

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE ALIMENTAIRE

OPTION : QUALITE DES PRODUITS ET SECURITE ALIMENTAIRE

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Professional**

Par :

Kliel sahar

Djaidja fedwa

Abdelali amel hana

**Intitulé**

***Fabrication d'un colorant, conservateur naturel  
à base de betterave rouge***

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Cherif kamel	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. Drif Seif Eddine	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. Rahali Abdellah	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

**Année universitaire : 2023 /2024**

## ملخص:

حاولنا في هذا العمل تحضير مادة حافظة طبيعية وملون عضوي يعتمدان على الشمندر الأحمر، استخدام المنتجات العضوية يقلل من المخاطر الصحية والبيئية، اتبعنا تقنيتين لتحضير هذا المسحوق، الأولى التجفيف والثانية هي الطرد المركزي. لقد وجدنا نتائج جيدة مثل: نتائج إيجابية على الدجاج المفروم في كلتا التقنيتين، لا سيما في الطرد المركزي للعينة (0.35) C4 (جم في 50 جم من الدجاج المفروم) وفي حليب البقر للاختبارات خلال 6 أيام المسحوق الذي تم الحصول عليه بالتجفيف أعطانا حفظاً أفضل حول النقطة S4 حيث الجرعة 0.35 جم في 50 جم من العينة، ولمدة 12 يوماً أعطتنا تقنية الطرد المركزي دائماً أفضل نتائج الحفظ على وجه التحديد في النقطتين C3 وC4 حيث الجرعة 0.15 جم و 0.21 جرام في 50 جرام من العينة. ولمدة 12 يوماً، أعطتنا تقنية الطرد المركزي دائماً أفضل نتائج الحفظ على وجه التحديد في النقطتين C3 وC4 حيث تبلغ الجرعة 0.15 جم و0.21 جم في 50 جم من العينة. وتسلط النتائج الضوء على أن الألوان الطبيعية، وخاصة تلك المشتقة من الشمندر، تعد بديلاً صحياً للألوان الاصطناعية، وتلبي الطلب المتزايد على المزيد من المنتجات الغذائية الطبيعية. يسلط هذا العمل الضوء على أهمية هذه الملونات لصناعة الأغذية وفوائدها لصحة الإنسان.

**الكلمات المفتاحية:** الشمندر، التلوين العضوي، مادة حافظة طبيعية، التجفيف، الطرد المركزي.

## **Abstract:**

In this work we tried to prepare a natural preservative and an organic coloring based on red beetroot, the use of organic products reduces health and environmental risks, we followed two preparation techniques for the preparation of this powder, the first is drying and the second is centrifugation.

We found good results such as:

Positive results on ground chicken in both techniques, notably in centrifugation of sample C4 (0.35 g in 50g ground chicken) and in cow's milk for tests within 6 days

The powder obtained by drying gave us better conservation around point S4 where the dose is 0.35g in 50g of sample, and for 12 days the centrifugation technique always gave us the best conservation results precisely in points C3 and C4 where the dose is 0.15g and 0.21g in 50g of sample.

and for 12 days the centrifugation technique always gave us the best conservation results precisely in points C3 and C4 where the dose is 0.15g and 0.21g in 50g of sample.

The findings highlight those natural colors, particularly those derived from beetroot, are a healthy alternative to synthetic colors, meeting a growing demand for more natural food products. This work highlights the importance of these colorants for the food industry and their benefits for human health.

**Keywords:** Beetroot, Organic coloring, Natural preservative, drying, centrifugation.

## **Résumé :**

Dans ce travail nous avons essayé de préparer un conservateur naturel et un colorant bio à base de Betterave rouge, l'utilisation des produits bio réduit les risques sur la santé et sur l'environnement, nous avons suivi pour la préparation deux techniques de préparation de cette poudre, la première est le séchage et la deuxième est la centrifugation.

Nous avons trouvé des bons résultats tel que :

Résultats positifs sur le poulet haché dans les deux techniques, notamment en centrifugation de l'échantillon C4 (0.35 g dans 50g poulet haché) et dans le lait vache Pour des tests dans les 6 jours

La poudre obtenue par séchage nous a donné une meilleure conservation vers le point S4 où la dose est de 0,35g dans 50g d'échantillon, et pour 12jours la technique de centrifugation nous a donnée toujours les meilleurs résultats de conservation précisément dans les pointsC3 et C4 où la dose est de 0,15g et 0,21g dans 50 g d'échantillon, et pour 12jours la technique de centrifugation nous a donnée toujours les meilleurs résultats de conservation précisément dans les pointsC3 et C4 où la dose est de 0,15g et 0,21g dans 50 g d'échantillon.

Les conclusions soulignent que les colorants naturels, notamment ceux dérivés de la betterave rouge, sont une alternative saine aux colorants synthétiques, répondant à une demande croissante pour des produits alimentaires plus naturels. Ce travail met en avant l'importance de ces colorants pour l'industrie alimentaire et leurs avantages pour la santé humaine.

**Mots clés :** Betterave, Colorant bio, Conservateur naturel, séchage, centrifugation.

*Dédicace*

## **Louange à Dieu seul,**

Ce modeste travail est dédié spécialement

### **A ma très chère mère**

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

### **A mon très cher père**

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, pour son affection et la confiance qu'il m'a accordé Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. Et que dieu leur procure la bonne santé et la longue vie.

### **Profond amour.**

À mes chères sœurs **Salima** et **Maryam**, qui m'ont toujours accompagné dans toutes mes démarches depuis le début de mon parcours universitaire et qui ont cru en mes capacités. Je dédie ce travail à mes **frères Abdo** et Sa **femme bessema**

À mon **frère Hussein** et **Mohammad**, qui m'ont toujours soutenu dans les moments les plus difficiles.

À toute ma **famille** et **mes amis**, en particulier **Amal, Fadwa , Rania, Hadil** et **Yassemin**.

Et mes petites princesses : **Areej, Rumaisa, Rehab** et **Retal**.

Mes princes : "**Suhaib, Wael** et **Abd elrahman**".

**Leur dernière supplication est : Louange à Allah.**

*Sahar*

# *Dédicace*

## **Louange à dieu seul,**

Ce modeste travail est dédié spécialement:

À ma **chère maman** , ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices .

À **mon cher papa** pour son amour et son dévouement

« A vous, mes parents ,je dis merci d'avoir fait de moi celui que je suis aujourd'hui aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects mes considération et ma grande admiration pour vous , puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond affection et mon profond amour »

À **mon Soutine**, puisses-tu rester dans mon cœur et m'accorder toute une vie jusqu'à ma mort.

À **mes frères**, mon soutien dans la vie, ils vous voient comme mes frères et je vous vois comme le bonheur du monde.

À **ma grand-mère**, tant que je suis au monde, je suis la valeur du monde, tu es la vertu, tu es le bien, tu es tous, que Dieu prolonge ta vie.

À **mes amis**, qui m'ont toujours soutenu, à ceux qui ont aimé sans but et qui ont été fidèles sans limites, sans se préoccuper des intérêts, vous êtes ceux qui durent aussi longtemps que l'amour demeure

( **Soundous ,Amel ,Sahar,Fatima ,Nessrine , Aya, Ikram ,Tassnime .....**).

**FEDWA**

# *Dédicace*

Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie À mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin. À celle qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection, A mon support qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, ma moitié **maman**.

C'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire à ma chère famille pour leurs affections inépuisables et leurs précieux conseils. Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon cursus scolaire et m'ont encouragé régulièrement.

À ma **mère** et mes sœurs **arwa** et **amani** , Votre soutien indéfectible, votre amour et votre encouragement an cours de ces trois dernières années ont été les piliers de ma réussite. Sans votre aide précieuse, ce chemin aurait été bien plus difficile. Ce triomphe est aussi le vôtre. Merci d'avoir été à mes côtés, de m'avoir soutenu dans les moments difficiles et de m'avoir aidé à persévérer jusqu'à ce que ce rêve devienne réalité. Avec toute ma gratitude et mon amour infini.

À ma **tante naciba**, Merci pour ton amour et ton soutien inconditionnels, Merci pour tout ce que tu fais pour moi.

À ma Meilleure amie **Somai** ta présence illumine ma vie. Ton amitié est un trésor inestimable. Merci d'être toujours là pour moi. Avec toute mon affection.

Sans oublier mes partenaires **Fadwa** et **Sahar** pour leur soutien moral, leur patience et leur compréhension tout au long de ce projet.

**AMEL**

## *Remerciement*

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la santé et la patience de mener à terme ce présent travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de Microbiologie et de Biochimie en particulier nos enseignants de la spécialité de qualité de produits et sécurité alimentaire, A leur tête se trouve le chef du département Dr RAHALI Abdellah

A notre rapporteur, **Dr Drif Seif Eddine**. Nous avons le privilège de travailler parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence. Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

Nous remercions également les membres de jurys **Dr CHERIF Kamel** d'avoir accepté de présider le débat et **Dr RAHALI Abdellah** pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et faire partie du jury de soutenance.

Enfin, nous adressons nos remerciements, à toutes les personnes qui nous ont encouragé et soutenu de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.

**Sahar ,Amel et Fedwa**

# *Sommaire*

<b>Résumé .....</b>	<b>i</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>ii</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>iv</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I : BETTERAVE ROUGE</b>	
I.1. Historique .....	4
I.2. Principaux types variétaux cultivés : .....	5
I.2.1 Betterave fourragère : .....	5
I.2.2 Betterave potagère (betterave rouge) : .....	6
I.3. Caractéristique : .....	6
I.3.1 Caractéristiques physiques et organoleptiques : .....	7
I.3.2 Structure de la betterave cultivée est une plante bisannuelle : .....	7
I.3.3 Composition et valeur nutritionnelle de la betterave rouge (Beta vulgaris) : .....	8
I.4. Utilisation de la betterave : .....	10
I.4.1 L'utilisation de la betterave rouge Dans l'alimentation : .....	10
I.4.2 Pour la santé : .....	10
I.4.3 En cosmétique : .....	10
I.4.4 Agriculture et agro-alimentaire : .....	11
I.4.5 En Industrie : .....	11
I.4.6 Recherche scientifique : .....	11
I.5. Les conservateurs alimentaires : .....	12
I.5.1 Définition de conservateurs : .....	12
I.5.2 Les différents types de conservateurs : .....	12

## CHAPITRE II : COLORANT NATUREL (BIO)

II.1. Définition d'un colorant : .....	14
II.2. Rôle du colorant :.....	14
II.3. Famille de colorants :.....	14
II.4. Définition des colorants naturels : .....	15
II.5. Classification : .....	15
II.6. Origines et caractéristiques de colorants naturels :.....	16
II.7. Différents types de couleurs naturelles :.....	16
II.7.1. La curcumine (E100) : .....	16
II.7.2. La cochenille (acide carminique) (E120) : .....	16
II.7.3. Les chlorophylles (E140) :.....	17
II.7.4. La bixine [E160e(i)] : .....	18
II.7.5. Le lycopène (E160d) :.....	18
II.7.6. Les xanthophylles (E161) :.....	18

