une étuve à 105°C pendant 3 h.
- Transférer le mélange dans une fiole, ajuster le volume à 500 mL avec de l'eau distillée, filtrer la solution et la conserver à 4°C.
- Préparer des dilutions de 1/3 à partir du filtrat (3 essais).
- Déposer 1 mL de chaque essai, 1 mL de phénol à 5% et 5 mL d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 96% dans des tubes.
- Agiter les tubes (vortex), les maintenir dans l'étuve à 100°C pendant 5 min, puis les laisser dans l'obscurité pendant 30 min.
- Lire la densité optique à une longueur d'onde de 490 nm.

III.7.3 Expression des résultats

Les sucres totaux sont quantifiés en utilisant les densités optiques mesurées de l'échantillon analysé, en les comparant avec la courbe d'étalonnage.

IV. Analyses microbiologique effectuées sur deux formules de boissons

On a effectué la recherche et dénombrement des microorganismes conformément à l'arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires « journal officiel de la république algérienne N°39 du « 2 juillet 2017 » (Voir Annexe 03)

- ✓ Germes aérobies à 30 °C
- ✓ Coliformes thermotolérants
- ✓ Moisissures
- ✓ *Salmonella*

IV.1 Préparation de la suspension mère (ISO, 2017)

- Utiliser la balance électronique pour peser 1 g de l'échantillon.
- Ajouter environ 9 ml de diluant stérile par-dessus (l'eau physiologique).
- Utiliser le Vortex pour homogénéiser pendant une minute.
- Ensuite, la solution mère est soumise à une revivification pendant 30 à 45 minutes à température ambiante.

IV.1.1 Préparation des dilutions décimales

- L'échantillon a été homogénéisé en agitant énergiquement le flacon pour assurer une répartition uniforme des microorganismes.
- Utiliser une pipette graduée stérile pour prélever 1 ml de la suspension mère de manière aseptique, puis l'introduire dans un premier tube contenant 9 ml de diluant stérile. Ensuite, agiter manuellement le tube, ce qui constitue une dilution décimale 10^{-1} .
- Utiliser une pipette graduée stérile pour prélever 1 ml de la dilution décimale 10^{-1} , puis l'introduire dans un second tube contenant 9 ml de diluant stérile. Homogénéiser le mélange, ce qui constitue la dilution décimale 10^{-2} .
- Utiliser une pipette graduée stérile pour prélever 1 ml de la dilution décimale 10^{-2} , puis le transférer dans un troisième tube contenant 9 ml de diluant stérile. Homogénéiser le mélange à l'aide d'un vortex pour obtenir la dilution décimale 10^{-3} .

IV.2 Recherche et Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

La flore mésophile aérobie totale regroupe les micro-organismes capables de se multiplier en présence d'air à des températures moyennes, notamment entre 25 et 40°C, température optimale pour leur croissance. Ces micro-organismes peuvent être pathogènes ou responsables de la détérioration des aliments (**Bougeois et Leveau, 1996**).

IV.2.1 Mode opératoire (ISO, 2013)

- Utiliser une pipette graduée stérile pour prélever 1 ml de la dilution, puis l'ajouter dans une boîte de Pétri stérile.
- Verser uniformément environ 20 ml de gélose (PCA), puis homogénéiser le tout en effectuant des mouvements circulaires en forme de huit, permettant ainsi à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser ensuite solidifier sur une surface froide.
- Ajouter une seconde couche d'environ 4 ml de la même gélose, mélanger jusqu'à homogénéisation, puis laisser solidifier.
- Préparer de la même manière pour les autres dilutions à l'aide d'une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution décimale.

IV.2.2 Incubation

Retourner les boîtes ainsi préparées et les placer dans l'incubation à 30 C° pendant 72 h.

IV.2.3 Lecture des résultats

On compte les colonies qui se sont développées dans les boîtes de Pétri. Les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies sont sélectionnées, et la concentration bactérienne est calculée en utilisant la formule suivante

$$N = \frac{a}{(n_1 + 0,1n_2) d}$$

avec :

Somme a : somme des ufc (unités formant colonie) de toutes les boîtes retenues de 2 dilutions successives

V : volume inoculumensemencé

n₁ : nb de boîtes à la 1ère dilution

n₂ : nb de boîtes à la 2ème dilution

d : facteur de dilution de la 1ère dilution retenue

IV.3 Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

E. coli est une bactérie à Gram négatif, de forme droite en bâtonnet, non sporulée, n'est pas résistante à l'acide, et se présente en bacilles isolés ou en paires (**Basavaraju et Gunashree, 2022**).

La température optimale pour la croissance d'*E. coli* se situe généralement entre 35 et 40 °C (**Yang et al., 2020**).

IV.3.1 Mode opératoire (ISO, 2006)

- Transférer à l'aide d'une pipette stérile 1ml des dilutions appropriées au centre de chaque boîte. Utiliser une nouvelle pipette stérile pour inoculer chaque dilution dans les boîtes.
- Verser environ 15ml du milieu VRBL dans chaque boîte de Petri, Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture avec des mouvements circulaires et en forme de huit et laisser le mélange se solidifier
- Après solidification complète, couler à la surface du milieuensemencé environ 4ml du milieu VRBL, Laisser solidifier comme décrit ci-dessus.

IV.3.2 Incubation

Retourner les boîtes ensemencées de façon que le bas soit tourné vers le haut et les placer dans l'incubation réglée à 44 °C pendant 18 h à 24 h. Le temps total d'incubation ne doit pas être supérieur à 24 h.

IV.3.3 Lecture des résultats

Après la période d'incubation spécifiée, sélectionner les boîtes de Petri ayant, si possible, 10 ou plus de 10 et moins de 150 colonies. Procéder au comptage à l'aide du compteur des colonies violacées ayant un diamètre minimal de 0,5 mm (parfois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile).

IV.4 Recherche et dénombrement des levures et les moisissures

Les levures font partie d'un groupe d'organismes appelés "champignons", qui englobe également les moisissures, et sont généralement des organismes unicellulaires adaptés à des environnements spécialisés (**Perricone et al., 2017**).

Les levures sont des micro-organismes aérobies mésophiles qui se développent à la surface d'un milieu gélosé à 25 °C, formant généralement des colonies présentant un contour régulier et une surface plus ou moins convexe (**ISO, 2008**).

Les moisissures sont des micro-organismes aérobies filamenteux mésophiles qui se développent généralement à la surface d'un milieu gélosé, formant souvent des propagules ou des germes plats ou duveteux, ainsi que des colonies présentant fréquemment des fructifications colorées et diverses formes de sporulation (**ISO, 2008**).

IV.4.1 Mode opératoire (ISO, 1987)

Effectuer un ensemencement en surface en utilisant la "technique du râteau", de la manière suivante:

- Utiliser une pipette pasteur stérile pour prélever 4 gouttes (0,1 ml) de la dilution décimale, puis déposer ces gouttes sur la surface d'une boîte de Pétri stérile contenant de la gélose Sabouraud.
- Utiliser un râteau fabriqué à partir d'une pipette pasteur pour étaler l'inoculum.

IV.4.2 Incubation

Les boîtes sont ensuite mises à incuber à 25 °C pendant cinq jours.

IV.4.3 Lecture des résultats

Le comptage des colonies blanches ou colorées, lisses et crémeuses de levures, ainsi que des moisissures sous forme poudreuse (**Degnon et al., 2013**).

IV.5 Recherche des Salmonella

Le genre *Salmonella*, faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae, a été nommé en hommage au Dr. Salmon, un vétérinaire et bactériologiste américain du 19^e siècle. Ce genre se caractérise par la présence de bacilles à coloration Gram-négative, qui ne produisent pas de spores, et qui sont généralement mobiles grâce à des flagelles péritriches (Korsak et al., 2004).

Salmonella est une bactérie mésophile dont la croissance optimale se situe à proximité de la température corporelle des animaux à sang chaud (35-43°C) (Korsak et al., 2004).

IV.5.1 Enrichissement

IV.5.1.1 Mode opératoire (ISO, 2012)

- Prélever initialement 1 ml de la dilution décimale 10^{-1} à l'aide d'une pipette graduée stérile, puis le transférer dans un tube contenant 10 ml de bouillon SFB stérile et homogénéiser le mélange.

IV.5.1.2 Incubation

L'incubation se fait à une température de 37°C pendant 24 heures.

IV.5.1.3 Lecture des résultats

Sont considérés positifs les tubes ayant virés au noir.

IV.5.1.2 Isolement

IV.5.2 Mode opératoire (ISO, 2012)

- Prélevez 1 ml des tubes positifs de l'enrichissement à l'aide d'une pipette graduée stérile, puis introduisez-le dans une boîte de Pétri stérile.
- Verser entre 15 ml et 20 ml de gélose (*Salmonella-Shigella*) de manière homogène en effectuant des mouvements circulaires et en forme de huit, puis laisser solidifier.

IV.5.2.1 Incubation

L'incubation se fait à la température de 37°C pendant 24 heures.

IV.5.2.2 Lecture des résultats

Les Salmonelles apparaissent sous forme de colonies incolores transparentes avec ou sans centre noir.

IV.6 Détermination de l'activité antioxydante des deux formules de boissons

On utilise un radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) stable pour mesurer l'activité de capture des radicaux libres (Khan *et al.*, 2017).

IV.6.1 Principe

Le composé chimique DPPH contient un électron non apparié sur un atome d'azote. Cette configuration empêche les molécules de former des dimères, les maintenant dans une forme monomère relativement stable à température ambiante. La délocalisation de l'électron est également responsable de la couleur bleu-violet caractéristique de la solution de DPPH. Pour évaluer l'efficacité d'un antioxydant, on mesure la diminution de la coloration bleue résultant de la recombinaison des radicaux DPPH, ce qui est mesurable par spectrophotométrie à 515-518 nm. En présence de pièges de radicaux libres, le DPPH violet se transforme en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine jaune (Fadili *et al.*, 2015).

IV.6.2 Mode opératoire

500 µL d'extrait (préparé avec 5 mg d'échantillon et 2 ml d'éthanol à 98%) ont été dilués avec 1 ml d'éthanol. À partir de cette solution mère, plusieurs volumes différents ont été préparés (20 µL, 40 µL, 60 µL, 80 µL, 100 µL, 200 µL et 250 µL). Pour chaque volume, 1 ml d'éthanol à 98% et 1 ml de la solution éthanolique de DPPH (0,004 g) ont été ajoutés. L'absorbance a été lue à 517 nm après une incubation de 30 minutes dans l'obscurité à température ambiante.

IV.6.3 Expression des résultats (Bougandoura et Bendimerad, 2013)

Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (I%).

$$I\% = \left[\frac{\text{Abs contrôle} - \text{Abs test}}{\text{Abs contrôle}} \right] \times 100$$

Les valeurs de l'EC50 ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire.

V. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle a été effectuée sur deux variantes de boissons : la première composée de spiruline, d'*Ulva lactuca*, de feuilles de moringa, de citron et de ses zestes, auxquels s'ajoutent des pousses de brocoli (F1), tandis que la seconde (F2) inclut les mêmes ingrédients que la première à l'exception des pousses de brocoli.

