

République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'Agroalimentaire



Projet de Fin d'Etudes
Dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275
« Un diplôme, une startup / micro entreprise ou brevet d'invention »
Pour l'obtention du diplôme de Licence/Master
Filière : Science Alimentaire
Spécialité : Technologie Agroalimentaire et contrôle de qualité

**La fabrication d'un plat (la choucroute Algérien)
à base de légume (le chou)**

Soutenu le : 13/06/2024

Présenté Par :

1/ Filali ahmed
2/ Hadjadji abdelkader
3/Zahaf yousra aïcha
4/ Saidane zineb
5/ Bouazza berrahou samira

M2 Département Agroalimentaire
M2 Département Agroalimentaire
M2 Département Agroalimentaire
M2 Département Agroalimentaire
M2 Département Agroalimentaire

Devant le jury composé de :

| | | | |
|------------------------------|-------|---------------------|--|
| Belhacini Fatima | (MCA) | U. Ain Témouchent | Président |
| Bensalah Fatima | (MCB) | U. Ain Témouchent | Examineur |
| Dr. Khalfa Ali | (MCA) | U. Ain Témouchent | Encadrant |
| Dr. Bennabi Farid | (MCA) | U. Ain Témouchent | Co-Encadrant |
| Dr. Chihab Mounir | (MCA) | U. Ain Témouchent | Co-Encadrant |
| Mr. Boutouba Mohammed | (Pr) | U. Ain Témouchent | Représentant de L'incubateur |
| Mr. Benouar Houcine | (ING) | APC. Ain Témouchent | Inspecteur principale d'hygiène salubrité publique et environnement |

Année Universitaire 2023/2024

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre profonde gratitude au **Dr. Khalfa Ali**, maître de conférences à l'université -Belhadj Bouchaib- d'Ain-Temouchent, pour la formation qu'il nous a prodiguée. Nous le remercions chaleureusement pour ses enseignements pédagogiques et scientifiques.

Nous tenons également à remercier **Dr. Bennabi Farid** et **Dr. Chihab Mounir**, maîtres de conférences à l'université Belhadj Bouchaib d'Ain Témouchent, pour leurs enseignements qui ont grandement contribué à notre développement intellectuel.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude aux membres de notre jury,

Dr. Belhacini Fatima, Dr. Bensalah Fatima, Mr. Boutouba Mohammed,

Mr. Benouar Houcine, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant la présidence de notre jury. Nos hommages respectueux.

Nous souhaitons exprimer notre reconnaissance à tous les enseignants du département d'Alimentaires, en particulier à ceux du parcours Sciences Alimentaires, ainsi qu'à tous

les étudiants de la Promotion 2023-2024.

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont apporté leur soutien, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

DÉDICACE

*À ma famille, qui m'a soutenu inlassablement tout au long de ce parcours académique,
je dédie ce travail. Votre encouragement et votre soutien ont été mes piliers dans les
moments de doute et mes sources de joie dans les moments de réussite.*

*À mes amis, pour leur présence constante et leurs mots d'encouragement qui ont
illuminé mon chemin.*

*À mes enseignants, dont la sagesse et les conseils ont enrichi mes connaissances et
nourri ma passion.*

*Enfin, à moi-même, pour avoir persévéré et travaillé avec détermination pour
atteindre cet objectif.*

*Ce mémoire est le résultat de notre travail en équipe et de notre engagement
ensemble.*

Merci à tous pour avoir rendu cette réalisation possible.

Filali Ahmed

DÉDICACE

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أعضاء هيئة التدريس، وزملائي الأعزاء، وأحبائي الأهل والأصدقاء،

اليوم، أفق أمامكم وأنا أشعر بفخر كبير وسعادة لأنني أتخرج من هذه الجامعة الرائعة. لقد كانت رحلتي الأكاديمية مليئة بالتحديات والإنجازات، ولكنني لم أستطع تحقيقها لولا دعمكم وتشجيعكم الدائمين

أود أن أقدم أعمق عبارات الشكر والامتنان لوالدي الغالي رحمه الله، الذي كان مصدر الحنان والدعم طوال حياتي. كانت رحلتي معه مليئة بالتوجيه والحب، ولن أنسى أبداً تضحياته وتفانيه في توفير كل ما هو جيد لي