## CHAPITRE III: MATÉRIELS ET MÉTHODES

III.1. Matériel végétal .....	19
III.2. Les appareille et produit chimique .....	19
III.3. Le but de travail .....	20
III.4. Matière principale .....	21
III.5. Evaluation de la qualité microbiologique .....	21
III.6. Méthodes d'analyse .....	21
III.6.1. Extraction des analyses microbiologiques des produits .....	21
Afin d'extraire la poudre de betterave, nous avons utilisé deux méthodes différentes .....	21
III.6.1.1. Méthode extraction .....	21
III.7. Les réactifs .....	22
III.7.1. Réactif 1 poulet haché :.....	22

❖ Préparation des dilutions .....	22
I.6. Les analyses microbiologiques .....	23
I.6.2 Réactif 2 : lait de vache .....	25
❖ Préparation des dilutions .....	25
I.7. Les analyses physicochimiques .....	29

## CHAPITRE IV RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Paramètres microbiologiques de la poudre de betterave .....	30
IV.1.1. Les résultats de la poudre obtenu par centrifugation et par séchage .....	30
IV.2. Paramètres physicochimiques.....	32
IV.3. Interprétation .....	33
Conclusion générale .....	34
Références bibliographiques .....	35



**Liste des abréviations.**

**BP : Baird-Parker.**

**GN : Gélose Nutritive.**

**VRBL : Violet Red Bile Lactose.**

## Liste des figures :

<b>Figure 01 :</b> Betterave Fourragère.....	page 5
<b>Figure 02 :</b> Betterave rouge.....	page 6
<b>Figure 03 :</b> Structure de la betterave.....	page 7
<b>Figure 04:</b> Structure de la cochenille.....	page 16
<b>Figure 05 :</b> Structure de Chlorophyll.....	page 16
<b>Figure 06:</b> Structure de bixin.....	page 17
<b>Figure 07:</b> Structure de lycopene.....	page 17
<b>Figure 08 :</b> Les appareille utilisé.....	page 18
<b>Figure 09:</b> Les géloses d'occasion.....	page 20
<b>Figure 10 :</b> préparation des dilution décimales.....	page 23
<b>Figure 11 :</b> Lecture sur la gélose VRBL .....	page 23
<b>Figure 12 :</b> Lecture sur la gélose nutritive .....	page 24
<b>Figure 13 :</b> Lecture sur la gélose Baird Parker .....	page 25
<b>Figure 14 :</b> Lecture sur la gélose VRBL après 06 jours.....	page 26
<b>Figure 15 :</b> Lecture sur la gélose VRBL après 12 jours.....	page 26
<b>Figure 16 :</b> Lecture sur la gélose nutritive après 06 jours.....	page 27
<b>Figure 17 :</b> Lecture sur la gélose nutritive après 12 jours.....	page 27
<b>Figure 18 :</b> Lecture sur la gélose Baird Parker après 06 jours.....	page 28
<b>Figure 19 :</b> Lecture sur la gélose Baird Parker après 12 jours.....	page 28

## Liste des tableaux :

<b>Tableaux 01</b> : Valeurs nutritionnelles et glucides d'un composition de betterave.....	page 8
<b>Tableaux 02</b> : Valeurs lipides d'un composition de betterave.....	Page 8
<b>Tableaux 03</b> : Valeurs vitamines et protéines d'un composition de betterave.....	page 9
<b>Tableau 04</b> : Classification de la Betterave.....	page 14
<b>Tableau 05</b> : Evaluation de la qualité microbiologique .....	page30
<b>Tableau 06</b> : Dénombrement bactérien de poulet haché (24h).....	page 30
<b>Tableau 07</b> : Résultats du dénombrement bactérien de lait vache (après 06 jours).....	page 30
<b>Tableau 08</b> : Résultats du dénombrement bactérien de lait vache (après 12 jours).....	page 31
<b>Tableau 09</b> : Résultats des paramètres physicochimiques de la viande.....	page 31
<b>Tableau 10</b> : Résultats des paramètres physicochimiques de lait vache (après 6 jours).....	page 32
<b>Tableau 11</b> : Résultats des paramètres physicochimiques de lait vache (après 12 jours).....	page 32

# **INTRODUCTION**

### **Introduction :**

Au cœur de l'intérêt actuel de la nutrition saine, les colorants alimentaires naturels sont considérés comme un partenaire puissant, incluant la jouissance intellectuelle et le bien-être loin des contradictions découlant de leurs partenaires chimiques, ces substances d'origine végétale ou animale offrent une gamme d'aliments et d'avantages pour la santé qui méritent d'être recherchés. Ce mémorial participe à un voyage passionnant dans la recherche des colorants naturelles, révélant leurs secrets et leurs avantages. Nous allons examiner les différentes sources, En plus de leur rôle esthétique, nous allons définir les propriétés cachées de ces couleurs naturelles. Leurs propriétés et la protection du système immunitaire seront mises en évidence, ce qui démontre leur capacité à préserver notre santé et à prévenir l'apparition de maladies chroniques. Notre exploration ne s'arrête pas là où nous sommes plongés dans le monde de l'industrie alimentaire où les couleurs naturelles jouent un rôle important. Des bonbons aux boissons aux aliments imprimés, nous verrons de nombreux aspects de leur utilisation et de leur contribution à l'attraction alimentaire.

Le désir de vivre plus longtemps en bonne santé a permis aux gens de choisir avec sagesse de changer leurs choix alimentaires et de changer leur consommation de colorants chimiques et de les remplacer par des colorants alimentaires naturels. Les champignons, comprennent toutes les variétés de baies colorées appartenant aux espèces végétales de Beta Vulgaris. Dans le passé, il a été considéré comme une saveur puissante en raison de la nutrition rapide qui a été transférée à la peau et au foie, mais sa popularité a diminué avec le changement des habitudes alimentaires, et les récents problèmes de santé et les énormes développements des méthodes de recherche ont conduit à des recherches plus structurées pour identifier les principaux facteurs de détérioration de la santé, en mettant l'accent principalement sur les dommages oxydatifs. Pour combattre ces effets néfastes, les chercheurs ont examiné à nouveau les nombreux aliments consommés par l'homme et ont fait des efforts pour placer le champignon rouge parmi les dix meilleurs légumes pour la santé en raison de sa riche teneur en nutriments , bien que les derniers développements de la recherche sur le bungalow rouge aient été publiés dans des revues et des rapports de recherche, un seul exemplaire de cette acquisition passionnante n'a été publié qu'en 2004 dans un article sur Internet publié par Nottingham. Les recherches sur le caméléon rouge ont augmenté rapidement au cours de la dernière décennie en raison de la présence de colorants chimiques, de neurostimulants, de puissantes propriétés anti hypertension et anticancéreuses.

## *Introduction*

---

Nous nous sommes concentrés sur la recherche en biotechnologie dans le domaine des champignons rouge, axée sur le développement industriel d'ingrédients pharmaceutiques et alimentaires. Alors que nous considérons les avancées les plus récentes dans les matériaux rouges, la science et les technologies d'équipement associées, ainsi que toutes les réductions liées aux perspectives d'avenir, nous espérons que cette étude sera bénéfique à tous, mais surtout aux entreprises et universités (Mysore et al.,2012).

Le Betterave Rouge est une plante qui appartient à la famille des Chénopodiacées. Il existe plusieurs variétés connues, dont variétés plantes, dont les plantes, les fourragères et les betteraves sucrières, qui diffèrent les unes des autres principalement par la forme et la couleur des racines, les fourragères et les betteraves sucrières, qui se différencient principalement par la forme et la couleur des racines, L'espèce actuelle, Beta vulgaris, a été obtenue, parité amélioration culture elle amélioration de la variété sauvage Beta maritime, connue depuis longtemps et utilisée dans toutes les régions du monde à des fins culinaires et médicinales. Variété sauvage Beta maritime, connue depuis longtemps et utilisée dans toutes les régions du monde à des fins culinaires et médicinales. Et ainsi sur. Originaire d'Afrique du Nord L'Afrique, la nature sauvage betterave était déjà connu était déjà bien connu des Assyriens et des Babyloniens. Aristote et ses disciples ont décrit les différentes variétés de betteraves connues à l'époque en Grèce en les classant selon leur couleur, aux Assyriens et aux Babyloniens. Aristote et ses disciples ont décrit les différentes variétés de betteraves connues à l'époque temps en Grèce en les classant selon leur couleur. Il était utilisé comme aliment et, plus particulièrement, pour ses propriétés médicinales par les Romains. Propriétés par les Romains (Lydia et al.,2020).

Enfin, nous proposerons des façons réalistes d'introduire ces substances saines et distinctes dans votre alimentation quotidienne. En fin de compte,

cette étude vise également à introduire des couleurs naturelles, qui tirent parti des avantages de notre goût tout en préservant notre santé. En analysant en profondeur leurs propriétés et leurs applications, nous espérons que cela nous aidera à fournir les aliments les plus sains et respectueux de l'environnement.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **CHAPITRE I : BETTERAVE**

### **ROUGE**

### chapitre I: Betterave rouge

#### I.1. Historique :

Le terme betterave vient de la « bette », une plante cultivée à l'origine pour ses feuilles, dont la betterave est directement issue (elle vient des côtes de la Méditerranée, où elle pousse toujours à l'état sauvage) et de « rave », qui désigne toute plante potagère cultivée pour sa racine. Connue depuis le début de notre ère, la betterave était utilisée par les Anciens à des fins médicinales. Les premières recettes ont été publiées au 2<sup>ème</sup> siècle. Vers le 14<sup>ème</sup> siècle, elle devient très prisée dans la gastronomie britannique. La popularité de la betterave sucrière, quant à elle, doit beaucoup à l'intervention de Napoléon 1<sup>er</sup>. À cause de la guerre avec l'Angleterre et du blocus exercé sur la France, le sucre de canne ne pouvait plus parvenir des Antilles. Afin de faire face à cette pénurie, l'empereur offrit des terres à tous ceux qui cultiveraient la betterave sucrière, ce qui eut pour effet d'inciter significativement sa production. Il faudra malgré tout attendre le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle pour voir la consommation de cette racine se populariser à travers toute l'Europe. C'est d'ailleurs à cette époque que l'on a mis au point une sélection de variétés à racine rouge, blanche et jaune, de qualité gustative supérieure. Désormais, elle est toujours cultivée en tant que légume (betterave rouge), en tant que plante fourragère (nourriture pour les ruminants) et pour la production du sucre. Les pays d'Europe de l'Est en ont presque fait l'emblème de leur culture gastronomique, avec leurs célèbres salades et le bortsch. Aujourd'hui, ce sont une poignée d'hybrides qui dominent le marché. Mais, les anciennes, comme la crapaudine - allongée, à la peau ridée et rugueuse - sont toujours produites en France. D'autres, comme l'égyptienne, le jaune, la blanche et la Chioggia connaissent aussi un regain de popularité. La variété la plus souvent rencontrée est la noire ronde hâtive ou « globe », dont la racine est ronde et lisse et la chair de couleur rouge sombre (**Francine et al., 2015**)