Cette analyse a été réalisée au niveau de l'université Djilali Bounaama de Khemis Miliana et au niveau de la région de Boumedfaa, Ces boissons ont été soumises à l'évaluation de vingt participants, qui ont disposé d'eau minérale pour rincer leur bouche. Les participants ont ensuite évalué les boissons en fonction de leur couleur, odeur, goût, texture, et Arôme, en utilisant un modèle d'évaluation gustative sur une échelle de 1 à 10 pour chaque caractéristique. En outre, une évaluation de l'acceptabilité générale du produit a été réalisée.

Résultats
Et
Discussion

I- Résultats des analyses physico-chimiques

I-1 Extrait sec total

L'extrait sec total des matières premières et du produit fini est présentée dans la figure (14)

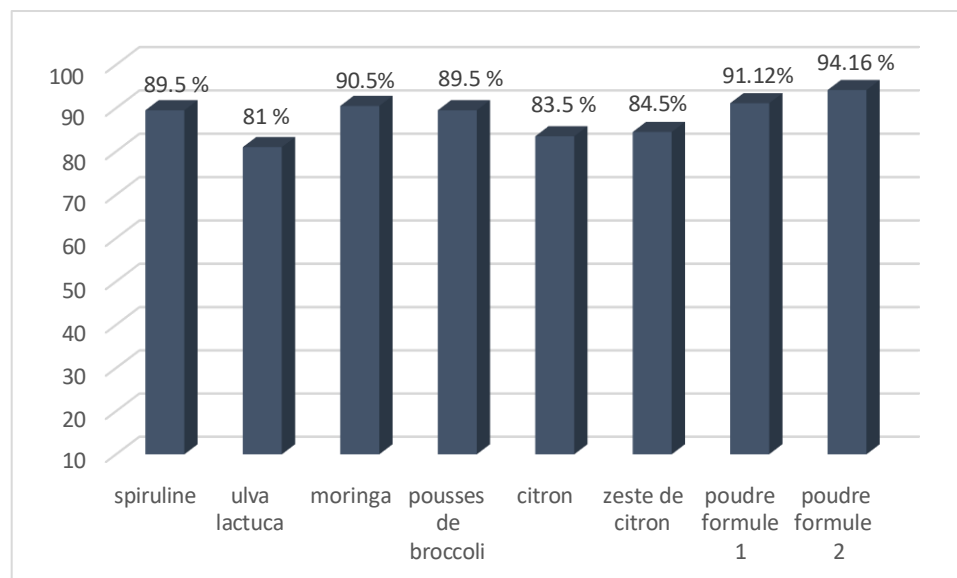


Figure 14 : Histogramme illustrant la quantité d'extrait sec total des diverses matières premières et des deux préparations pour boisson.

Après avoir analysé les niveaux d'extrait sec des matières premières et de la poudre de boisson dans leurs formulations respectives, nous observons que la spiruline représente 89,5 % de l'extrait sec, très proche des 88,08 % rapportés par (Alvarenga et al., 2011). Pour l'*Ulva lactuca*, nous avons mesuré un taux de 82 %, ce qui est comparable aux résultats de (Pádua et al., 2004) avec 81,08 %, ainsi qu'à celui de (Rasyid, 2017) avec 83,1 %.

Concernant le Moringa, nous avons obtenu un taux de 90,5 % d'extrait sec, proche des 91,93 % trouvés par (Ilyas et al., 2015). Enfin, les pousses de brocoli ont montré un taux d'extrait sec de 89,5 %. Cette différence par rapport au faible taux de 12,6 % observé par (Yanaka, 2018) s'explique par le fait que nos échantillons sont séchés, contrairement aux pousses fraîches étudiées par l'auteur précédemment cité.

Pour le citron et le zeste, on a enregistré respectivement des valeurs de 83,5 % et 84,5 %. En les comparant aux résultats de (Wang et al., 2017), qui étaient de 90,75 % pour le citron et 89,8 % pour le zeste, selon (Ijege et al., 2013), on constate que ces valeurs sont relativement plus élevées que les nôtres.

On a obtenu une valeur de 91,12% pour la première formule de la boisson, et une valeur de 94,16% pour la deuxième formule. Ces valeurs sont relativement proches de la valeur enregistrée de 93,94% pour le thé Lipton selon (Ubbor *et al.*, 2022).

I-2 Teneur en cendres

Cette analyse a été réalisé sur toutes les matières premières ainsi que sur les deux préparations pour boisson. Les valeurs en pourcentage sont présentées dans l'histogramme suivant

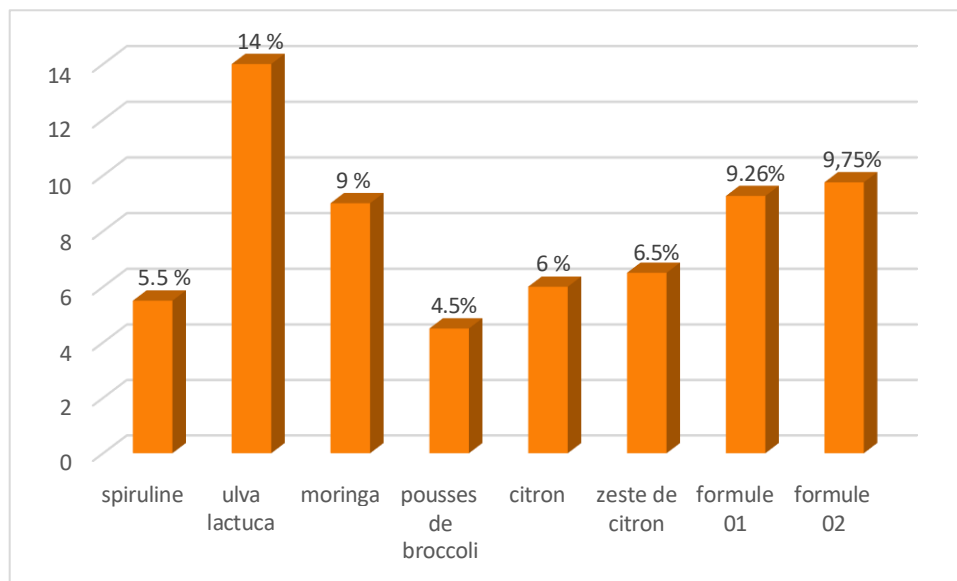


Figure 15 : Histogramme représente la teneur en cendres des matières premières et des deux préparations pour boisson.

Après avoir comparé les résultats concernant les pourcentages de cendres (**figure15**) des matières premières et des deux préparations pour boisson, nous constatons que les valeurs que varient entre 4,5 % et 14 %

On observe que la valeur des cendres de la spiruline est de 5,5 % et celle des pousses de brocoli est de 4,5%. Ces valeurs sont ainsi inférieures à celles étudiées par (Bensehaila *et al.*, 2015), qui sont de 6,88 % pour l'*Arthrospira platensis*, et selon une étude de (López-Cervantes *et al.*, 2013) sur les germes de brocoli, les résultats étaient les suivants : une teneur en cendres de 7,18 % pendant une période de croissance de 5 jours, tandis qu'au huitième jour de croissance, la teneur en cendres était de 5,93 %.

Les variations observées dans les résultats par rapport à d'autres études sur la composition chimique de la spiruline et des pousses de brocoli peuvent être expliquées par diverses conditions telles que les méthodes de culture et de production utilisées.

La valeur des cendres obtenue pour la laitue de mer, représentant 14 % qui est plus grande que celle obtenue par (Debbarma *et al.*, 2016), qui est de 12,41% mais en même temps, elle est inférieure à la valeur trouvée par (Pangestuti *et al.*, 2021), qui est de 17,86%.

Et pour le citron, on observe une valeur de 6 % et qui est quelque peu plus élevée que celle obtenue par (Kefi *et al.*, 2016) qui est de 5,08%.

Cependant, la teneur en cendres de la poudre de Moringa (9 %) et du zeste de citron (6,5 %) était similaire à celle rapportée par (Rajput, 2017), qui était de 9,53 % pour le Moringa et de 6,3 % pour le zeste de citron, selon (Ali *et al.*, 2016).

Les pourcentages de cendres pour les deux formulations de la poudre à boisson étaient également proches, mesurant respectivement 9,26 % et 9,75 %. Ces valeurs sont comparables aux taux de cendres trouvés dans les matières premières.

Comme indiqué par (Cortés-Herrera *et al.*, 2022), la détermination de la teneur en cendres est cruciale pour plusieurs raisons. Elle est une composante de l'analyse proximale utilisée pour l'évaluation nutritionnelle. De plus, l'incinération peut être considérée comme une étape de prétraitement de l'échantillon en vue de l'analyse de minéraux spécifiques.

I-3 PH et Acidité titrable

Le pH des deux préparations pour boissons est représenté dans (la figure 16).

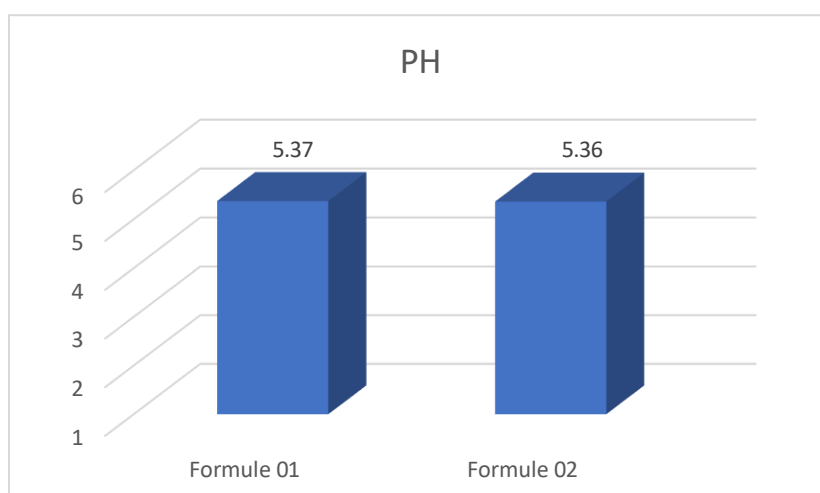


Figure 16 : Histogramme représente la différence de valeurs de pH des deux préparations pour boisson.

D'après les résultats obtenus, aucune différence significative n'a été observée entre les valeurs de pH mesurées pour la première formule de boisson (pH = 5,37) et la deuxième (pH = 5,36). En comparaison, le pH du thé Lipton (pH = 5,06) montre une légère différence par rapport aux pH mesurés pour les formules 1 et 2 (5,37 et 5,36 respectivement). Cependant, une différence significative de pH a été notée par rapport à une boisson à base de zeste de citron et de Moringa, où le pH enregistré était de 4,36 (Ubbor *et al.*, 2022). Cette variation peut être attribuée aux différences dans la composition des boissons et à la concentration de citron qu'elles renferment.