كما أشكر والدتي العزيزة، التي كانت الدعامة الرئيسية في حياتي، ومصدر القوة والإلهام. بفضل حنانها وصبرها، تمكنت من تحقيق أحلامي وتجاوز التحديات بنجاح. أعرف أيضاً أن أخوتي كانوا دائماً بجانبني، يداً بيد في كل خطوة. لقد كنتم دائماً الداعمين والمشجعين، ولن أنسى أبداً اللحظات التي قضيناها معاً

وأخيراً، أريد أن أشكر صديقي العزيز أحمد، وزميلتي زحاف يسرى، وسعيدان زينب، وبوعزة براحو سميرة، الذين كانوا الأصدقاء المخلصين والمساندين في كل لحظة من رحلتي الأكاديمية. كانت لحظات الضحك والمرح معهم لا تنسى، ولقد أضافوا الكثير من البهجة والإيجابية إلى رحلتي

في الختام، أشكر كل من دعمني ووقف بجانبني خلال هذه الرحلة. لقد كنتم النجوم التي أضاءت سماء حياتي، وسأحمل ذكراكم ودعمكم دائماً في قلب مع كل الحب والامتنان.

Hadjadji Abdelkader

DÉDICACE

بسم الله الرحمن الرحيم و الصلاة و السلام على خير الأنام محمد رسول الله و على آله و صحبه أجمعين
السلام عليكم و رحمة الله تعالى و بركاته

أما بعد الحمد لله الذي وفقني لهذا اليوم المميز في ختم مشواري الدراسي الذي دام 17 عام
أهدي هذه المذكرة بكل فخر لأحبابي و جميع أساتذتي الأعزاء الذين كانوا سندا لي طوال رحلتي الدراسية من
خلال هذا الإهداء أعبر عن عميق شكري على كل ما قدمتموه لي .

أولاً وقبل كل شيء، أهدي هذه المذكرة لوالدي الأعزاء، الذين كانوا دائماً بجانبني، يقدمون لي الدعم والتشجيع في
كل خطوة. بفضلكم، تمكنت من تحقيق أهدافي وتجاوز التحديات بنجاح. لن أستطيع أبداً رد جميلكم وإحسانكم،
ولكنني أسأل الله أن يجزيكم خير الجزاء ويحفظكم ويبارك فيكم
كما أهني نفسي و أفخر بكل الجهود التي بذلتها طيلة مشواري الدراسي لم تكن الرحلة قصيرة و لكنني تمكنت
من تحقيق حلمي و هدفي

كما أهدي هذه المذكرة لأختي العزيزة و أخي الحبيب، اللذان كانا دائماً داعمين لي لقد كانت رحلتنا سوياً مليئة
بالذكريات الجميلة والتحديات التي تجاوزناها معاً بقوة وتفاؤل .

وأخيراً، أهدي هذه المذكرة لأصدقائي ، صديقة الطفولة رضوة التي قضيت معها أجمل الذكريات تشاركنا الفرح
و الحزن ، الصديقات التي جمعتني بهم الجامعة زينب هدى و سميرة
شكرا خاص لفريقي الرائع القائم على إنجاز هذه المذكرة زينب سميرة عبد القادر و أحمد شكرا على جميع
اللحظات الجميلة التي قضيناها معا كنتم بمثابة الإخوة أتمنى لكم النجاح المستمر وفقكم الله و سدد خطاكم

في الختام، أسأل الله أن يجعل أيامكم جميعا مليئة بالسعادة والنجاح. وأتمنى أن تستمتعوا بقراءة هذه المذكرة
وتجدوا فيها الفائدة
مع كل الحب والتقدير،

Zahaf Yousra Aïcha

DÉDICACE

Je dédie ce travail

À mon père et ma mère qui ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long

De mes études depuis ma naissance.

À mon frère, Saidane Mokhtar

À toute ma famille Saidane et Miloude Abide

A mes très chères amies,

Yousra, samira, Sara, feriel, Houda, Wassila

A toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du Primaire Madame Hadade, du moyen, du secondaire

ou de

L'enseignement supérieur.

Saidane Zineb

DÉDICACE

Je tiens à remercier ALLAH de m'avoir donné la santé, la force et la volonté.

Je dédie ce travail à :

Mes chères parents, ma mère que dieu la garde pour tous ses sacrifices, son amour, son soutien et ses prières, mon support qui était toujours à mes côtés pour m'encourager, vous m'avez donnée la vie. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites, tout ce que je peux t'offrir ne pourra pas exprimer l'amour que je te porte. Que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

À mon père, ma source d'inspiration et qui m'a inculqué la bonne éducation et qui m'a donné confiance en moi. Il n'y a pas de mots pour exprimer ma gratitude, mes remerciements et mon amour pour vous, que dieu vous préserve et vous procure santé et longue vie.