Sa diffusion en France et en L'Espagne a été favorisée par la culture de la betterave dans les monastères mais la plus grande consommation en Europe est strictement liée à la possibilité d'extraire le sucre des racines. En 1747, en effet, Le chimiste prussien Andreas Sigismond Marggraf a commencé à produire commercialement du sucre et ouvre la première usine en 1801 à Cunene Pologne. De nombreuses variétés de ce légume sont connues : betterave de table, Beta variété rouge vulgarisa, betterave fourragère, variété Beta vulgarise crassa ou le mammoth rouge ; betterave potagère, Beta vulgaris var cruenté ; betterave à côtes, Beta vulgaris var sicla, betterave sucrière, Beta

vulgarise var saccharifère. Le dernier est une plante méditerranéenne intensivement cultivée en Italie depuis la fin du XVIIIe siècle, notamment dans la vallée du Pô et dans les provinces de Ferrare et Rovigo, où la majeure partie du sucre des usines de betteraves sont situées. La betterave de table, variété *Beta vulgaris rubra* (betterave rouge), est une plante bisannuelle plante herbacée dont les tiges peuvent atteindre 1 à 2 m de hauteur, avec feuilles en forme de cœur de 5 à 20 cm de long, vertes avec des stries rougeâtres et racines globuleuses, rondes ou allongées d'une couleur rouge pourpre intense, au goût léger et sucré, qui entrent dans de nombreuses recettes et constituent une excellente base pour les centrifugations. La Betterave Rouge est récoltée entre août et février et les racines sont principalement consommées ; les feuilles sont également utilisées comme aliment étant très riches en vitamines (Lydia et al., 2020).

### I.2. Principaux types variétaux cultivés :

De nombreuses variétés de betterave existent depuis la nuit des temps dont la plus connue : la betterave rouge (dite aussi potagère).

#### I.2.1 Betterave fourragère :

C'est une variété de betterave des manifestations telles que « hors terre » ou « in terre » ont été largement utilisées pour la subsistance des bovins en hiver jusque dans les années 1950 et 1960 (même si la productivité était assez faible) (Claire et al., 2006).



Figure 1 : Betterave fourragère (Hleibieh et al., 2007)

### I.2.2 Betterave potagère (betterave rouge) :

Les racines rouges de la betterave potagère sont généralement consommées bouillies, soit cuites comme une légumineuse, ou froides en salade après chauffage & émulsion (Figure 2). Même bien que cela ait peu d'importance en Afrique tropicale, mieux vaut Afrique potagère le jus potagère betterave reste une tradition populaire. Le jus est une tradition populaire. Le vitriol de bétel extrait des requins est utilisé industriellement comme colorant alimentaire rouge, par exemple pour rehausser la couleur du concentré de tomates, des sauces, des desserts, des gelées, des confitures, des crèmes glacées et des bonbons. Utilisé industriellement comme colorant alimentaire rouge, par exemple, pour rehausser la couleur des concentrés de tomates, des sauces, des desserts, des gelées, des confitures, des crèmes glacées et des bonbons. (Gaubé et al., 2004).



Figure 2 : Betterave rouge (Arvy,2007)

### I.3. Caractéristique :

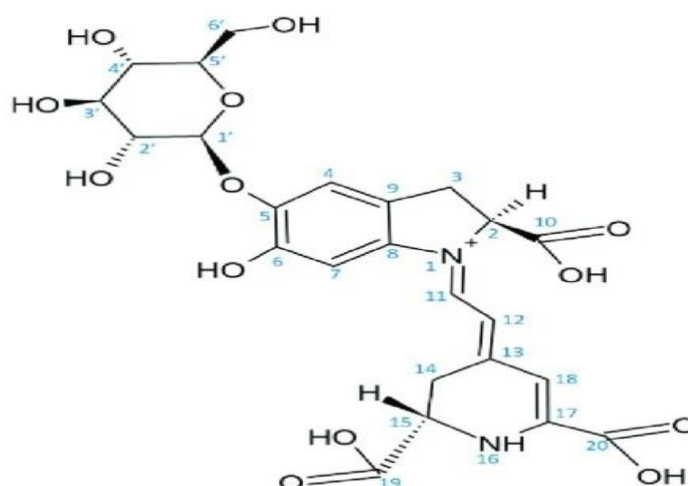
- **Principales caractéristiques** : La betterave cultivée est une plante bisannuelle. La première année est une phase végétative marquée par le développement des feuilles, la constitution de la racine charnue et l'accumulation de réserves en sucre, c'est aussi la phase de culture. Lors de la deuxième année, la betterave monte à fleur pour produire des graines.
- **Rusticité** : Plante rustique, assez résistante au froid et à la sécheresse.
- **Qualités nutritives et utilisations** : La betterave est une excellente source de folâtre et de manganèse. La Bétadine responsable de sa couleur rouge est utilisée couramment comme colorant alimentaire (Société nationale D'horticulture de France).

### I.3.1 Caractéristiques physiques et organoleptiques :

- ✓ Le composé responsable de la couleur rouge-violet de la betterave est la bêta laine, un pigment soluble dans l'eau présent dans la partie tubéreuse des betteraves (**Vieira et al. 2019**).
- ✓ Quatre bêta laines prédominent dans la betterave rouge : 2 bêtacyanines (Bétadine et isobétanine) et 2 bêta xanthines (vulgaxanthine I et vulgaxanthine V). (**Lee et al., 2014**).
- ✓ Excellente source d'antioxydants.
- ✓ Teneur rare en bêta laines.
- ✓ Favorise la santé oculaire.
- ✓ Contribue à la santé du système cardiovasculaire.
- ✓ Riche en micronutriments essentiels (**Agence nationale. 2020**).

### I.3.2 Structure de la betterave cultivée est une plante bisannuelle :

Première année (phase végétative) : développement des feuilles, la formation d'une racine tubérisée qui peut être consommée ou passe l'hiver en terre, et l'accumulation de réserves en sucre.2).  
Deuxième année : les racines de Beta vulgaris contiennent une quantité significative de vitamine C et elles sont également riches en bêtine (N, N, Ntrimethylglycine) mais les feuilles sont une source de vitamine A. En outre, elles sont également sources de fibres, d'acide folique et d'antioxydants (**Anonyme 1, 2022**).



**Figure 3 :** Structure de la betterave

## Chapitre I : Betterave rouge

### I.3.3 Composition et valeur nutritionnelle de la betterave rouge (Beta vulgaris) :

La Betterave rouge est un légume traditionnel et populaire dans de le monde. Elle a une teneur importante en fibres, et en sucres, mais avec une valeur calorique modérée. Elle est particulièrement riche en vitamines du groupe B (B1, B2, B3 et B6), ainsi que l'acide folique. Les racines de betteraves rouges sont consommées fraîches ou après un traitement thermique ou une fermentation. La betterave est également riche en composés phénoliques solubles comme les bêta lained qui sont les principaux pigments dans la betterave rouge responsable de sa teinte rougeâtre-pourpre (Schwartz et Von Elbe, 1980).

- Les tableaux de composition d'une betterave : (référenceélectronique).

**Tableaux 1** : Valeurs nutritionnelles et glucides d'une composition de betterave

Valeurs nutritionnelles pour 100g		Glucides (7,14 g)	
Énergie (kCal)	30 kCal	Glucides (sucres) assimilables	/
Protéines	0,73 g	Sucres simples et autres sucres	6,53 g
Lipides	0,09 g	Saccharose	5,25 g
Glucides	7,14 g	Glucose	0,28 g
Fibres	1,2 g	Fructose	0,2 g
Eau	91,3 g	Galactose	0,8 g

**Tableaux 2** : Valeurs lipides d'une composition de betterave

Lipides (0,09 g)	
Acides gras saturés	0.013g
Acides gras monoinsaturés	0.016g
Acide gras polyinsaturés	0.03g
Dont oméga 6	0.028g
Dont oméga 3	0.002g

**Tableaux 3** : Valeurs Minéraux et oligo-éléments d'un composition de betterave :

## Chapitre I : Betterave rouge

Vitamines et assimilés pour 100 g		Protéines (0,73 g)	
Vitamine A et provitamine A	1 µg	Acides aminés	/
Caroténoïdes provitaminiques A		Acide aspartique	0.058g
Bêta-carotène	14µg	Acide glutamique	0.213g
Thiamine (Vitamine B1)	0,01 mg	Alanine	0.03g
Riboflavine (Vitamine B2)	0,038 mg	Arginine	0.021g
Niacine (Vitamine B3 ou PP) équivalent en niacine totale	0,31767 NE	Cystine	0.01g
Niacine (acide nicotinique)	0,151 mg	Glycine	0.015g
Acide pantothénique(Vitamine B5)	0,15 mg	Histidine	0.011g
Vitamine B6	0,055 mg	Isoceuline	0.024g
Folates totaux	29µg	Leucine	0.034g
Vitamine C	2,8 mg	Lysine	0.029g
Vitamine E (tocophérols)	0,03 mg	Méthionine	0.09g
Vitamine K	0,2µg	Phénylalanine	0.023g
Lutéine et zéaxanthine	26µg	Proline	0.02g
		Sérine	0.029g
		Thréonine	0.023g
		Tryptophan	0.01g
		Tyrosine	0.19g
		Valine	0.28g
<b>Minéraux et oligo-éléments</b>			
Potassium		159 mg	

## Chapitre I : Betterave rouge

---

Phosphore	15 mg
Calcium	18 mg
Sodium	143 mg
Magnesium	18 mg
Fer	0.73 mg
Zinc	0, 34 mg
Cuivre	0,043 mg
Manganèse	0.411mg
Sélénium	0,1µg

### I.4. Utilisation de la betterave :

#### I.4.1 L'utilisation de la betterave rouge Dans l'alimentation :

La betterave peut être consommée crue, utilisée pour l'extraction du jus, cuite au four ou bouillie. Les betteraves rouges sont délicieuses rôties, marinées, consommées en salade ou transformées en soupe, très populaire dans de nombreux pays d'Europe centrale et orientale. Contrairement aux fruits, le sucre principal de la betterave est le saccharose (**D. Babarykin, 2019**).

#### I.4.2 Pour la santé :

Les betteraves sont utilisées en médecine traditionnelle depuis des centaines d'années pour traiter la constipation, les douleurs intestinales et articulaires, les pellicules. La pharmacologie moderne montre que les extraits de betterave rouge présentent une activité anti hypertensive et hypoglycémiant ainsi qu'une excellente activité antioxydant. Les résultats prometteurs de leurs composés photochimiques en matière de protection de la santé suggèrent l'opportunité de leur utilisation dans les aliments fonctionnels (**Hamedi, S. et Honarvar, M. (2018)**).