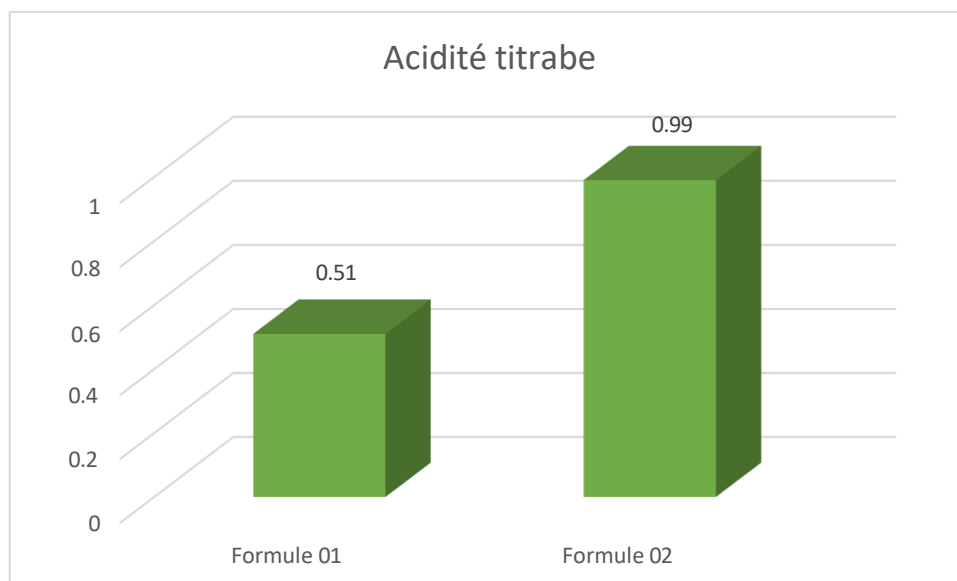


Figure 17 : Histogramme représente les valeurs d'acidité titrable des deux préparations pour boisson.

Nos résultats (**Figure 17**) indiquent que l'acidité titrable de la deuxième Formule (0,99) est plus élevée que celle de la première Formule (0,51), en raison de la différence de concentration en citron et en zestes.

En comparant l'acidité titrable du thé Lipton, mesurée à 0,47, avec nos résultats, nous observons que l'acidité de nos deux formulations de boisson (0,51 et 0,99) est supérieure à celle du thé Lipton. Par rapport à une boisson à base de Moringa et de zeste de citron, qui a montré une acidité titrable de 0,63 (Ubbor *et al.*, 2022), cette valeur se situe entre les deux valeurs obtenues pour notre boisson dans ses deux formulations.

Les acides organiques, comme l'acide citrique présent dans les aliments, influencent plusieurs aspects tels que la saveur en modifiant l'acidité, la couleur en altérant les pigments comme

l'anthocyanine, la stabilité microbienne en raison de la sensibilité au pH des organismes, et la qualité de conservation en raison des réactions chimiques variées des composants alimentaires en fonction du pH (**Sadler et Murphy, 2010**).

I-4 Protéine

La teneur en protéines des deux formules de préparation pour boisson est décrite dans la figure 18, il est observé que la formule 1 (22,80%) présente une concentration en protéines supérieure à celle de la deuxième (18,62%). Cette disparité est attribuable aux différences dans la composition des matières utilisés pour chaque formulation ainsi qu'à leur concentration respective.

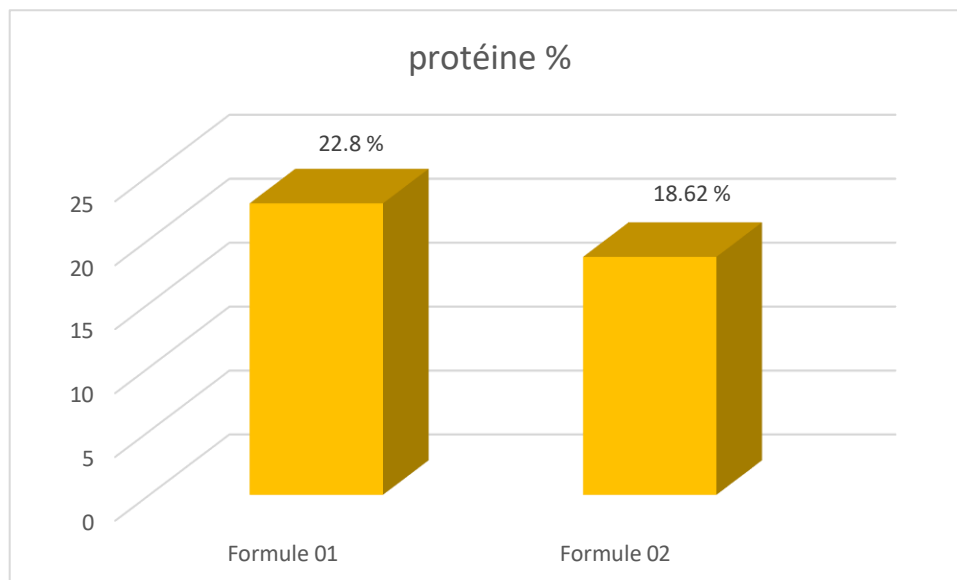


Figure 18 : Histogramme représentant le taux de protéines des deux préparations pour boisson

Lorsque l'on compare les résultats de la teneur en protéines des deux formules de préparations (22,80% pour la première formule, et 18,62% pour la deuxième formule) avec celle du thé Lipton (0,11%), une différence importante est observée entre ces deux catégories. En outre, en les comparant avec une boisson à base de moringa et de zeste de citron, qui contient 6,88% de protéines selon (**Ubbor et al., 2022**), ainsi qu'avec une boisson d'hibiscus avec zeste de citron, qui contient 8% de protéines selon (**Ajayi et Oyerinde, 2020**), on remarque que notre préparation de boisson présente un taux de protéines très élevé. Cette distinction s'explique par la concentration notable de protéines dans les ingrédients de notre boisson par rapport aux autres boissons mentionnées.

Selon (Bonjour, 2005), la consommation de protéines stimule l'absorption du calcium et favorise la sécrétion de l'IGF-1, qui contribue positivement au développement structurel du squelette et à la formation osseuse. Ainsi, les protéines alimentaires sont considérées aussi essentielles que le calcium et la vitamine D pour la santé osseuse et la prévention de l'ostéoporose. Les protéines jouent également un rôle crucial dans la signalisation cellulaire, la régulation, la catalyse, le transport intra et intercellulaire des nutriments et d'autres molécules, la fusion membranaire, le soutien structurel et la protection (Hasan et al., 2017).

I-5 Matière grasse

Les teneurs en matières grasses des deux formulations de boisson végétales, sont présentés dans la figure suivant :

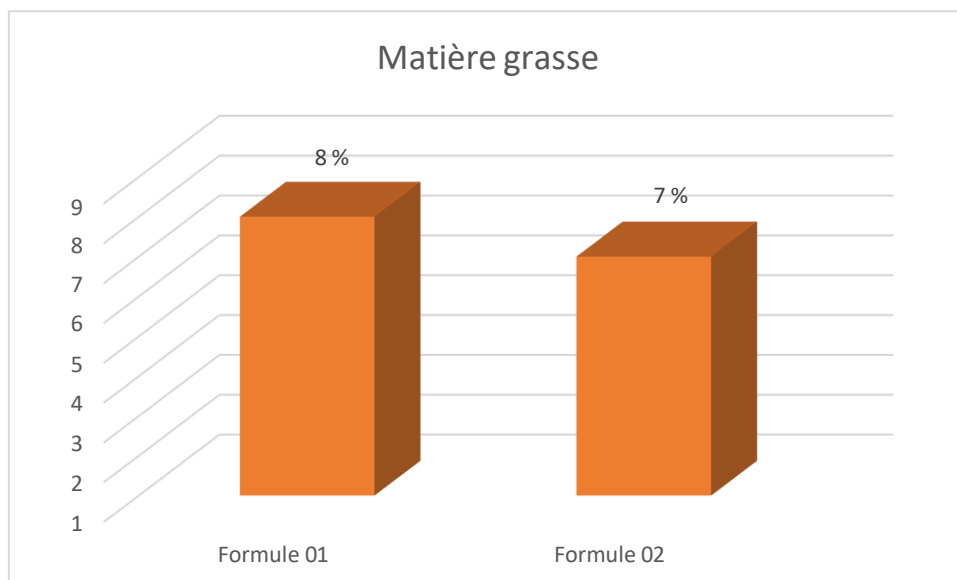


Figure 19 : Histogramme représentant le taux de matière grasse des deux formules de boissons.

Le taux de matière grasse enregistré pour la première formule de boisson était de 8 %, tandis que pour la deuxième formule, il était de 7 %. Ces valeurs indiquent que les pourcentages sont assez proches (Figure 19).

En comparaison, (Ubbor et al., 2022) ont trouvé une valeur de 1,59% pour une boisson contenant du zeste de citron et de la Moringa, et de 2,38% pour le thé Lipton, tandis que (Ajayi et Oyerinde, 2020) ont enregistré une valeur de 0,50% pour une boisson au zeste de citron avec

de l'hibiscus. Ces chiffres sont considérés comme bas en comparaison avec les résultats obtenus pour nos deux formulations de boisson.

Selon (**Zevenbergen et al., 2009**), les matières grasses jouent un rôle essentiel dans l'alimentation en fournissant de l'énergie, en améliorant la digestibilité des aliments secs. Elles sont également cruciales pour enrichir la saveur des aliments, favoriser la sensation de satiété et augmenter leur valeur nutritionnelle (**Kour et al., 2023**).

I-6 Sucres totaux

Les résultats des teneurs en sucres totaux obtenues pour notre boisson dans les deux formulations, sont représentés dans la figure suivant.

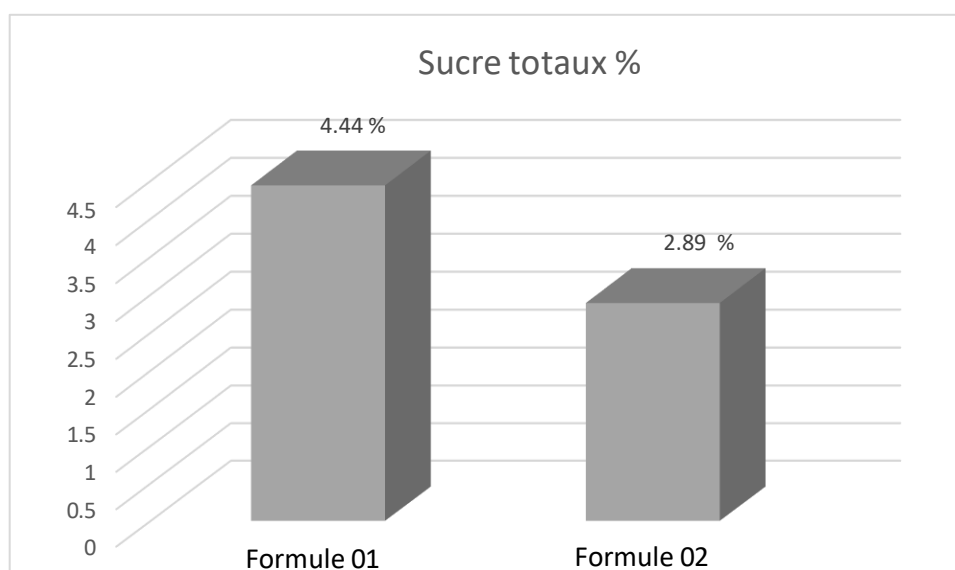


Figure 20 : Histogramme représentant le taux de sucres totaux dans les boissons formulées.