À mes chères amies, je vous aime et je vous souhaite tout le bonheur du monde.

À l'ensemble de la promotion du master agroalimentaire et contrôle de la qualité.

À tous qui m'aiment.

Bouazza Berrahou Samira

Résumé

Le développement culinaire de la choucroute en Algérie dépasse la simple expansion gastronomique en valorisant la culture locale, stimulant l'économie, améliorant la santé publique et promouvant l'innovation culinaire. Notre étude a porté sur l'analyse des aspects nutritionnels et organoleptiques du chou et l'exploration du processus de fermentation.

La première partie a examiné le chou en présentant son historique, ses caractéristiques botaniques et sa classification, ainsi que sa composition phytochimique et ses valeurs nutritionnelles. Les propriétés organoleptiques et les techniques de conservation ont également été abordées. La deuxième partie a exploré le processus de lactofermentation, incluant l'historique de la fermentation, ses bénéfices pour la santé, les étapes du processus et les conditions nécessaires. Nous avons étudié les communautés microbiennes, en mettant l'accent sur les bactéries lactiques et détaillé le processus de fermentation du chou.

La partie pratique décrit le matériel et les méthodes de fabrication de la choucroute algérienne, y compris les étapes de préparation, les paramètres de qualité organoleptique et les méthodes d'évaluation sensorielle adaptées au contexte algérien.

En conclusion, le développement de la choucroute en Algérie enrichit la culture locale, dynamise l'économie, améliore la santé publique et encourage l'innovation culinaire, nécessitant toutefois plus de recherches pour optimiser les techniques de fermentation.

Mots-clés : Chou, choucroute, fermentation lactique, bactéries lactiques, valeur nutritive.

ملخص

يتجاوز تطوير الطهي لمخلل الملفوف في الجزائر مجرد التوسع في تذوق الطعام من خلال تعزيز الثقافة المحلية وتحفيز الاقتصاد وتحسين الصحة العامة وتشجيع الابتكار في الطهي. ركزت دراستنا على تحليل الجوانب الغذائية والحسية للملفوف واستكشاف عملية التخمير.

تناول الجزء الأول الملفوف من خلال عرض تاريخه وخصائصه النباتية وتصنيفه، بالإضافة إلى تركيبه الكيميائي النباتي وقيمته الغذائية. كما تم تناول الخواص الحسية وتقنيات الحفظ. أما الجزء الثاني فقد تناول عملية تخمير اللبن، بما في ذلك تاريخ التخمير وفوائده الصحية ومراحل العملية والظروف اللازمة. قمنا بدراسة المجتمعات الميكروبية، مع التركيز على بكتيريا حمض اللاكتيك، وقمنا بتفصيل عملية تخمير الملفوف.

يصف الجزء العملي معدات وطرق تصنيع مخلل الملفوف الجزائري، بما في ذلك خطوات التحضير ومعايير الجودة الحسية وطرق التقييم الحسي التي تم تكييفها مع السياق الجزائري.

في الختام، فإن تطوير مخلل الملفوف في الجزائر يثري الثقافة المحلية، ويعزز الاقتصاد، ويحسن الصحة العامة ويشجع الابتكار في الطهي، ولكنه يتطلب المزيد من البحث لتحسين تقنيات التخمير.

الكلمات المفتاحية: الملفوف، مخلل الملفوف، التخمير اللبني، بكتيريا حمض اللاكتيك، القيمة الغذائية.

Abstract

The culinary development of sauerkraut in Algeria goes beyond simple gastronomic expansion by promoting local culture, stimulating the economy, improving public health and promoting culinary innovation. Our study focused on the analysis of the nutritional and organoleptic aspects of cabbage and the exploration of the fermentation process.

The first part examined cabbage by presenting its history, botanical characteristics and classification, as well as its phytochemical composition and nutritional values. Organoleptic properties and preservation techniques were also covered. The second part explored the lactofermentation process, including the history of fermentation, its health benefits, the stages of the process and the necessary conditions. We studied microbial communities, with emphasis on lactic acid bacteria, and detailed the cabbage fermentation process.

The practical part describes the equipment and methods for making Algerian sauerkraut, including preparation steps and organoleptic quality parameters and sensory evaluation methods adapted to the Algerian context were discussed.