#### I.4.3 En cosmétique :

Dans le monde de la beauté : un allié éclatant la betterave rouge s'impose comme un ingrédient de choix dans le domaine cosmétique, grâce à ses vertus naturelles indéniables. Teint éclatant : Riche en

bétanine, un pigment rouge vif, la betterave rouge stimule la microcirculation et booste l'éclat du teint. Elle est parfaite pour les masques maison ou les crèmes teintées naturelles. (Alexane Flament ,2023).

### **I.4.4 Agriculture et agro-alimentaire :**

❖ **Indicateur de santé du sol** : la betterave rouge est utilisée comme test végétal pour évaluer le degré de contamination du sol et sa capacité à absorber les nitrates. (Singh et al .,2020)

❖ **Création de biocarburants** : Substitut durable aux énergies fossiles, le bioéthanol est produit à partir de la betterave sucrière, une variété particulière de betterave variété de betterave (Zabed et al.,2017)

❖ **Colorant alimentaire naturel** : La poudre de betterave rouge est un colorant alimentaire naturel utilisé pour teinter les confitures, yaourts, glaces et autres produits. (Chhikara et al.,2019)

### **I.4.5 En Industrie :**

❖ **Production de biocarburants** : Alternative durable alternative à combustibles fossiles, le bioéthanol est produit par fermentation combustibles fossiles, betterave sucrière, une sorte de betterave rouge.

❖ **Extraction de composés bioactifs** : la betterave rouge est riche en composants bioactifs aux propriétés anti-inflammatoires et antioxydants, ce qui le rend précieux pour les industries pharmaceutique et nutraceutique (Thorac Dis ,2014).

### **I.4.6 Recherche scientifique :**

❖ **Étude des cellules végétales** : La betterave rouge est un modèle d'étude privilégié pour les chercheurs en biologie végétale en raison de sa structure cellulaire simple et de sa grande taille (Dupont et al.,2021).

❖ **Développement de nouveaux médicaments** : Les pigments naturels de la betterave rouge font l'objet de recherches pour leurs propriétés antioxydantes et potentiellement anticancéreuses( Moreau et al .,2020)

❖ **Biomimétisme** : La structure des feuilles de betterave inspire le design de panneaux solaires et d'autres matériaux biomimétiques (Leroy et al.,2019).

### I.5. Les conservateurs alimentaires :

#### I.5.1 Définition de conservateurs :

Les conservateurs, appelés additifs alimentaires, jouent un rôle crucial pour prolonger la durée de conservation des aliments ou rehausser leur saveur. Le botulisme, une maladie potentiellement mortelle, d'autres micro-organismes pouvant provoquer une intoxication alimentaire (fonction antimicrobienne) et les aliments à haut risque tels que la viande, les fruits de mer, les produits laitiers et le fromage, constituent un terrain fertile pour des micro-organismes potentiellement dangereux ; Par conséquent, l'ajout d'un conservateur est généralement nécessaire pour garantir la sécurité alimentaire.. (Vandenberg et al.,2021). Outre les micro-organismes, la détérioration des aliments peut également être due à des facteurs chimiques (par ex. oxydation) ou physiques (par ex. température, lumière) (García ,2016).

La betterave est utilisée pour prévenir ce genre de réactions d'altération et prévenir toute altération de la saveur ou, dans certains cas, de l'apparence des aliments (fonction antioxydante). En utilisant un conservateur, certains aliments peuvent devenir roués ou changer de couleur. En résumé, les conservateurs alimentaires préservent la qualité des aliments et des boissons, réduisent leurs coûts, les rendent plus hygiéniques, prolongent la période de conservation et réduisent le gaspillage alimentaire. (KEBLI et al.,2023).

#### I.5.2 Les différents types de conservateurs :

Il existe deux grandes catégories de conservateurs : les conservateurs anti-**microbiologiques** et les conservateurs **antioxydant et restaurateurs**. Néanmoins, de nombreux conservateurs remplissent ces deux objectifs, comme les sulfites du vin et les nitrates de sulfites viande. (García et, 2016)

Des conservateurs antimicrobiens, comme les composés soufrés tels que les sulfites (E220-228), sont utilisés pour inhiber le développement des bactéries dans le vin, les fruits secs, les légumes au vinaigre ou en saumure, etc(EFSA Panel, 2016).

L'acide sorbique (E200) peut être utilisé pour différentes raisons, notamment pour la conservation des produits à base de pomme de terre, du fromage et de la confiture. (EFSA Panel et ,2015).

Les conservateurs antioxydants sont souvent utilisés dans les fruits et légumes peu transformés comme les salades prêtes à l'emploi, les fruits frais coupés et les jus de fruits frais, où le brunissement est une préoccupation importante.(García et ,2016).

# **CHAPITRE II**

## **COLORANTS NATUREL (BIO)**

### Chapitre II : Colorant naturel (bio)

#### II.1. Définition d'un colorant :

« On appelle couleur propre d'un corps, la propriété qu'il possède d'absorber une partie des rayons colorés du spectre et de laisser traverser les autres, s'il est transparent, ou de les réfléchir, s'il est opaque ». Les matières colorantes se caractérisent par leurs capacités à absorber les rayonnements lumineux dans le spectre visible (de 380 à 750 nm). La transformation de la lumière blanche en lumière colorée, par réflexion sur un corps ou par transmission ou diffusion, résulte de l'absorption sélective d'énergie par certains groupes d'atomes appelés chromophores, la molécule colorante étant le chromogène. Plus la facilité du groupe chromophore de donner un électron est grande plus la couleur sera intense. D'autres groupes d'atomes du chromogène peuvent intensifier ou changer la couleur due au chromophore : ce sont les groupes autochromes. Les colorants d'origine végétale forment une gamme étendue de nuances (du jaune au bleu, au vert et même au noir) (**Seyewetz et Sisley, 2009**).

Les colorants sont des composés non dégradables par les micro-organismes, ces rejets toxiques et nocifs pour les eaux superficielles et de profondeur, présentent un danger certain pour l'homme et l'animal. Les colorants synthétiques ont presque complètement supplanté les colorants naturels. Les colorants azoïques constituent la famille la plus importante sur le plan de l'application, puisqu'ils représentent plus de 50% de la production mondiale de matières colorantes. (**Anouar et al, 2014**).

#### II.2. Rôle du colorant :

Le rôle du colorant L'ajout de colorants alimentaires a pour objectifs : D'accentuer la couleur d'un aliment pour le rendre plus ludique, comme dans le cas des pâtisseries ou encore des bonbons, le fromage et le yaourt..... De compenser la couleur d'un produit qui a perdu son intensité du fait de son stockage pu d'un traitement particulier ; De corriger la perte de couleur d'un produit comestible du fait du manque d'ensoleillement, de son exposition à l'air ou encore à cause de la présence de moisissures.(**BenMansour, 2009**).

#### II.3. Famille de colorants :

Il existe 3 sortes de colorants alimentaires autorisés en alimentation :

✓ **Les colorants naturels** (ex : le vert de la chlorophylle).

## Chapitre II : Colorant naturel (bio)

---

✓ Les colorants de synthèses fabriqués par l'industrie chimique qui comprend les colorants « identique nature » (qui existent dans la nature, mais produits industriellement).

✓ Les colorants artificiels (qui n'ont pas d'équivalent dans la nature).  
(Référence électronique)

### II.4. Définition des colorants naturels :

Les colorants alimentaires naturels, sont généralement extraits de plusieurs sources naturelles et purifiés par la suite, la plupart sont d'origine végétale, à l'exception de l'acide carminique. Ils forment une gamme étendue de nuances (du jaune au bleu, en passant par le vert et même le noir). Parmi les colorants les plus utilisés en agroalimentaire on retrouve : la chlorophylle, le lycopène et le beta carotène. Contrairement aux colorants de synthèse, ceux d'origine végétale sont généralement bénéfiques pour la santé possédant des effets antioxydants et anti carcinogènes. (Ben Mansour, 2009)

### II.5. Classification :

- Les colorants sont codifiés de SIN100 à SIN199 et sont classés suivant :
- Leur propriété principale.
- Leur couleur.
- Leur nature chimique (colorants polyphénoliques, azoïques ...)
- Leur utilisation : colorante textile, médicamenteuse ou alimentaire (Pierre, 2012).

**Tableau 4** : Classification de la Betterave (Hequet, 2019)

Règne	Plante
Classes	Equisetopsida
Superordre	Caryophyllanae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Genre	Beta L
Espèce.	Beta vulgaris L

### II.6. Origines et caractéristiques de colorants naturels :

On distingue trois groupes de colorants naturels selon leur origine :

- ✓ Origine animale, exemples : rouge carmin extrait d'un petit insecte, la cochenille.
- ✓ Origine végétale, exemples : vert de la chlorophylle, rouge bétamine de la betterave, brun caramel du sucre.
- ✓ Origine minérale, exemples : aluminium, argent et or. (**Référenceélectronique**)

### II.7. Différents types de couleurs naturelles :

#### II.7.1. La curcumine (E100) :

C'est un des constituants du curry est extraite de *Curcuma longa*, ou safran, cultivée en Extrême-Orient et à Madagascar.

Le produit, de couleur jaune orangé brunâtre, est soluble dans l'éthanol et l'acide acétique glacial (couleur jaune clair), dans les bases (couleur rouge brun).

Le produit est dégradé par la lumière, à cause de son noyau isoalloxazine, et par la température. Son rôle physiologique, en tant que vitamine, n'est pas négligeable. Néanmoins, il semble s'agir là d'une vitamine particulièrement bien tolérée. Elle est également utilisée sous forme de phosphateevures, germes de blé, œufs, foies d'animaux), ou, plus souvent, par synthèse.

#### II.7.2. La cochenille (acide carminique) (E120) :

Elle est obtenue à partir des corps desséchés des femelles de l'insecte *Coccus cacti*, renfermant surtout des œufs et de jeunes larves. Il faut 15000 insectes pour obtenir 100 g d'un produit renfermant 10 à 15% d'acide carminique, qui est la matière colorante d'un rouge très vif.

L'acide carminique est soluble dans l'eau, la colorant en rouge en milieu neutre, en jaune /violet en milieu acide (**Domi., 2017**).