Les résultats de la teneur en sucres totaux indiquent que la première formule de boisson, avec 4,44 %, présente un taux plus élevé que celui enregistré pour la deuxième formule, qui était de 2,89 %.

D'après l'étude de (**Rh et al., 2019**), la boisson aux feuilles de Moringa présente une teneur en sucres totaux d'environ 2,62 %, ce qui est inférieur à la valeur enregistrée pour notre première formulation, mais qui se rapproche de la valeur retrouvée dans la deuxième formule.

En revanche, le jus de betterave, selon la même source, présente une teneur en sucres totaux de 7,2 %, ce qui est plus élevé comparé aux deux formulations de notre boisson.

I-7 Activité antioxydante

Les résultats de l'activité antioxydante obtenue pour les deux formulations ainsi que pour l'acide ascorbique sont représentés sous forme de courbes dans la figure suivant :

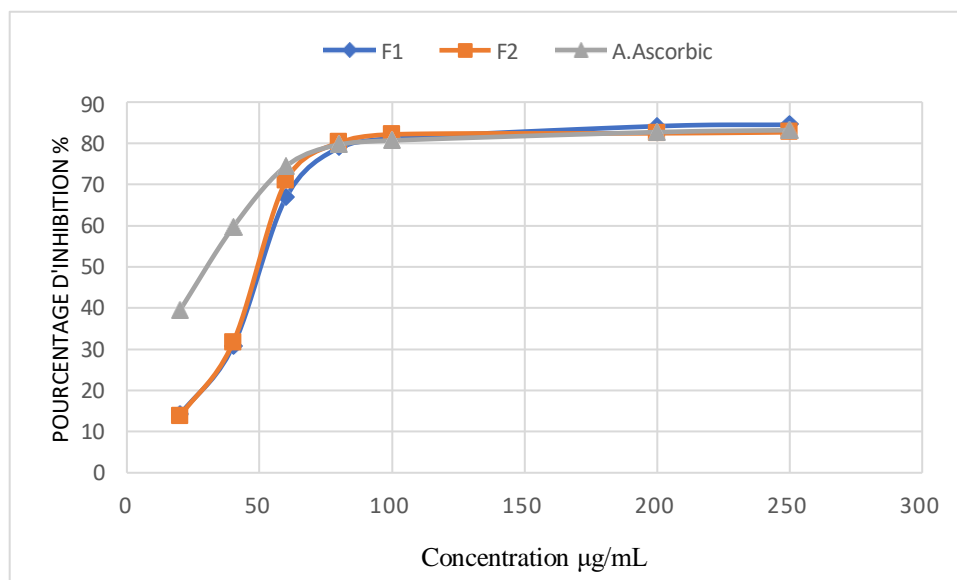


Figure 21 : Actévitité antioxydante de boisson F1 et F2 comparée à l'acide ascorbique à différentes concentration

Les résultats illustrés dans la figure 21 démontrent que nos extraits ainsi que le standard réduisent le radical DPPH de manière dose-dépendante (plus la dose de la substance est élevée, plus l'effet est prononcé, jusqu'à atteindre un certain niveau où l'effet se stabilise). En d'autres termes, le pourcentage de réduction (ou d'inhibition) du DPPH augmente avec la concentration des extraits, jusqu'à atteindre un plateau où l'inhibition se stabilise malgré une concentration accrue des extraits.

La valeur de l'IC₅₀, représentant la concentration d'un extrait ou d'un standard nécessaire pour induire une inhibition de 50% du DPPH, est déterminée à partir de la région linéaire de la courbe montrant le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'extrait ou du standard.

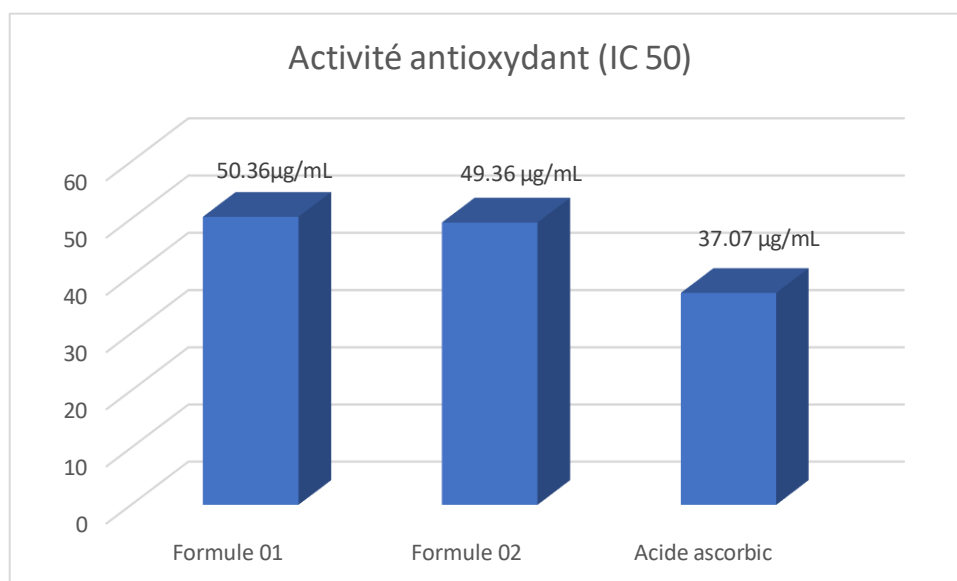


Figure 22 : Histogramme représentant la concentration IC₅₀ des deux formules de boisson.

En comparant les valeurs d'IC₅₀ des deux formulations de notre boisson, on observe des valeurs respectives de 50,36 µg/mL et 49,36 µg/mL, toutes deux supérieures à celle de l'acide ascorbique, enregistrée à 37,07 µg/mL. Cela indique que nos formulations possèdent une activité antioxydante inférieure à celle de l'acide ascorbique.

Cependant, les résultats montrent également une proximité avec ceux de l'herbe médicinale *Sherbournia bignoniifolia*, qui présente une valeur IC₅₀ de 49,5 µg/mL (**Bidie et al., 2011**), et surpassent les résultats de l'herbe médicinale *Ageratum conyzoides*, qui présente une valeur IC₅₀ de 76 µg/mL selon la même source. Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou d'atténuer les effets nocifs des oxydants dans l'organisme en fournissant les électrons manquants aux radicaux libres (**Asben et al., 2019**).

II- Résultats de l'analyse microbiologique

Cette analyse a été effectuée pour évaluer la qualité microbiologique de la préparation pour boisson (les deux formules) par une étude quantitative de la flore microbienne. Conformément aux directives du Journal Officiel Algérien (JORA, 2017), cette étude a inclus la quantification de la flore mésophile aérobie totale (FTAM), *Salmonella*, *E. coli* ainsi que les moisissures. Les résultats obtenus ont ensuite été comparés à ceux du même référentiel. Chaque analyse a été

répétée trois fois pour garantir la fiabilité des résultats, qui sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Tableau représentant les résultats de l'analyse microbiologique de la préparation pour boisson (formule 01 et 02) .

Micro-organismes recherchés	Resultats		Normes (JORA,2017)
	F1	F2	
<i>E.coli</i>	ABS	ABS	$10^{-1} - 10^2$
<i>Salmonella</i>	ABS	ABS	Absence dans 25 g
Moisissures	ABS	ABS	$10^3 - 10^4$
Flore mésophile aérobie totale	2.10^3 UFC	ABS	$10^4 - 10^5$

Les résultats de l'analyse microbiologique de la préparation pour boisson révèlent une absence totale de *Salmonella*, *E. coli*, et de moisissures dans les deux formules, ainsi qu'une absence de flore mésophile aérobie totale dans la formule 02. Cependant, une croissance microbienne a été observée dans la formule 01, estimée à 2.10^3 ufc/ml. Selon le Journal Officiel Algérien, ce résultat est inférieur à la plage spécifiée de 10^4 à 10^5 ufc/ml.

Les résultats obtenus sont conformes aux exigences du Journal officiel de la république algérienne N°39 du « 2 juillet 2017 » confirmant le respect des conditions d'hygiène durant toutes les étapes de fabrication de la préparation pour boisson, depuis le séchage et le broyage jusqu'à l'obtention et la manipulation du produit final. En outre, ces résultats garantissent également le maintien de bonnes conditions de conservation, permettant de considérer la poudre comme ayant une bonne qualité hygiénique et microbiologique.

III- Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle est basée sur six attributs : le goût, la texture, l'arôme, la couleur, l'odeur, l'acceptation du produit, les résultats sont représentés dans la figure 18.

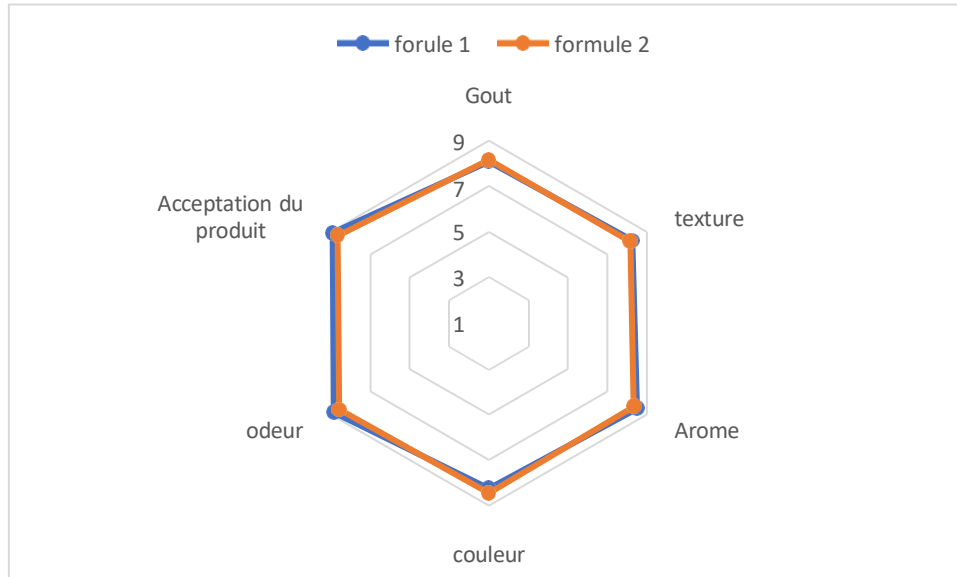


figure 23 : Profil sensoriel des deux formules de boisson

Les résultats de l'analyse sensorielle ont révélé des différences légères entre les deux boissons comparées. La première boisson se distingue par une saveur et un arôme distinctifs ainsi qu'une bonne texture, ce qui a été apprécié par les dégustateurs pour ces aspects sensoriels. En revanche, la deuxième boisson a reçu des évaluations élevées en termes de goût et de couleur, soulignant son attrait parmi les dégustateurs du point de vue gustatif et visuel.

Les aspects sensoriels mentionnés ci-dessus ont été divisés en caractéristiques détaillées, qui sont expliquées dans les figures suivantes :

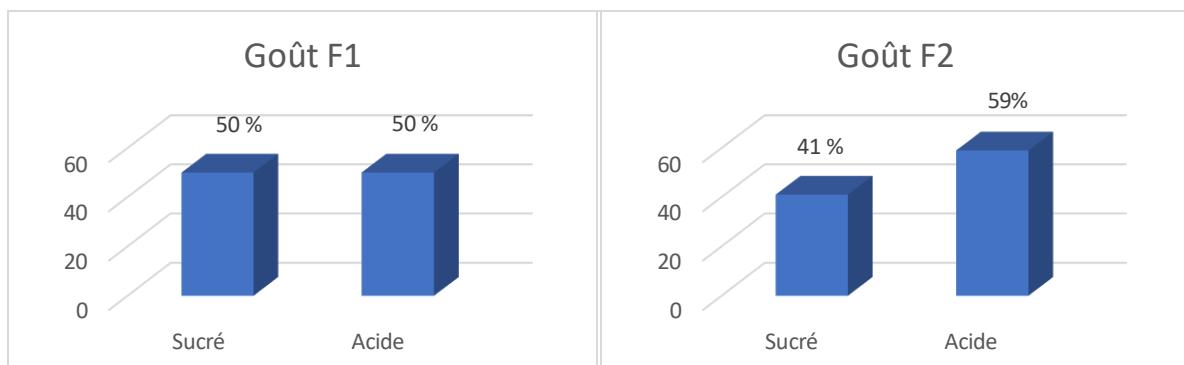


Figure 24 : Histogrammes montrent les différences de goût entre les deux formulations de la boisson selon les dégustateurs.

Pour des raisons organoleptiques, une quantité modérée de sucre a été ajoutée à parts égales dans les deux formulations afin de garantir une expérience gustative agréable aux dégustateurs. Les résultats de l'analyse sensorielle indiquent que 50 % des dégustateurs de la première formulation et 41 % de ceux de la deuxième formulation ont perçu la boisson comme étant Sucré. En revanche, 50 % des dégustateurs de la première formulation et 59 % de ceux de la deuxième formulation ont évalué le goût comme étant Acide

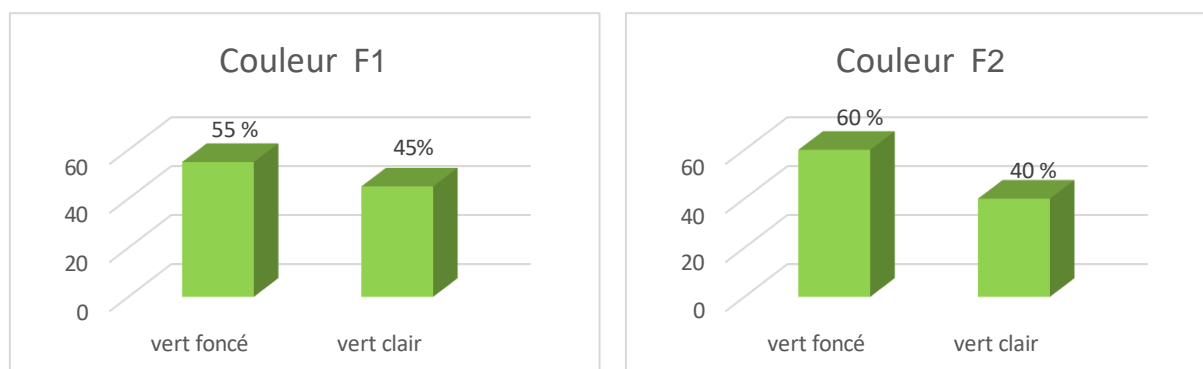


Figure 25 : Histogrammes montrant les différences de couleur entre les deux formulations de la boisson perçue par les dégustateurs.

Pour ce qui est de la couleur, il y avait une différence dans les nuances de vert, où 55 % des dégustateurs de la première formule et 60 % de ceux de la deuxième ont trouvé que la couleur était vert foncé, tandis que 45 % des dégustateurs de la première formule et 40 % de ceux de la deuxième ont trouvé qu'elle était vert clair.

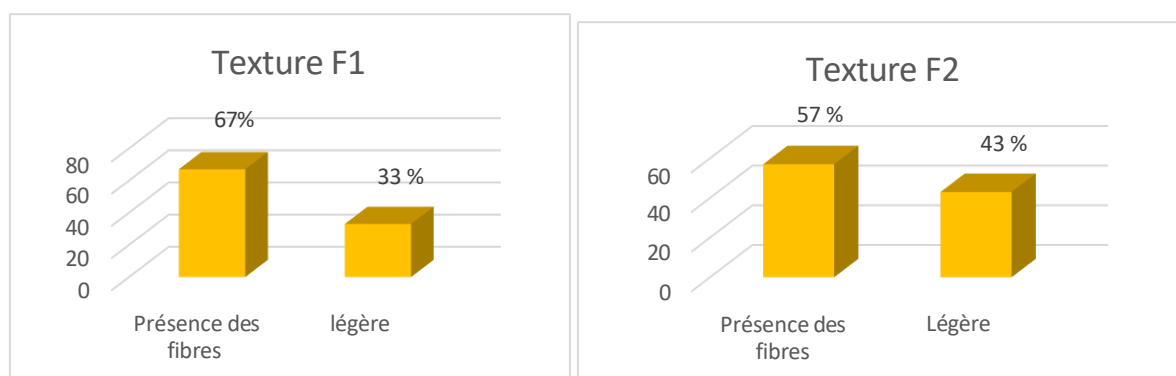


Figure 26 : Histogrammes montrant les différences de texture entre les deux formulations de la boisson perçues par les dégustateurs.

Les avis des dégustateurs ont divergé concernant la texture de la boisson, certains la trouvant légère tandis que d'autres mentionnaient sa richesse en fibres non solubles dans l'eau. En effet, 33 % des dégustateurs de la première formule et 43 % de ceux de la deuxième ont approuvé la première caractéristique, indiquant ainsi une texture légère, tandis que 67 % des dégustateurs de la première formule et 57 % de ceux de la deuxième ont mentionné la présence de fibres non solubles dans l'eau

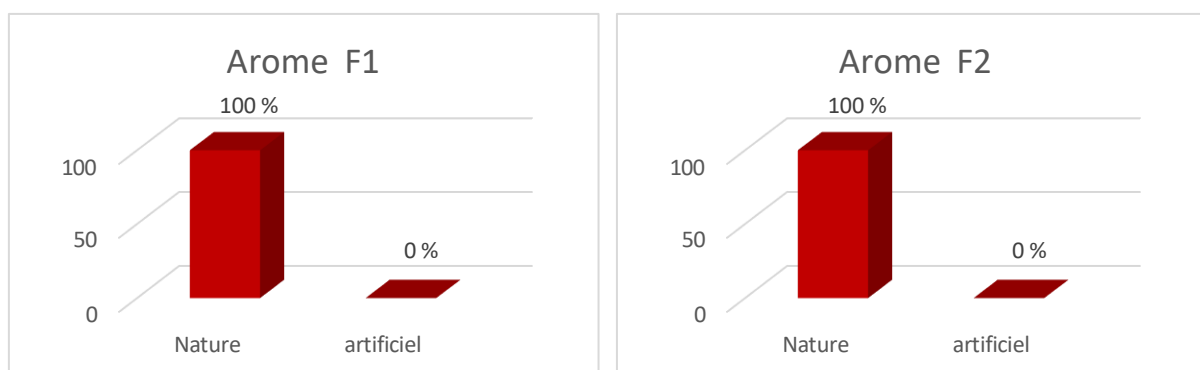


Figure 27: Histogrammes montrant les différences d'arôme entre les deux formulations de la boisson perçue par les dégustateurs.

Pour l'arôme, tous les dégustateurs des deux formulations ont convenu qu'il y avait un arôme naturel à 100%, et qu'il n'y avait aucune saveur artificielle dans la boisson.

Pour ce qui est de l'acceptabilité de la boisson, il y avait une proximité dans les résultats, mais la première formule a légèrement surpassé la deuxième, avec les valeurs moyennes de 8,91 pour la première et de 8,66 pour la deuxième sur dix.

Conclusion

Ce travail porte sur le développement d'une boisson fonctionnelle composée de cinq ingrédients aux nombreux bienfaits (spiruline, *Ulva lactuca*, pousses de brocoli, feuilles de Moringa et citron). Une deuxième formule, sans les pousses de brocoli, a également été préparée pour comparer les différences entre les deux versions. L'étude vise à analyser les différentes caractéristiques physico-chimiques, sensorielles et microbiologiques de la boisson.

À la fin de ce travail, les résultats des analyses physico-chimiques ont montré une bonne qualité, tandis que l'analyse microbiologique a révélé une qualité conforme aux normes officielles algériennes. Quant aux analyses sensorielles, elles ont été satisfaisantes et la boisson a plu aux dégustateurs.

Cette boisson pourrait être une alternative saine aux boissons actuellement disponibles, en raison de ses ingrédients naturels aux multiples bienfaits. Elle contient de la spiruline, une source naturelle riche en protéines, vitamines et minéraux, ainsi que de l'*Ulva lactuca*, qui offre des antioxydants et des éléments nutritifs essentiels. De plus, les feuilles de Moringa et les pousses de brocoli ajoutent à ses vertus en renforçant la santé et en fournissant de nombreux nutriments essentiels.

Ce travail constitue une excellente contribution dans le domaine des boissons, ouvrant de larges perspectives pour des études similaires et le développement de nouveaux produits alimentaires fonctionnels.