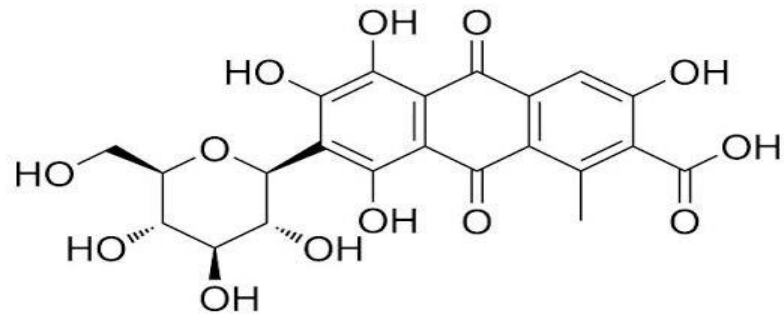
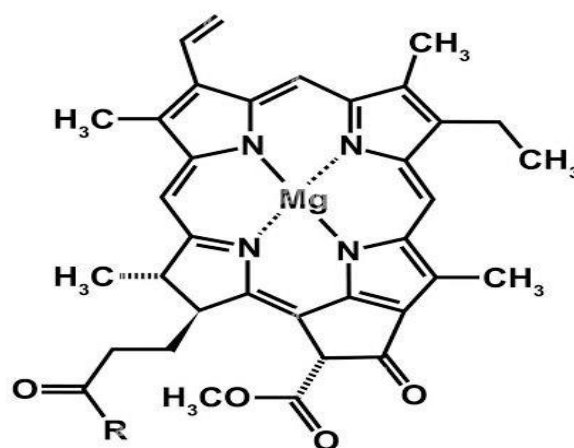


Figure 4 : structure de la cochenille

### II.7.3. Les chlorophylles (E140) :

Sont les pigments verts des plantes. La chlorophylle commerciale est soluble dans l'eau, l'éthanol et l'huile, avec une coloration vert foncé. (Piard et al.2014).

### Chlorophyll a $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$



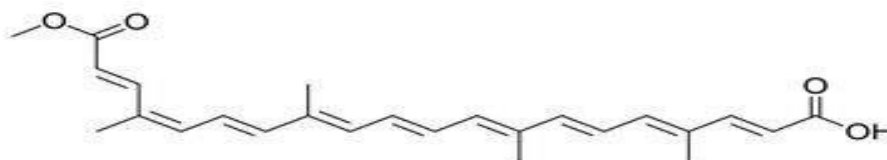
alamy

Image ID: 20093976  
www.alamy.com

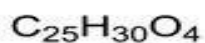
Figure 05 : structure de Chlorophylles

### II.7.4. La bixine [E160e(i)] :

Aussi appelée rocou est un des constituants colorés de l'enveloppe des graines de rocou. Le rocouyer (*Bixaorellana*) est cultivé sous les tropiques. La bixine est soluble dans les huiles et les graisses. Elle est thermostable jusqu'à 100°C. (**journal,2009**).



Bixin

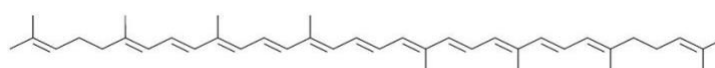


shutterstock.com · 2248461941

**Figure 6:** structure de bixine

### II.7.5. Le lycopène (E160d) :

C'est le colorant rouge des fruits mûrs, spécialement de la tomate. Il est soluble dans le chloroforme et le benzène, pratiquement insoluble dans les alcools (Galinato **et al.,2007**)



Lycopene



alamy

Image ID: 2EK78MN  
www.alamy.com

**Figure 7:** structure de lycopène

### II.7.6. Les xanthophylles (E161) :

Sont des colorants jaunes à rouges extraits des plantes comme les comme les légumes (maïs, carotte, épinards, ...), les feuilles vertes, les soucis et l'œillet d'Inde (tagetes), entre autres sources.

**CHAPITRE III**

**MATÉRIELS ET**

**MÉTHODES**

### Chapitre III : Matériels et méthodes

Notre expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique du département demicrobiologie et de biochimie, Faculté des sciences à l'Université MohammedBoudiaf de M'sila. Le contrôle de la qualité microbiologique et physicochimique des poudres de betterave rouge élaborées a été réalisé au sein du laboratoire de microbiologie de l'université.

#### III.1. Matériel végétal :

En Algérie, la betterave rouge trouve des conditions très favorables à sa culture et à son développement. Il est connu non seulement pour son goût doux Il est modérément sucré, mais aussi riche en fibres et en sucre. Sa couleur rouge naturelle est également considérée comme un conservateur et présente de nombreux bienfaits, notamment des minéraux comme le fer et les vitamines B (B1, B2, B3, B6). La variété étudiée dans cette étude a été achetée sur un marché de la Province de M'Sila en avril 2024.

#### III.2. Les appareille et produit chimique

##### ✓ Appareillage :



Compteur de colonies



Le bain marie



Agitateur magnetique



Centrifuger



La cuve



Balance sensible

Figure 8 : Le matériel utilisé

✓ **Réactif :**

- Le lait vache.
- Poulet haché.

✓ **Les géloses :**



**Figure 9 : Les géloses d'occasion**

### III.3. Le but de travail :

Le but de ce travail est de fabriquer un colorant, conservateur naturel sous forme de poudre à base de betterave rouge :

- Colorant bio, conservateur naturel.

La réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques est essentielle pour déterminer la qualité de notre produit.

Ce travail est réalisé au sein du laboratoire, où on extrait la poudre de betterave de deux manières différentes (séchage et centrifugation) et tester son pouvoir conservateur et ses effets comme colorant, et confirmer les résultats avec des analyses physiques, chimiques et microbiologiques.

### III.4. Matière principale :

#### III.4.1. Poudre de betterave rouge :

- Betterave.
- Eau distillée.

#### III.4.2. Produit fini :

Colorant naturelle (conservateur) a base de betterave rouge sous forme de poudre.

### III.5. Evaluation de la qualité microbiologique :

Afin de garantir la qualité hygiénique, il est nécessaire de procéder à un contrôle microbiologique des produits alimentaires pour une consommation optimale.

Elle sera mise en œuvre sur deux types d'aliments (lait, poulet).

**Tableau 05** : Evaluation de la qualité microbiologique.

Microorganismes recherché	I incubation			
	Lait de vache		Poulet frais	
Les entérobactéries	48h 12jr	37c°	48h	37c°
Coliforme		37c°		37c°
Les Staphylococcaceae				37c°

### III.6. Méthodes d'analyse :

#### III.6.1. Extraction des analyses microbiologiques des produits :

Afin d'extraire la poudre de betterave, nous avons utilisé deux méthodes différentes :

##### III.6.1.1. Méthode extraction :

###### ❖ Par séchage :

- On lave bien les betteraves rouges.
- On le coupe en tranches très fines.
- Placez-le sur une surface stérile à l'abri de la lumière pendant une durée suffisante jusqu'à ce qu'il sèche complètement.
- Nous le broyons et le tamisons, obtenant ainsi la poudre.

### ❖ Par centrifugation :

- On lave les betteraves et on les coupe en petits morceaux.
  - On le presse pour obtenir le jus de betterave.
  - Nous le mettons dans des tubes et le mettons dans la centrifugeuse pendant 30 minutes et 4000 tours par minute.
  - On récupère un sédiment au fond des tubes, que l'on filtre.
  - Nous le récupérons dans une boîte de Pétri et le plaçons dans l'incubateur à 48 degrés pendant 24 heures.
- ✓ Après avoir extrait la poudre de betterave rouge de deux manières différentes, nous l'avons appliquée à deux réactifs afin de garantir que cette poudre fonctionne comme un conservateur naturel. Nous avons donc étudié des expériences microbiologiques sur des morceaux de poulet frais et du lait de vache et le degré d'efficacité de cette poudre sur les aliments.

### III.7. Les réactifs :

#### III.7.1. Réactif 1 : poulet haché :

- Nous apportons 5 boîtes de pétries
- On met 50 g de poulet dans chaque boîte.
- Nous mettons des différentes concentrations de la poudre de betterave dans chaque boîte.
- \* Séchage :(0.05 ,0.15, 0.25, 0.35, 0.5) g
- \* La centrifugation :(0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.5) g
- Mélangez bien et placez-les dans un récipient stérile à température ambiante pendant 24 heures.
- On prélève 1 g de chaque boîte, on le met dans une solution physiologique, et on le mélange avec un mélangeur magnétique.
- Ainsi, nous avons obtenu la solution mère et nous pouvons y effectuer le processus de dilution.

### ❖ Préparation des dilutions :

Dans le but de réaliser les différentes analyses microbiologiques, une solution mère est préparée. Pour un produit solide, une pesée de 1 g de l'échantillon a été diluée dans 9mL de l'eau physiologique. La préparation des dilutions décimales vis à réduire le nombre de micro-organismes par unité de Volume.

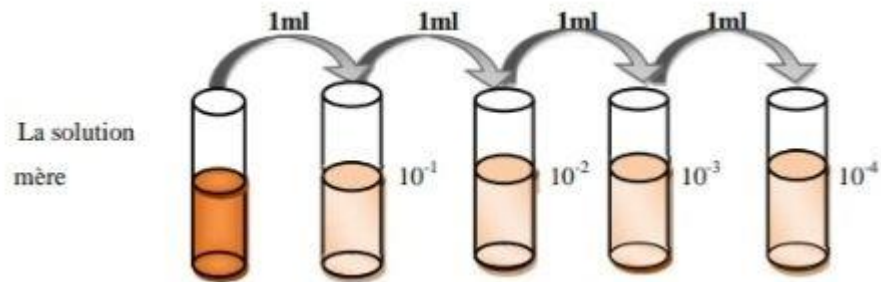


Figure 10 : préparation des dilutions décimales

### I.6. Les analyses microbiologiques :

#### I.6.1.1 Dénombrement des entérobactéries :

#### I.6.1.2 Dénombrement des coliformes totaux :

Ce sont des bactéries appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, bacilles à Gram négatif, non sporulées fermentent le lactose avec production de gaz, après incubation à 37°C/24 h.

#### ✓ Mode opératoire :

Après agitation et homogénéisation, 1 ml des échantillons (poulet+poudre de betterave) est déposé stérilement dans une boîte de Pétri stérile à laquelle environ 15 ml de gélose **VRBL** en surfusion à 37°C sont ajoutés. Après mélange, la gélose est laissée se solidifier.

Puis après solidification du mélange, les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h.

#### ✓ Lecture :

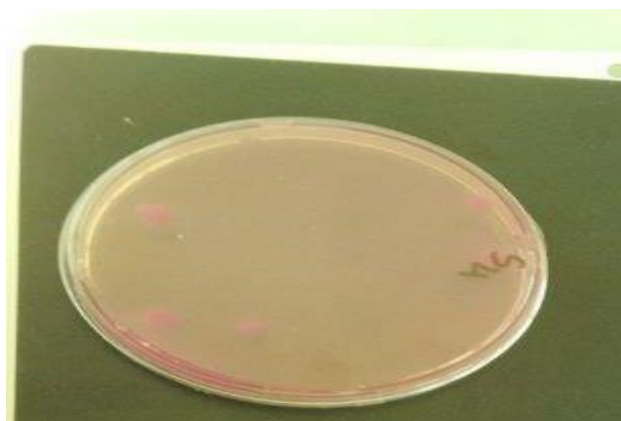


Figure 11: Lecture sur la gélose VRBL

### I.6.1.3 Dénombrement de la flore totale :

#### ✓ Mode opératoire :

Après agitation et homogénéisation, 1 ml des échantillon (poulet et poudre de betterave) est déposé stérilement dans une boîte de Pétri stérile à laquelle environ 15 ml de **gélose nutritive** en surfusion à 37°C sont ajoutés. Après mélange, la gélose est laissée se solidifier.