Références bibliographiques

A

- **AlFadhly, N. K., Alhelfi, N., Altemimi, A. B., Verma, D. K., & Cacciola, F. (2022).** Tendencias affecting the growth and cultivation of genus Spirulina: An investigative review on current trends. *Plants, 11*(22), 3063.
- **Ali, S., Abdellah, K., Saggai, M., & Bissati, S. et Belkhir, D.,** « Variation de la croissance de la spiruline *Arthrospira platensis* L. dans les eaux souterraines de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional Est Algérien)», V.31, (2016), 0254-0223.
- **Ali, S. K., & Saleh, A. M. (2012).** Spirulina-an overview. *International journal of Pharmacy and Pharmaceutical sciences, 4*(3), 9-15.
- **Amin, M. A., Chondra, U., Mostafa, E., & Alam, M. M. (2022).** Green seaweed *Ulva lactuca*, a potential source of bioactive peptides revealed by in silico analysis. *Informatics in Medicine Unlocked, 33*, 101099.
- **Abou El Azm, N., Fleita, D., Rifaat, D., Mpingirika, E. Z., Amleh, A., & El-Sayed, M. M. (2019).** Production of bioactive compounds from the sulfated polysaccharides extracts of *Ulva lactuca*: Post-extraction enzymatic hydrolysis followed by ion-exchange chromatographic fractionation. *Molecules, 24*(11), 2132.
- **Arsianti, A., Fadilah, F., Fatmawaty, Y., Wibisono, L. K., Kusmardi, S., Azizah, N. N. & Pangestuti, R. (2016).** Phytochemical composition and anticancer activity of seaweeds *Ulva lactuca* and *Euclima cottonii* against breast MCF-7 and colon HCT-116 cells. *Asian J. Pharm. Clin. Res, 9*(6), 115-119.
- **Abdull Razis, A. F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014).** Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian pacific journal of cancer prevention, 15*(20), 8571-8576.
- **Al-Qudah, T. S., Zahra, U., Rehman, R., Majeed, M. I., Sadique, S., Nisar, S., ... & Tahtamouni, R. W. (2018).** Lemon as a source of functional and medicinal ingredient: A review. *Int. J. Chem. Biochem. Sci, 14*, 55-61.
- **Aguilera-Morales, M. E., Canales-Martínez, M. M., Ávila-González, E., & Flores-Ortíz, C. M. (2018).** Nutrients and bioactive compounds of the *Lemna gibba* and *Ulva lactuca* as possible ingredients to functional foods. *Latin american journal of aquatic research, 46*(4), 709-716.
- **AOAC. 2000.** Official methods of analysis of association of official analytical chemists. Washington, D.C.
- **Alvarenga, R. R., Rodrigues, P. B., Cantarelli, V. D. S., Zangeronimo, M. G., Silva Júnior, J. W. D., Silva, L. R. D., ... & Pereira, L. J. (2011).** Energy values and chemical

composition of spirulina (*Spirulina platensis*) evaluated with broilers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 992-996.

- **Ali, J., Abbas, S., Khan, F. A., Rehman, S. U., Shah, J., Rahman, Z. U., ... & Shahid, M. (2016).** Biochemical and antimicrobial properties of citrus peel waste. *Pharmacologyonline*, 3, 98-103.
- **Ajayi, O. A., & Oyerinde, M. O. (2020).** Evaluation of Nutritional composition of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) herbal Tea infused with Ginger (*Zingiber officinale*) and Lemon (*Citrus limon*) Peel. *Australian Journal of Science and Technology*, 4(1), 215-221.
- **Asben, A., Rini, B., & Aini, L. (2019).** The Different of Processing Method Against Polyphenol and Antioxidant Activity of Moringa Herbal Tea. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 327, 1-9.

B

- **Bishnoi, S. (2016).** Herbs as functional foods. *Functional Foods: Sources and Health Benefits*; Mudgil, D., Barak, S., Eds, 141-172.
- **Bradbury, J., Lobstein, T., & Lund, V. (1996).** *Functional Foods Examined: The health claims being made for food products and the need for regulation.*
- **Bhuiyan, M. H. R., Shams-Ud-Din, M., & Islam, M. N. (2012).** Development of functional beverage based on taste preference. *Journal of environmental science and natural resources*, 5(1), 83-87.
- **Branger, B., Cadudal, J. L., Delobel, M., Ouoba, H., Yameogo, P., Ouedraogo, D., ... & Ancel, P. (2003).** La spiruline comme complément alimentaire dans la malnutrition du nourrisson au Burkina-Faso. *Archives de pédiatrie*, 10(5), 424-431.
- **Borowitzka, M. A. (2018).** Biology of microalgae. In *Microalgae in health and disease prevention* (pp. 23-72). Academic Press.
- **BEMIARANA, V., VICENTE, N. et RIVA, A. (2008).** COLLOQUE INTERNATIONAL « SPIRULINE ET DÉVELOPPEMENT ». TOLIARA SUD-OUEST, MADAGASCAR, 184p.
- **Bonanno, G., Veneziano, V., & Piccione, V. (2020).** The alga *Ulva lactuca* (Ulvaceae, Chlorophyta) as a bioindicator of trace element contamination along the coast of Sicily, Italy. *Science of the total environment*, 699, 134329.
- **Bast, F. (2014).** An illustrated review on cultivation and life history of agronomically important seaweeds. *Seaweed: mineral composition, nutritional and antioxidant benefits and agricultural uses*. Nova Publishers, New York, 39-70.

- **Brien, R. O., Hayes, M., Sheldrake, G., Tiwari, B., & Walsh, P. (2022).** Macroalgal proteins: a review. *Foods*, 11(4), 571.
- **Bolarinwa, I. F., Aruna, T. E., & Raji, A. O. (2019).** Nutritive value and acceptability of bread fortified with moringa seed powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(2), 195-200.
- **Bokić, J., Škrobot, D., Tomić, J., Šeregelj, V., Abellán-Victorio, Á., Moreno, D. A., & Ilić, N. (2022).** Broccoli sprouts as a novel food ingredient: Nutritional, functional and sensory aspects of sprouts enriched pasta. *LWT*, 172, 114203.
- **Bahadoran, Z., Mirmiran, P., & Azizi, F. (2013).** Potential efficacy of broccoli sprouts as a unique supplement for management of type 2 diabetes and its complications. *Journal of medicinal food*, 16(5), 375-382.
- **Bougeois C. M. et Leveau J., (1996).** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires : Lavoisier technique et médicale, Paris. Pp. 331.
- **Basavaraju, M., & Gunashree, B. S. (2022).** Escherichia coli: an overview of main characteristics. *Escherichia coli-Old and New Insights*.
- **Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- **Bensehaila, S., Doumandji, A., Boutekrabt, L., Manafikhi, H., Peluso, I., Bensehaila, K., ... & Bensehaila, A. (2015).** The nutritional quality of *Spirulina platensis* of Tamenrasset, Algeria. *African Journal of Biotechnology*, 14(19), 1649-1654.
- **Bonjour, J. P. (2005).** Dietary protein: an essential nutrient for bone health. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(sup6), 526S-536S.
- **Bidie, A. P., N'guessan, B. B., Yapo, A. F., N'Guessan, J. D., & Djaman, A. J. (2011).** Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences & Nature*, 8(1-2), 1-12.

C

- **Casanova, F. P. (2015).** Production of health rice-based drink: use of ultrasound-attenuated lactic acid bacteria and yeasts.
- **Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014).** Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(6), 1192-1206.

- **Charpy, L., Langlade, M. J., & Alliod, R. (2008).** La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique. *Rapport d'expertise pour le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche*, 49pp.
- **Cruchot, H. (2008).** La spiruline–Bilan et perspectives, these de doctorat en pharmacie. *Faculté de médecine et pharmacie de Besançon, université de Franche-Comté*.
- **Castro-González, M. I., Pérez-Gil, F., Pérez-Estrella, S., & Carrillo-Domínguez, S. (1996).** Chemical composition of the green alga *Ulva lactuca*. *Ciencias Marinas*, 22(2), 205-213.
- **Cortés-Herrera, C., Artavia, G., Quirós-Fallas, S., Calderón-Calvo, E., Leiva, A., Vasquez-Flores, J., & Granados-Chinchilla, F. (2022).** Analysis of minerals in foods: A three-year survey from Costa Rican market products. *Journal of Food Research*, 12(1), 9-35.

D

- **Dini, I. (2019).** An overview of functional beverages. *Functional and medicinal beverages*, 1-40.
- **Dominguez, H., & Loret, E. P. (2019).** *Ulva lactuca*, a source of troubles and potential riches. *Marine drugs*, 17(6), 357.
- **Debbarma, J., Rao, B. M., Murthy, L. N., Mathew, S., Venkateshwarlu, G., & Ravishankar, C. N. (2016).** Nutritional profiling of the edible seaweeds *Gracilaria edulis*, *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. *Indian J. Fish*, 63(3), 81-87.
- **Doerr, B., & Cameron, L. (2005).** Moringa leaf powder. *ECHO Technical Note. USA*.
- **Detto, K. A. R. A. M. O. K. O., Aboya, M. J. L., Ollo, K. A. M. B. I. R. E., & Marcellin, D. K. (2020).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique d'une boisson artisanale (Zoom-koom) vendue dans la ville de Korhogo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 29(3), 559-569.
- **DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- **Degnon, R. G., Agossou, V. E., Adjou, E. S., Dahouenon-Ahoussi, E., Soumanou, M. M., & Sohounhloue, D. C. (2013).** Évaluation de la qualité microbiologique du chinchard (*Trachurus trachurus*) au cours du processus de fumage traditionnel. *Journal of Applied Biosciences*, 67, 5210-5218.

- **Debbarma, J., Rao, B. M., Murthy, L. N., Mathew, S., Venkateshwarlu, G., & Ravishankar, C. N. (2016).** Nutritional profiling of the edible seaweeds *Gracilaria edulis*, *Ulva lactuca* and *Sargassum* sp. *Indian J. Fish*, 63(3), 81-87.

E

- **Elsharkawy, S., Nour, A., Zaki, M. et Mehrim, A. (2022).** Impacts of dietary replacement of soybean meal with dried *Ulva lactuca* meal on growth performance, feed efficiency, and physiological responses of *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 26(3), 433-457.

F

- **Falquet, J., & Hurni, J. P. (2006).** Spiruline, Aspects Nutritionnels. *Antenna Technologies*: 41 p.
- **Fleurence, J. (1999).** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in food science & technology*, 10(1), 25-28.
- **Fadili, K., Amalich, S., N'dedianhou, S. K., Bouachrine, M., Mahjoubi, M., El Hilali, F., & Zair, T. (2015).** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 17(1), 24-33.

G

- **Ghazanfar, S., Ali, G. M., Abid, R., Farid, A., Akhtar, N., Batool, N. A., ...& Hameed, Y. (2022).** An overview of functional food. *IntechOpen*.
- **Ghoshal, G., & Kansal, S. K. (2019).** The emerging trends in functional and medicinal beverage research and its health implication. *Functional and medicinal beverages*, 41-71.
- **Ghaeni, M., & Roomiani, L. (2016).** Review for application and medicine effects of *Spirulina*, microalgae. *Journal of Advanced Agricultural Technologies Vol*, 3(2).
- **Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016).** *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food science and human wellness*, 5(2), 49-56.

H

- **Hasler, C. M. (2002).** Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of nutrition*, 132(12), 3772-3781.
- **Haspolat, Y., Kavak, V. et Asena, M., « FUNCTIONAL FOODS », Orient Publications, Ankara, (2023), 144p.**

- **Henrikson, R. (1989).** Earth food spirulina. *Laguna Beach, CA: Ronore Enterprises, Inc, 187.*
- **Hug,C.,& von der weid,D.(2011).**la spiruline. Fondation antenna technologies,geneva (switzerland),30p
- **Hanie Amin, H. (2019).** Ulva lactuca as a cheap and safe biopesticide in fields and its chemical composition (in vitro). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 23(5 (Special Issue))*, 415-428.
- **Hewavitharana, G. G., Perera, D. N., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020).** Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography: A review. *Arabian Journal of Chemistry, 13(8)*, 6865-6875.
- **Hasan, M. K., Cheng, Y., Kanwar, M. K., Chu, X. Y., Ahammed, G. J., & Qi, Z. Y. (2017).** Responses of plant proteins to heavy metal stress—a review. *Frontiers in plant science, 8*, 1492.