Puis après solidification du mélange, Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h.

#### ✓ Lecture :



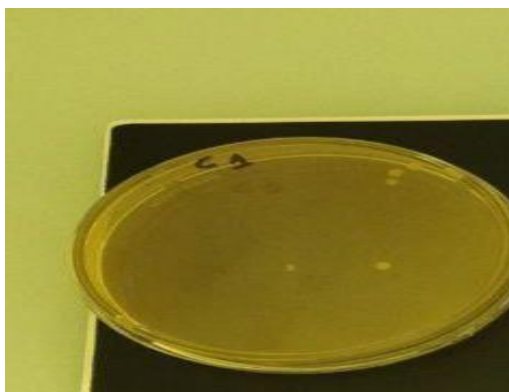
Figure 12: Lecture sur la gélose nutritive

### I.6.1.4 Dénombrement des Staphylococcus aureus:

#### ✓ Mode opératoire :

A l'aide d'une pipette stérile, 1ml du bouillon d'enrichissement est étalé soigneusement à l'aide râteau étaler, à la surface de gélose **Baird Parker** ou Chapman coulées en boîtes de Pétri. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h.

#### ✓ Lecture :



**Figure 13 : Lecture sur la gélose Baird Parker**

### **I.6.2 Réactif 2 : lait de vache :**

- Nous apportons 5 boîtes de pétries
- On met 30ml de lait de vache dans chaque boîte.
- Nous mettons différentes concentrations de la poudre de betterave dans chaque boîte.
- \* Séchage :(0.03, 0.05, 0.15, 0.21, 0.25) g
- \* La centrifugation :( 0.03, 0.05, 0.15, 0.21, 0.25) g
- Mélangez bien et placez-les dans un récipient stérile à température ambiante pendant 24 heures.
- On prélève 0.5ml de chaque boîte, on le met dans une solution physiologique, et on le mélange avec un mélangeur magnétique.
- Ainsi, nous avons obtenu la solution mère et nous pouvons y effectuer le processus de dilution.

#### **❖ Préparation des dilutions :**

On prélève 0.5 ml d'échantillon à l'aide d'une pipette stérile qu'on rajoute à 9 ml d'eau physiologique stérile, on obtient alors la dilution  $10^{-1}$ .

Ensuite on introduit avec une nouvelle pipette 1 ml de la dilution primaire dans un nouveau tube contenant 9 ml de diluant stérile en utilisant une nouvelle pipette pour chaque dilution.

#### **I.6.2.1 Dénombrement des entérobactéries :**

#### **I.6.2.2 Dénombrement des coliformes totaux :**

#### **➤ Mode opératoire :**

## Chapitre III : Matériels et méthodes

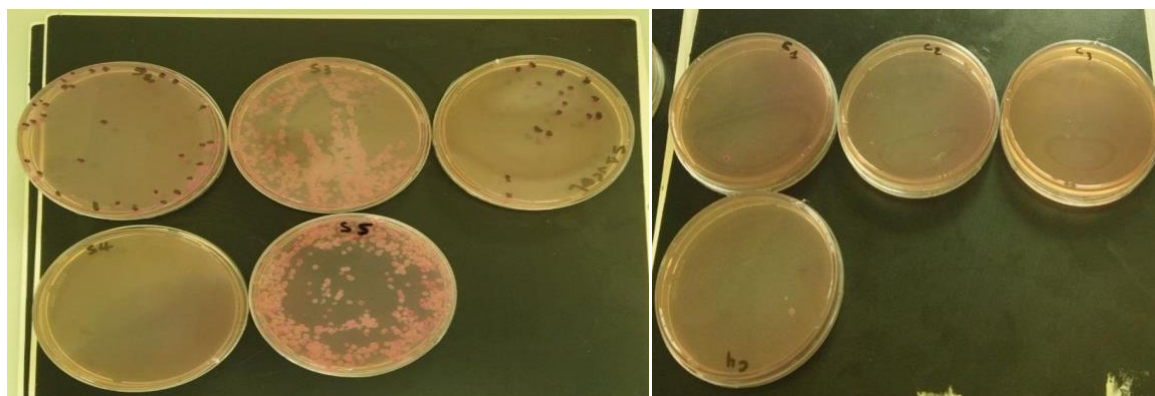
---

Après agitation et homogénéisation, 1 ml des échantillons (lait+poudre de betterave) est déposé stérilement dans une boîte de Pétri stérile à laquelle environ 15 ml de gélose VRBL en surfusion à 37°C sont ajoutés. Après mélange, la gélose est laissée se solidifier.

Puis après solidification du mélange, Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 48 h.

➤ *Lecture :*

❖ *Après 6 jours :*

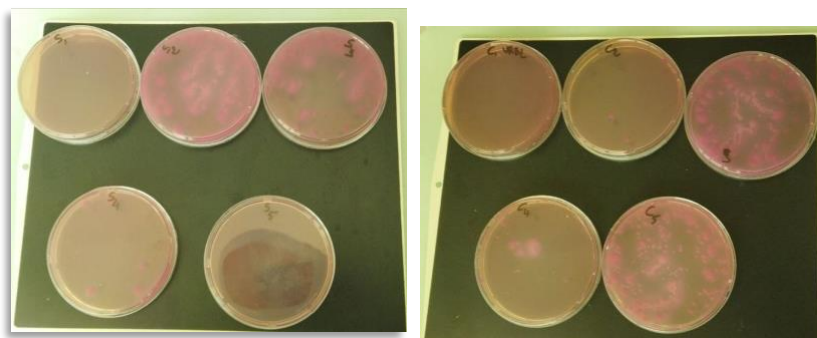


**séchage**

**centrifugation**

**Figure 14 : Lecture sur la gélose VRBL après 6 jours**

❖ *Après 12 jours :*



**Séchage**

**Centrifugation**

**Figure 15 : Lecture sur la gélose VRBL après 12 jours**

### **I.6.2.3 Dénombrement de la flore totale :**

✓ *Mode opératoire :*

### Chapitre III : Matériels et méthodes

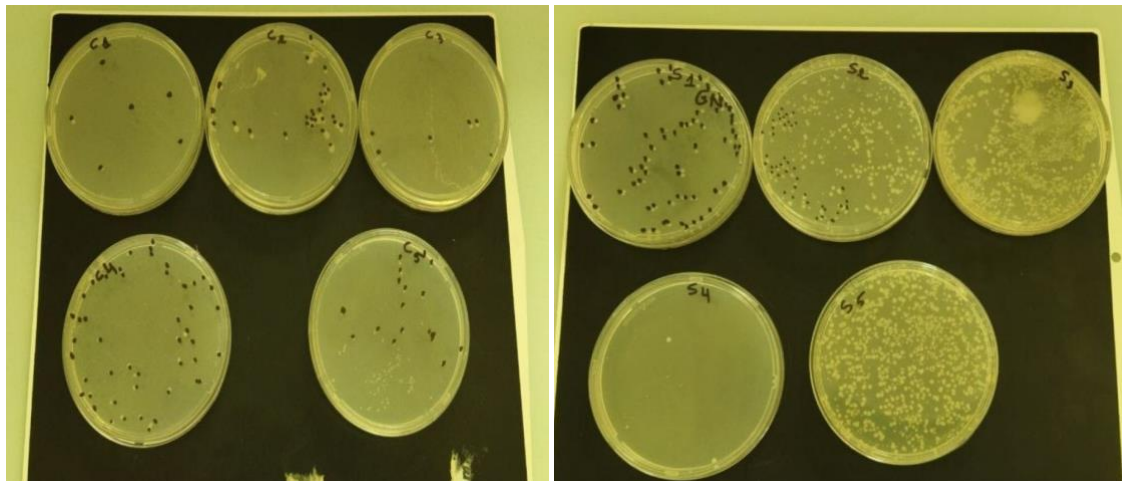
---

Après agitation et homogénéisation, 1 ml des échantillons (lait+poudre de betterave) est déposé stérilement dans une boîte de Pétri stérile à laquelle environ 15 ml de **gélose nutritive** en surfusion à 37°C sont ajoutés. Après mélange, la gélose est laissée se solidifier.

Puis après solidification du mélange, Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 48 h.

✓ *Lecture :*

➤ *Après 6 jours :*

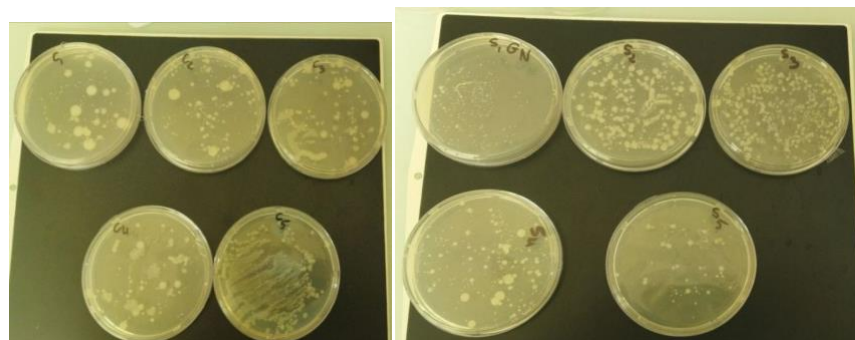


*Centrifugation*

*séchage*

**Figure 16 : Lecture sur la gélose nutritive après 6 jours**

➤ *A prés 12 jours :*



**Centrifugation**

**Séchage**

**Figure 17 : Lecture sur la gélose nutritive après 12 jours**

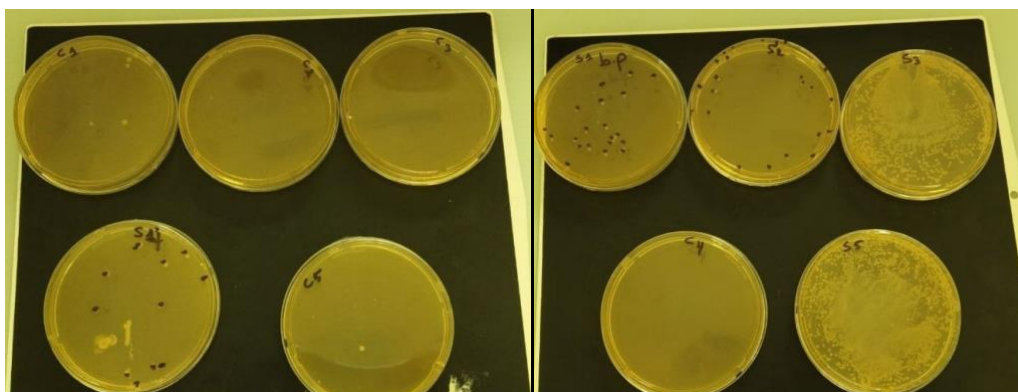
### I.6.2.4 Dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

➤ *Mode opératoire :*

A l'aide d'une pipette stérile, 1 ml du bouillon d'enrichissement est étalé soigneusement à l'aide d'un râteau étaler, à la surface de gélose **Baird Parker** ou Chapman coulées en boîtes de Pétri. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 48 h.

➤ *Lecture :*

❖ *Après 6 jours :*

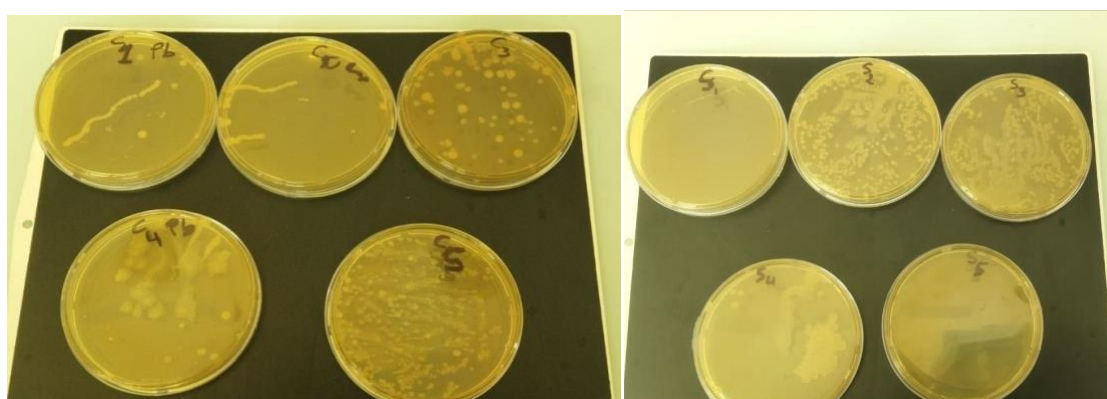


Centrifugation

séchage

Figure 18 : Lecture sur la gélose Baird Parker après 6 jours

❖ *Après 12 jour :*



Centrifugation

séchage

Figure 19 : Lecture sur la gélose Baird Parker après 12 jours

### I.7. Les analyses physicochimiques :

Concernant les analyses physicochimiques, nous avons effectuées les principales analyses qui nous confirme les effets de notre poudre : (les analyses sont effectuées au laboratoire de Hodna lait)

Sur le lait :

- pH
- Matière grasse

Sur la viande blanche :

- pH
- Humidité
- Matière grasse

Malheureusement, nous n'avons pu effectuer le taux des protéines dans notre viande, qui est un paramètre important dans la détection de sa qualité, et c'est à cause de manque des moyens.

**CHAPITRE IV**  
**RÉSULTATS ET**  
**DISCUSSION**

### Chapitre IV : Résultats et discussion

#### IV.1. Paramètres microbiologiques de la poudre de betterave :

Après avoir effectué les analyses microbiologiques des échantillons, nous avons trouvé les résultats suivants :

##### IV.1.1. Les résultats de la poudre obtenu par centrifugation et par séchage

###### I.7.1.1 Poulet haché :

❖ **Tableau 06** : Résultats du dénombrement bactérien de poulet haché (24h) :

Echantillons Les gélose	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>VRBL</b>	13	06	23	33	<b>02</b>	08	02	44	81	02	<b>02</b>	10
<b>GN</b>	25	50	>300	06	<b>20</b>	20	21	50	>300	125	<b>02</b>	>300
<b>BP</b>	11	07	33	46	<b>04</b>	16	04	30	12	02	<b>00</b>	03

###### ➤ Analyse du tableau :

Après avoir effectué les analyses, nous avons obtenu des résultats positifs dans les deux techniques, mais ils ont été plus efficaces dans la technique de **centrifugation**, précisément à la C4 (0,35g de poudre dans 50g d'échantillons). Dans le point C3 nous avons trouvé des résultats nuls dans le VRBL et BP, mais le dénombrement dans le GN donne une valeur de 125, donc on constate que le point C4 est notre dose optimale. La même chose pour le S3 où on a trouvé des résultats presque équivalents à celle de S4, mais on constate toujours que le point S4 est le point optimum.

##### IV.1.2. Lait vache :

###### ➤ Après 06 jours :

❖ **Tableau 07** : Résultats du dénombrement bactérien de lait vache (après 06 jours) :

Echantillons Les gélose	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>VRBL</b>	11	17	33	36	<b>00</b>	230	09	01	04	01	<b>00</b>	00
<b>GN</b>	24	59	60	52	<b>02</b>	>300	29	02	28	06	<b>02</b>	19
<b>BP</b>	09	21	23	28	<b>27</b>	>300	07	05	02	00	<b>00</b>	03

## Chapitre IV : Résultats et discussion

➤ **Analyse du tableau :**

La poudre obtenue par séchage nous a donné une meilleure conservation vers le point S4 où la dose est de 0,35g dans 50g d'échantillon, et pour la technique de centrifugation nous avons obtenu des résultats positifs dans les deux doses C3 et C4 (0,15 et 0,21g pour 50 g d'échantillon respectivement). nous avons trouvé des résultats nuls dans le VRBL et BP dans tous les points de centrifugation (C1/C2/C3/C4/C5) mais le dénombrement dans le GN donne des valeurs croissantes, donc on constate que le point C4 est notre dose optimale, la même chose pour le S4 nous avons trouvé des résultats nuls dans le VRBL et GN mais le dénombrement dans le BP donne des valeurs élevées.

❖ **Tableau 08 : Résultats du dénombrement bactérien de lait vache (après 12 jours)**

➤ **Après 12 jours :**

Echantillons Les gélose	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>VRBL</b>	12	0	ND	67	<b>06</b>	0	05	01	04	<b>02</b>	<b>20</b>	10
<b>GN</b>	18	100	>300	>300	<b>20</b>	>300	15	74	>300	<b>10</b>	<b>30</b>	19
<b>BP</b>	06	20	15	>300	<b>13</b>	>300	09	10	04	<b>00</b>	<b>14</b>	05

➤ **Analyse du tableau :**

La technique de centrifugation nous a donnée toujours les meilleurs résultats de conservation précisément dans les points C3 et C4 où la dose est de 0,15g et 0,21g dans 50 g d'échantillon respectivement, cela nous a donné presque tous des résultats nuls à toutes les concentrations dans le milieu PB mais le dénombrement dans le GN donne des valeurs un peu élevées. Concernant la technique de séchage, la dose optimale de conservation est de 0,21g dans 50 g d'échantillon.

## Chapitre IV : Résultats et discussion

### IV.2. Les paramètres physicochimiques :

#### IV.2.1. Viande Haché :

Le tableau 10 illustre les différents résultats obtenus pour les paramètres physicochimiques de la viande conservée par la poudre de betterave préparée par les deux voix :

❖ **Tableau 09** : Résultats des paramètres physicochimiques de la viande

Echantillons NPP	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>pH</b>	6,1	4,2	3,9	4,2	<b>4,9</b>	4,8	6,1	3,8	3,9	4,6	<b>5,3</b>	4,9
<b>Humidité %</b>	57	76	72	68	<b>65</b>	65	57	76	69	65	<b>62</b>	63
<b>Matière grasse %</b>	1,5	0,66	0,62	0,78	<b>0,91</b>	0,82	1,5	0,63	0,65	0,86	<b>1,02</b>	0,90

Nous avons trouvé que les résultats de pH sont inférieurs à celle de viande avant conservation où la valeur est de 6,1, mais on peut confirmer sur les points C4 et S4 où on a trouvé des bons résultats avec les analyses microbiologiques, le taux d'humidité est un peu élevé par rapport à celle de référence et ce qui favorise la multiplication des bactéries, le taux de matière grasse reste toujours inférieur à celle de viande fraîche.

#### IV.2.2. Lait de vache :

Nous avons trouvé des résultats des paramètres physicochimiques du lait de vache après 6 jours et 12 jours illustré dans les tableaux 10 et 11 respectivement.

❖ **Tableau 10** : Résultats des paramètres physicochimiques de lait vache (après 6 jours)

Echantillons NPP	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>pH</b>	6,6	4,08	3,97	4,15	<b>5,10</b>	4,10	6,6	4,03	4,14	4,20	<b>4,95</b>	4,08
<b>Matière grasse %</b>	2,8	0,32	0,29	0,65	<b>0,89</b>	0,34	2,8	0,47	0,42	0,77	<b>0,94</b>	0,61

Après 6 jours, on peut dire que notre poudre de betterave a donné les meilleurs résultats vers les doses S4 et C4, On a trouvé un pH de l'ordre de 5,10 qui est n'est pas loin de la valeur de lait cru (6,6). Le taux de la matière grasse est inférieur à celle de lait cru elle est de l'ordre de 0,94 dans le

## Chapitre IV : Résultats et discussion

point C4, alors que la valeur de lait cru est de 2,8, et ça est dû au développement des bactéries dans le milieu.

❖ **Tableau 11** : Résultats des paramètres physicochimiques de lait vache (après 12 jours)

Echantillons NPP	Séchage						Centrifugation					
	St	S1	S2	S3	S4	S5	Ct	C1	C2	C3	C4	C5
<b>pH</b>	6,6	3,88	3,82	4,01	<b>4,82</b>	3,96	6,6	3,7	3,91	4,12	<b>4,52</b>	4,01
<b>Matière grasse</b>	2,8	0,12	0,11	0,21	<b>0,34</b>	0,19	2,8	0,16	0,16	0,27	<b>0,36</b>	0,15

Après 12 jours, on peut constater que notre poudre de betterave a donné les meilleurs résultats vers les doses S4 et C4, et confirmer les résultats obtenus par les paramètres bactériologiques, mais nos résultats ne sont pas à la hauteur et on doit les améliorer dans des études ultérieures. Le pH est de l'ordre de 4,82 donc le milieu est un peu acide et notre lait est devenu un lait aigre, ainsi que le taux de la matière grasse est inférieur à celle de lait cru.

### IV.3. Interprétation :

En utilisant correctement la technologie de centrifugation, les propriétés physiques des solutions telles que la concentration, la température et la pression peuvent être maintenues, dans notre cas la séparation de la poudre de betterave par centrifugation nous a donné les meilleurs résultats par rapport à celle de séchage, ce qui en fait un processus efficace pour purifier et séparer différentes substances dans des solutions sans affecter leurs propriétés physiques.

Le séchage de betterave dans une température d'environ 40° peut affecter sur la qualité de la poudre obtenue.

Les expériences réalisées ont donné des résultats positifs, mais ils diffèrent selon la nature du milieu de culture et la dose de conservateur.

Nous avons constaté l'ampleur de l'effet de la betterave sur les aliments (lait de vache et poulet haché) en tant que conservateur naturel, mais les résultats varient selon le mode d'application et la nature de l'échantillon.