I

- **Islam, J., Kabir, Y. (2019).** Effects and mechanisms of antioxidant-rich functional beverages on disease prevention. In *Functional and Medicinal Beverages* (pp. 157-198). Academic Press.
- **Irfan, S., Ali, M., Ranjha, N., Mahmood, S., Saeed, W. et Alam, M. (2019).** Lemon Peel: A Natural Medicine. *International Journal of Biotechnology and Allied Fields (IJBAF)*, 7(10), 185-194.
- **ISO, (1981).** Produits dérivés des fruits et légumes - Détermination de l'acidité titrable. ISO 750.
- **Ismail, B. P. (2017).** Ash content determination. *Food analysis laboratory manual*, 117-119.
- **ISO, (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique Partie 1 : règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.ISO 6887-1.
- **ISO, (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique Partie 1 : règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.ISO 6887-1.
- **ISO, (2013).** Dénombrement par méthode horizontale des germes totaux aérobies à 30°CComptage des colonies à 30° C par la technique d'ensemencement en profondeur.ISO 4833-1.

- **ISO, (2006).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes — Méthode par comptage des colonies. ISO 4832.
- **ISO, (2008).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures — Technique par comptage des colonies dans les produits à activité d'eau supérieure à 0,95. ISO 21527-1.
- **ISO, (1987).** Microbiologie - Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures - Technique par comptage des colonies à 25 OC. ISO 7954.
- **ISO, (2012).** Dénombrement de Salmonella spp. Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement des Salmonella - Partie 2: dénombrement par une technique miniaturisée du nombre le plus probable. ISO/TS 6579-2.
- **Ilyas, M., Arshad, M. U., Saeed, F., & Iqbal, M. (2015).** Antioxidant potential and nutritional comparison of moringa leaf and seed powders and their tea infusions.
- **Ijege, K. O., Umar, I., & Suleiman, R. (2023).** Assessment of The Mineral Contents Phytochemicals and Proximate Analysis of Seeds and Peels Of Citrus limon (Lemon). Nigerian Journal of Chemical Research, 28(1), 040-050.

J

- **Jourdan, J. P. (2006).** Cultivez votre spiruline. *Edt. Antenna Technologie: 146p*
[http://www. antenna. ch/documents/manuelJourdan2061. pdf](http://www.antenna.ch/documents/manuelJourdan2061.pdf).
- **Janssens-Böcker, C., Wiesweg, K & Doberenz, C. (2023).** The Tolerability and Effectiveness of Marine-Based Ingredients in Cosmetics: A Split-Face Clinical Study of a Serum Spray Containing Fucus vesiculosus Extract, Ulva lactuca Extract, and Ectoin. *Cosmetics*, 10(3), 93.
- **Janati, S. S. F., Beheshti, H. R., Feizy, J., & Fahim, N. K. (2012).** Chemical composition of lemon (Citrus limon) and peels its considerations as animal food. *GIDA*, 37(5), 267-271.
- **Journal officiel de la république algérienne, (2017).** les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Pp. 26.

K

- **Kaur, S., & Das, M. (2011).** Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20, 861-875.
- **Kh, A., Haokip, S. et Shankar, K. (2019).** Lemons Nutritional Facts and Benefits to Live a Healthy Life. *Biomolecule Reports*, 2456-8759.
- **Kjeldahl, J. (1883).** Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern [New method for the determination of nitrogen in organic substances]. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22(1), 366-382.

- **Korsak, N., Clinquart, A., & Daube, G. (2004).** Salmonella spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale: un réel problème de santé publique. *Ann. Méd. Vét*, 148, 174-193.
- **Khan, S., Patel, A., & Bhise, K. S. (2017).** Antioxidant activity of pomegranate peel powder. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 7(2), 81-84.
- **Kefi, A. S., Chama, C., Kalumba, L., Bbole, I., Chungu, P., & Mbambara, M. (2016).** Vitamin C levels in lemons (*Citrus Limon*) grown in Zambia; an opportunity for utilization in fish feeds. *J. Agric. Life Sci*, 3, 37-42
- **Kour, S., Bhat, A., & Langeh, A. (2023).** Functional Uses of Lipids and Proteins in Food Industry.

L

- **Lee, J. T. C., & Liu, S. F. (2018, December).** Using QFD method to integrate artworks and product a case study of tea set. In *Proceedings of the 2018 VII International Conference on Network, Communication and Computing* (pp. 312- 317).
- **Liestianty, D., Rodianawati, I., Arfah, R. A., Assa, A., Patimah, Sundari, & Muliadi. (2019, May).** Nutritional analysis of spirulina sp to promote as superfood candidate. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 509, p. 012031). IOP Publishing.
- **Laurent, I. (2019).** *La spiruline (Spirulina platensis), de l'aliment au médicament: utilisations et conseils à l'officine* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- **Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J. M., González-López, C., & Ación-Fernández, F. G. (2020).** Spirulina for the food and functional food industries. *Food Research International*, 137, 109356.
- **López-Cervantes, J., Tirado-Noriega, L. G., Sánchez-Machado, D. I., Campas-Baypoli, O. N., Cantú-Soto, E. U., & Núñez-Gastélum, J. A. (2013).** Biochemical composition of broccoli seeds and sprouts at different stages of seedling development. *International journal of food science & technology*, 48(11), 2267-2275.

M

- **Maleš, I., Pedisić, S., Zorić, Z., Elez-Garofulić, I., Repajić, M., You, L., ... & Dragović-Uzelac, V. (2022).** The medicinal and aromatic plants as ingredients in functional beverage production. *Journal of Functional Foods*, 96, 105210.
- **Mohanty, D.,** « Functional beverages: A boon for the society», the pharma innovation journal, V.11,(2022),4622-4627 .
- **Manet, A. (2016).** La spiruline: indications thérapeutiques, risques sanitaires et conseils à l'officine. *Sciences pharmaceutiques. ffdumas-01346709f*.

- **Mohan, A., Misra, N., Srivastav, D., Umapathy, D., & Kumar, S. (2014).** Spirulina, the nature's wonder: A review. *Lipids*, 5, 7-10
- **MacKenzie Jr, C. L. (2005).** Removal of sea lettuce, *Ulva* spp., in estuaries to improve the environments for invertebrates, fish, wading birds, and eelgrass, *Zostera marina*.
- **Madhusudan, S., & Baskaran, R. (2023).** The sea lettuce *Ulva* sensu lato: Future food with health-promoting bioactives. *Algal Research*, 71, 103069.
- **Milla, P. G., Peñalver, R., & Nieto, G. (2021).** Health benefits of uses and applications of *Moringa oleifera* in bakery products. *Plants*, 10(2), 318.
- **Mohanapriya, M., Ramaswamy, L., & Rajendran, R. (2013).** Health and medicinal properties of lemon (*Citrus limonum*). *International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 3(1), 1095-1100
- **Moreno, D. A., Pérez-Balibrea, S., Ferreres, F., Gil-Izquierdo, Á., & García-Viguera, C. (2010).** Acylated anthocyanins in broccoli sprouts. *Food Chemistry*, 123(2), 358-363.
- **Munday, R., Mhaweche-Fauceglia, P., Munday, C. M., Paonessa, J. D., Tang, L., Munday, J. S., ... & Zhang, Y. (2008).** Inhibition of urinary bladder carcinogenesis by broccoli sprouts. *Cancer research*, 68(5), 1593-1600.
- **Machhour, H., Mahrouz, M., Imzilen, B., Hadra, I., & Idlimam, A. (2008).** Décontamination de la menthe poivrée par un traitement combiné thermo-chimique. *Rev. des énerg. renouvel.*, 203-206.

N

- **Nazhand, A., Souto, E. B., Lucarini, M., Souto, S. B., Durazzo, A., & Santini, A.(2020).** Ready to use therapeutical beverages: Focus on functional beverages containing probiotics, prebiotics and synbiotics. *Beverages*, 6(2),26.N
- **Nagraj, G. S., Chouksey, A., Jaiswal, S., & Jaiswal, A. K. (2020).** Broccoli. In *Nutritional composition and antioxidant properties of fruits and vegetables* (pp. 5-17). Academic Press.
- **NF V05-101 (1974)** Products Derived from Fruit and Vegetables-Determination of Titrable Acidity.
- **Nielsen, S. S., & Carpenter, C.(2017).** Fat Content Determination. *Food Analysis Laboratory Manual*, 121-129.

O

- **Omoba, O. S., & Olagunju, A. I.(2023).** Development of Functional Beverages in the Management of Degenerative Diseases. *Funct Food*, 5(1), 20-39.

- **Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., ... & Mancini, A. (2018).** Role of functional beverages on sport performance and recovery. *Nutrients*, 10(10), 1470.
- **Olusanya, R. N., Kolanisi, U., Van Onselen, A., Ngobese, N. Z., & Siwela, M. (2020).** Nutritional composition and consumer acceptability of Moringa oleifera leaf powder (MOLP)-supplemented mahewu. *South African Journal of Botany*, 129, 175-180.
- **Ou, Q., Zhao, J., Sun, Y., Zhao, Y., & Zhang, B. (2023).** Utilization of Lemon Peel for the Production of Vinegar by a Combination of Alcoholic and Acetic Fermentations. *Foods*, 12(13), 2488.
- **Olabode, Z. A. I. N. A. B., Akanbi, C. T., Olunlade, B., & Adeola, A. A. (2015).** Effects of drying temperature on the nutrients of Moringa (*Moringa oleifera*) leaves and sensory attributes of dried leaves infusion. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 3(5), 117-122.

P

- **Perilla, M. D., & Ortiz, L. (2003).** INFLUENCIA DEL HÁBITO DE FUMAR SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTOS Y EL ESTILO DE VIDA EN ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. *Universitas Scientiarum*, 8(1), 47-55.
- **Putra, N. R., Fajriah, S., Qomariyah, L., Dewi, A. S., Rizkiyah, D. N., Irianto, I., ... & Arya, N. N. (2024).** Exploring the potential of *Ulva Lactuca*: Emerging extraction methods, bioactive compounds, and health applications-A perspective review. *South African Journal of Chemical Engineering*, 47(1), 233-245.
- **Pliego-Cortés, H., Wijesekara, I., Lang, M., Bourgougnon, N. et Bedoux, G. (2019).** Current knowledge and challenges in extraction, characterization and bioactivity of seaweed protein and seaweed-derived proteins. *Advances in Botanical Research*, V. 95, 0065-2296.
- **Pangestuti, R., Haq, M., Rahmadi, P., & Chun, B. S. (2021).** Nutritional value and biofunctionalities of two edible green seaweeds (*Ulva lactuca* and *Caulerpa racemosa*) from Indonesia by subcritical water hydrolysis. *Marine Drugs*, 19(10), 578.
- **Pakale, A. A., Jadhav, P. T., & Jadhav, P. D. (2018).** Digital pH meter. *Journal of Electronic Design Engineering*, 4(1), 1-4.
- **Perricone, M., Gallo, M., Corbo, M. R., Sinigaglia, M., & Bevilacqua, A. (2017).** Yeasts. In *The microbiological quality of food* (pp. 121-131). Woodhead Publishing.