## Chapitre IV : Résultats et discussion

---

Dans le milieu VRBL et BP, les résultats auraient été efficaces, surtout dans la technique de centrifugation, exactement au niveau du point C4 (concentration optimale). Cependant, nous avons trouvé dans le milieu GN des bactéries variées, dont le GN est un milieu très sensible aux bactéries.

Le milieu de culture GN est considéré comme plus efficace dans certaines situations par rapport aux milieux VRBL et BP puisqu'il travaille avec une grande variété de bactéries.

Conçu pour favoriser la croissance d'une large gamme de bactéries à Gram négatif, en particulier celles appartenant à la famille des Entero bacteria, utilisé largement dans les laboratoires cliniques et la recherche scientifique en raison de sa capacité à favoriser la croissance d'une variété de bactéries à Gram négatif.

Sur la base de ces points, le bouillon GN est considéré comme plus efficace pour les diagnostics cliniques et la recherche nécessitant la culture d'une large gamme de bactéries à Gram négatif. Tandis que les autres milieux comme le VRBL et le BP restent utiles pour des objectifs spécifiques, le bouillon GN présente l'avantage de favoriser la croissance des bactéries à Gram négatif de manière plus efficace.

Les résultats d'analyse physicochimique montre qu'il y a une possibilité d'utiliser la betterave comme conservateur, mais il faut améliorer les modes de préparation et d'application sur l'échantillon.

# **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion :

Au terme de cette étude, il apparaît clairement que les colorants alimentaires naturels, notamment ceux extraits de la betterave rouge (*Beta vulgaris*), offrent des avantages significatifs par rapport aux colorants synthétiques. Ces couleurs, riches en antioxydants et autres composés bénéfiques, contribuent non seulement à l'apparence visuelle des produits alimentaires, mais également à améliorer la santé des consommateurs. Une analyse détaillée des propriétés et des applications des colorants naturels a révélé leur potentiel dans divers secteurs, notamment l'industrie alimentaire, la cosmétique ou encore la santé. Outre leur rôle esthétique, ces pigments possèdent de précieuses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques, ce qui les rend particulièrement importants dans le contexte actuel de recherche de solutions plus saines et plus durables.

Les résultats de cette étude suggèrent que l'incorporation de colorants naturels dans les produits alimentaires peut répondre à la demande croissante des consommateurs pour des options plus naturelles et plus respectueuses de l'environnement. Les progrès technologiques et les méthodes de préservation innovantes rendent cette intégration de plus en plus pratique et efficace.

Nous avons trouvé aussi que l'utilisation de l'extrait de betterave rouge comme conservateur naturel montre qu'il est efficace malgré que nos résultats ne sont pas vraiment à la hauteur, mais peut être qu'on peut améliorer ces résultats avec des autres études que ce soit sur le mode de préparation où le mode d'application.

En conclusion, cette recherche ouvre la voie vers de nouveaux horizons dans l'utilisation des colorants alimentaires naturels. Il est crucial de continuer à explorer et à développer ces solutions afin de proposer des alternatives saines et durables aux colorants chimiques. L'avenir de l'industrie agroalimentaire pourrait être caractérisé par un retour aux sources naturelles, alliant plaisir visuel et bienfaits pour la santé.

# Référence

# Bibliographique

### Référence bibliographique :

- 1- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua 2020. Consultée le 06/08/2020 depuis le site internet Ciqua <https://ciqua.anses.fr/>
- 2- Alexane Flament, 2023, Les bienfaits de la betterave
- 3- Anonyme 1. (2022). <https://www.fermedesaintemarthe.com/recherche/betterave.page>
- 4- Arvy, M.-P. e. G., F. (2007). Légumes d'hier et d'aujourd'hui. édition Belin. 608p
- 5- Claire, D., fabrice, varoquaux. (2006). Histoire et amélioration des cinquante plantes cultivées: Quae, pp 116-121.
- 6- Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., & Panghal, A. (2019). "Bioactive Compounds of Beetroot and Utilization in Food Processing Industry: A Critical Review." *Food Chemistry*, 272, 192-200.
- 7- Babarykin ,2019, Journal des biosciences et des médicaments
- 8- Dupont, J., & Martin, P. (2021). La betterave rouge comme modèle cellulaire en biologie végétale. *Revue de Biologie Végétale*, 35(2), 123-135.
- 9- Domi, 18 avril 2017, E120: cochenille ou carmine.
- 10- *International Journal of Food Science and Technology*. . (2019). La montée des colorants naturels dans l'industrie alimentaire
- 11- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources (ANS). (2016). Scientific Opinion on the re-evaluation of benzoic acid (E 210), sodium benzoate (E 211), potassium benzoate (E 212) and calcium benzoate (E 213) as food additives. *EFSA Journal*, 14(3), 44
- 12- EFSA Panel on Food additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). (2016). Scientific Opinion on the re-evaluation of sulfur dioxide (E 220), sodium sulfite (E 221), sodium bisulfite (E 222), sodium metabisulfite (E 223), potassium metabisulfite (E)
- 13- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). (2015).
- 14- Scientific Opinion on the re-evaluation of sorbic acid (E 200), potassium sorbate (E 202) and calcium sorbate (E 203) as food additives. *EFSA Journal*, 13(6), 4144.
- 15- Francine Ménard, 2015 semences et plants
- 16- Galinato, M. G. I., Niedzwiedzki, D., Deal, C., Birge, R. R., & Frank, H. A. (2007).

## Références

---

- 17- Cation radicals of xanthophylls. *Photosynthesis research*, 94, 67-78.
- 18- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*,
- 19- García-García, R., & Searle, S. S. (2016). Preservatives: food use. *Encyclopedia of Food and Health*, 505-509
- 20- García-García, R., & Searle, S. S. (2016). Preservatives: food use. *Encyclopedia of Food and Health*, 505-509
- 21- García-García, R., & Searle, S. S. (2016). Preservatives: food use. *Encyclopedia of Food and Health*, 505-509
- 22- Geubben., G. J. H. (2004). *Légumes: PROTA*. pp 122,
- 23- Hamedi, S. et Honarvar, M. (2018) Beta vulgaris—Une mini-revue des utilisations traditionnelles en Iran. *Phytochimie et pharmacologie Technologies actuelles de découverte de médicaments*, 15,1)
- 24- Hedi Ben Mansour August 2009 les colorants naturels sont-ils de bons additifs alimentaires
- 25- Hequet, e. C. (2019). Beta vulgaris L., 1753. *Inventaire National du Patrimoine Naturel*,2022,page 03
- 26- Hleibieh., K., Peltier, C, Klein, E, Schirmer, A, Schmidlin, L, Covelli, L, Ratti, Claudio, Legrève, Anne, Bragard, Claude, Gilmer, David. (2007). Étiologie de la rhizomanie de la betterave sucrière. *Virologie*, 11(6), 409-421.
- 27- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). (2021). *La betterave cultivée (Beta vulgaris) : Caractéristiques et Utilisations*. INRA Publications.
- 28- <https://fr.scribd.com/document/467901144/Cours-Additifs-alimentaires-et-auxiliaires-pdf>
- 29- <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/betterave/que-contient-betterave>
- 30- <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Colorant-alimentaire.html>
- 31- J Thorac Dis,2014 , journal of Thoracic Disease
- 32- Journal,2015 mis à jour le2018 Société nationale D'horticulture de France
- 33- KEBLI, N., & MAZOUZI, D. (2023). *Inventaire des additifs alimentaires dans certains groupes d'aliments (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun)*.
- 34- LE PARLEMENT EUROPÉEN, E. L. C., & DE, L. U. E. (2009). Règlement (CE) no 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques. *Journal officiel de l'Union européenne L*, 342, 59.

## Références

---

- 35- Lee, E. J., An, D., Nguyen, C. T., Patil, B. S., Kim, J., & Yoo, K. S. (2014). Betalain and betaine composition of greenhouse-or field-produced beetroot (*Beta vulgaris* L.) and inhibition of HepG2 cell proliferation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(6), 1324-1331.
- 36- Leroy, F., & Garnier, T. (2019). Inspiration végétale : La betterave rouge et le design des panneaux solaires. *Innovations et Biomimétisme*, 12(1), 45-57.
- 37- Lydia Ferrare ,2020 Métabolisme nutritionnel et maladies cardiovasculaires
- 38- Lydia Ferrare ,2020 Métabolisme nutritionnel et maladies cardiovasculaires.
- 39- Mansour HB, Tlemcani LL. Les colorants naturels sont-ils de bons additifs alimentaires? *Phytothérapie*. 2009;7(4):202-10
- 40- Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master ,Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master,2022page19.
- 41- Moreau, L., & Petit, C. (2020). Pigments naturels de la betterave rouge : Propriétés antioxydantes et applications médicales. *Journal des Sciences de la Santé*, 48(4), 789-798.
- 42- Mysore et al, 2012 Red Beet Biotechnology,Bhagyalakshmi Neelwarne,2012
- 43- Nodin, L., Meallet-Renault, R., & Piard, J. (2014). Séparation et étude des pigments des épinards par spectrofluorimétrie. *Le Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, 108(961), 293-310.
- 44- Nottingham, A. (2004). "Les colorants naturels et leurs bienfaits pour la santé." *Revue en ligne de la santé et de la nutrition*.
- 45- Pierre van de Weghe, UMR 6226 Sciences Chimiques de Rennes Equipe Produits Naturels, Synthèses, *Chimie Médicinale* (2011/2012).
- 46- Schwartz, S., von Elbe, JH. (1980). The quantitative determination of individual betacyanine pigments by high-performance chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28, 540-543
- 47- Seyewetz A, Sisley P (2009) *Chimie des matières colorantes artificielles*. Paris Masson & éditeurs Libraires de l'Académie de Médecine, France
- 48- Singh, J., Kalamdhad, A. S. (2020). "Assessment of Heavy Metal Contamination in Urban Wastewater and Evaluation of Its Effect on Crop Growth Using Beetroot (*Beta vulgaris*)."  
*Environmental Technology & Innovation*, 18, 100721
- 49- Vandenberg, LN et Bugos, J. (2021). Évaluation des implications sur la santé publique du conservateur alimentaire propylparabène : ce produit chimique est-il utilisé en toute sécurité depuis des décennies. *Rapports actuels sur la santé environnementale*, 8 , 54-70.

## Références

---

- 50- Vieira Teixeira da Silva D, Dos Santos Baião D, de Oliveira Silva F, Alves G, Perrone D, Mere Del Aguila E, M Flosi Paschoalin V. (2019) Betanin, a Natural Food Additive: Stability, Bioavailability, Antioxidant and Preservative Ability Assessments. *Molecules*. Jan 28;24(3):458
- 51- Zabed, H., Sahu, J. N., Suely, A., Boyce, A. N., & Faruq, G. (2017). "Bioethanol Production from Renewable Sources: Current Perspectives and Technological Progress." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 475-501