- **Pádua, M. D., Fontoura, P. S. G., & Mathias, A. L. (2004).** Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). *Brazilian archives of biology and technology*, 47, 49-55.
- **Pangestuti, R., Haq, M., Rahmadi, P., & Chun, B. S. (2021).** Nutritional value and biofunctionalities of two edible green seaweeds (*Ulva lactuca* and *Caulerpa racemosa*) from Indonesia by subcritical water hydrolysis. *Marine Drugs*, 19(10), 578.

Q

R

- **Ragusa, I., Nardone, G. N., Zanatta, S., Bertin, W., & Amadio, E. (2021).** Spirulina for skin care: A bright blue future. *Cosmetics*, 8(1), 7.
- **Renoux, H. (2020).** *Ulva lactuca*, l'algue verte, un médicament homéopathique en phase avec les questions environnementales. Étude à partir de l'histoire naturelle de l'algue, de sa pathogénésie et de cas cliniques. *La Revue d'Homéopathie*, 11(3), 103-109.
- **Rasyid, A. (2017).** Evaluation of nutritional composition of the dried seaweed *Ulva lactuca* from Pameungpeuk waters, Indonesia. *Tropical life sciences research*, 28(2), 119.
- **Rajput, H., Prasad, S. G. M., Srivastav, P., Singh, N., Suraj, L., & Chandra, R. (2017).** Chemical and phytochemical properties of fresh and dried *Moringa olifera* (PKM-1) leaf powder. *Chem. Sci. Rev. Lett*, 6, 1004-1009.
- **Rajput, (2017).** Chemical and Phytochemical Properties of Fresh and Dried *Moringa Olifera* (PKM-1) Leaf Powder. *Chemical Science Review and Letters* ISSN 2278-6783. 6. 1004-1009.
- **Rh, K., Yogita, C., Mp, G., Aj, H., & Ak, S. (2019).** Development of health drink from fruit and vegetables (Beetroot, Pineapple, and Moringa leaves).~ 776~ *The Pharma Innovation Journal*, 8 (4), 776–780.

S

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

T

- **Tinh, N. T. T., Sitolo, G. C., Yamamoto, Y., & Suzuki, T. (2021).** Citrus Limon peel powder reduces intestinal barrier defects and inflammation in a colitic murine experimental model. *Foods*, 10(2), 240.

U

- **U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE FoodData Central. (2018).** Lemons, raw, without peel. Available online: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/167746/nutrients> (accessed on 15 April 2024).
- **Ur Rehman, F., Kalsoom, M., Iqbal, R., Zulfikar, A., Zubair, I., Ashiq, A., Fizza., Shahzadi, L. et Arooj, P. (2020).** Biological Activities of Lemon. *Open Access Journal of Biogeneric Science and Research*, 4(1).
- **Ubbor, S. C., Ekeh, J. I., Ndife, J., & Iguh, B. N. (2022).** Production and Quality Evaluation of Herbal Tea from Moringa Leaves and Lemon Peel Powder. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(1), 78-90.

V

- **Vicat, J. P., Mbaigane, J. C. D., & Bellion, Y. (2014).** Teneurs en éléments majeurs et traces de spirulines (*Arthrospira platensis*) originaires de France, du Tchad, du Togo, du Niger, du Mali, du Burkina-Faso et de République centrafricaine. *Comptes Rendus. Biologies*, 337(1), 44-52.
- **Vernès, L., Granvillain, P., Chemat, F., & Vian, M. (2015).** Phycocyanin from *Arthrospira platensis*. Production, extraction and analysis. *Current Biotechnology*, 4(4), 481-491.
- **Verma, N. K., Maurya, A. K., Yadav, A. K., Mishra, S. K., Singh, V. P & Yadav, S. (2023).** NUTRITIONAL AND MEDICINAL VALUE IMPACT OF MORINGA OLEIFERA: A REVIEW. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Nano Sciences*, 12(3), 83-96.
- **Valdez-Solana, M. A., Mejía-García, V. Y., Téllez-Valencia, A., García-Arenas, G., Salas-Pacheco, J., Alba-Romero, J. J., & Sierra-Campos, E. (2015).** Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. *Journal of Chemistry*, 2015.
- **van Ginneken, V., & de Vries, E. (2018).** Seaweeds as biomonitoring system for heavy metal (HM) accumulation and contamination of our oceans. *American Journal of Plant Sciences*, 9(7), 1514-1530.

W

- **Wang, Y. Y., Xu, B. L., Dong, C. M., & Sun, Y. Y. (2023).** The nutritional value of *Spirulina* and Utilization Research. *Life Res*, 6(3), 15.
- **Wang, H., Xiao, H., Wu, Y., Zhou, F., Hua, C., Ba, L., ... & Zhang, W. (2022).** Characterization of volatile compounds and microstructure in different tissues of 'Eureka' lemon (*Citrus limon*). *International Journal of Food Properties*, 25(1), 404-421.

- **Wang, C., Gao, G. L., Huang, J. X., Zhang, K. S., Zhong, H., Wang, H. W., ... & Wang, Q. G. (2017).** Nutritive value of dry citrus pulp and its effect on performance in geese from 35 to 70 days of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(2), 253-259.

X

Y

- **Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C., & Attia, H. (2011).** Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. *Food chemistry*, 128(4), 895-901.
- **Yu-Qing, T., Mahmood, K., Shehzadi, R & Ashraf, M. F. (2016).** *Ulva lactuca* and its polysaccharides: Food and biomedical aspects. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(1), 140-151.
- **Yanaka, A. (2018).** Daily intake of broccoli sprouts normalizes bowel habits in human healthy subjects. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 62(1), 75-82.
- **Yue, F., Zhang, J., Xu, J., Niu, T., Lü, X., & Liu, M. (2022).** Effects of monosaccharide composition on quantitative analysis of total sugar content by phenol-sulfuric acid method. *Frontiers in nutrition*, 9, 963318.
- **Yang, C. Y., Erickstad, M., Tadrist, L., Ronan, E., Gutierrez, E., Wong-Ng, J., & Groisman, A. (2020).** Aggregation temperature of *Escherichia coli* depends on steepness of the thermal gradient. *Biophysical journal*, 118(11), 2816-2828.
- **Yanaka, A. (2018).** Daily intake of broccoli sprouts normalizes bowel habits in human healthy subjects. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 62(1), 75-82.

Z

- **Zhao Chao, Z. C., Yang ChengFeng, Y. C., Liu Bin, L. B., Lin Luan, L. L., Sarker, S. D., Nahar, L., ... & Xiao JianBo, X. J. (2018).** Bioactive compounds from marine macroalgae and their hypoglycemic benefits.
- **Zevenbergen, H., De Bree, A., Zeelenberg, M., Laitinen, K., Van Duijn, G., & Flöter, E. (2009).** Foods with a high fat quality are essential for healthy diets. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 54(Suppl. 1), 15-24.

Annexes

Annexe I : Appareillage



PH mètre



four à moufle



Étuve

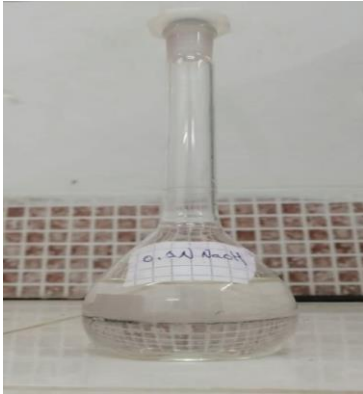


Soxhlet



Spectrophotomètre

Annexe II : produits



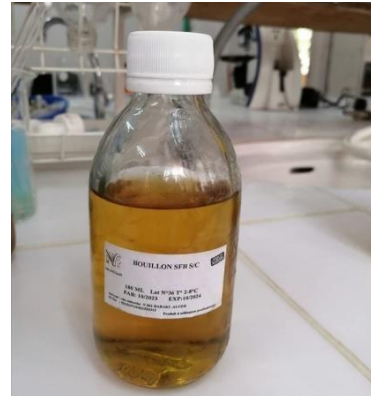
NaOH



Gélose PCA



Gélose VRBL



Bouillon SFB

Annexe III : Résultats

Echantillon (1):

concentration	20	40	60	80	100	200	250
Absorbance	0,694	0,560	0,268	0,170	0,152	0,128	0,125
PI%	14,10	30,69	66,83	78,96	81,18	84,15	84,52

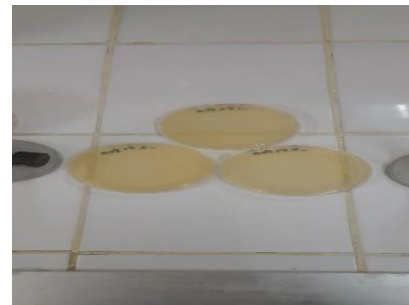
Echantillon (2):

Concentration	20	40	60	80	100	200	250
Absorbance	0,697	0,553	0,235	0,160	0,144	0,142	0,140
PI%	13,73	31,55	70,91	80,19	82,17	82,43	82,67

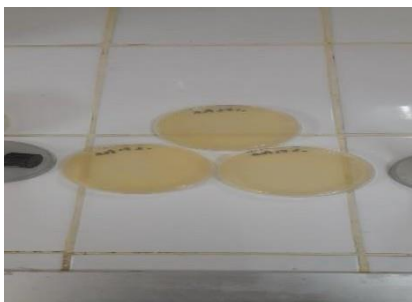
Résultats d'activité antioxydant



Résultats de la recherche
d'*E. coli*



Résultats de la recherche
des FTAM



Résultats de la recherche des
Moissures



Résultats de la recherche des
salmonella

Annexe IV : Autres

26		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		8 Chaoual 1438 2 juillet 2017	
12- Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Fruits et légumes frais	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
Fruits et légumes prêts à l'emploi ⁽¹⁾	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	Flore lactique	5	2	5.10 ⁵	5.10 ⁶
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Epices, mélange d'épices et herbes aromatiques séchées	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ³	10 ⁴
	Levures et moisissures	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i> ⁽²⁾	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes séchées (thés, camomilles...)	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Moisissures	5	2	10 ³	10 ⁴
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes aromatiques fraîches	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

Les germes recherchés et leurs normes selon le journal officiel.

Fiche de dégustation

Nom et prénom	Age	sexe	date

tests	Sensation ressenties	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gout	Sucré										
	Acide										
Texture	Présence de morceaux (fibres)										
	Légère										
Aroume	Nature										
	Artificiel										
couleur	Vert clair										
	Vert foncé										

Gout	Texture	Aroume	couleur	Odeur	Acceptation du produit

Quelles sont vos suggestions

-
-