In conclusion, the development of sauerkraut in Algeria enriches the local culture, boosts the economy, improves public health and encourages culinary innovation, however requiring more research to optimize fermentation techniques.

Keywords: Cabbage, sauerkraut, lactic fermentation, lactic acid bacteria, nutritional value.

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste Abréviations

| | |
|--------------------|---|
| Introduction | 1 |
|--------------------|---|

CHAPITRE I : Le chou : aspects nutritionnels et organoleptiques

| | |
|---|----|
| I.1. Généralités sur le chou | 3 |
| I.2. Historique et origines | 4 |
| I.3. Description botanique | 5 |
| I.4. Classification | 9 |
| I.4.1. Taxonomique | 9 |
| I.4.2. Sous-espèces et variétés | 9 |
| I.5. Composition phytochimique | 12 |
| I.6. Les valeurs nutritionnelles | 16 |
| I.7. Propriétés organoleptiques | 17 |
| I.8. Les différentes techniques de conservation | 19 |

CHAPITRE II : La fermentation

| | |
|--|----|
| II.1. La fermentation | 21 |
| II.2. Historique | 23 |
| II.3. Bénéfices et effet santé des aliments fermentés | 24 |
| II.4. Déroulement du processus de lactofermentation | 26 |
| II.5. Principales conditions de la fermentation lactique | 27 |
| II.6. Communautés microbiennes des légumes fermentés | 28 |
| II.6.1. Les bactéries lactiques | 28 |
| II.6.2. Autres micro-organismes | 30 |
| II.7. Procédé de fermentation du chou | 30 |

| | |
|---|----|
| II.7.1. Préparation préalable | 31 |
| II.7.2. Fermentation hétérogène | 32 |
| II.7.3. Fermentation homogène | 32 |
| II.7.4. Maturation et fermentation secondaire | 33 |
| II.8. Les éléments qui impactent la qualité de fermentation du chou | 33 |
| II.8.1. L’approvisionnement en sucres et la température | 34 |
| II.8.2. Taux de salinité | 34 |
| II.8.3. Usage d’un ferment | 35 |

Partie pratique :

I - Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| I.1. Échantillonnage | 37 |
| I.2. Processus de fabrication de la choucroute Algérienne | 38 |
| I.3. Paramètres à mesurer pour évaluer la qualité organoleptique | 40 |
| I.4. Méthodes d'évaluation sensorielle adaptées au contexte Algérien | 40 |

II- Résultats et Discussions

| | |
|--|----|
| II.1. Présentation des résultats de l’analyse | 42 |
| II.2. Comparaison avec des normes de qualité et de nutrition | 45 |
| Conclusion | 47 |
| Références Bibliographiques | 48 |
| Annexe | 55 |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau 1 : Le passé du chou de l'antiquité à nos jours | 4 |
| Tableau 2 : Taxonomie du chou | 9 |
| Tableau 3 : Variétés de chou : caractéristiques et longueurs | 11 |
| Tableau 4 : Valeur nutritive pour 100g de chou | 16 |
| Tableau 5 : Description générale des caractéristiques organoleptiques des choux les plus courants | 18 |
| Tableau 6 : Les bactéries lactiques principales qui participent à la fermentation de la choucroute, du kimchi et des cornichons..... | 29 |
| Tableau 7 : Résumé des différentes étapes de fermentation du chou | 31 |
| Tableau 8 : Profil descriptif de la choucroute | 42 |
| Tableau 9 : Analyse physico-chimique de la choucroute | 44 |

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 1 : Origines géographiques de différents genres des brassicacée | 5 |
| Figure 2 : Les feuilles du chou pommé | 6 |
| Figure 3 : Structure et développement schématique du chou | 7 |
| Figure 4 : Schéma général de la structure et de la déformation d'une silique | 8 |
| Figure 5 : Déhiscence de la silique | 8 |
| Figure 6 : Les grains du chou | 9 |
| Figure 7 : Les différentes variétés de choux | 10 |
| Figure 8 : Les différentes formes de chou | 10 |
| Figure 9 : Trois grandes classes de précurseurs d'acides aminés des chaînes latérales GL(R) | 12 |
| Figure 10 : Produits sélectionnés après hydrolyse par l'enzyme myrosinase | 13 |
| Figure 11 : La structure générale des polyphénols | 14 |
| Figure 12 : La structure flavonoïdes | 15 |
| Figure 13 : Les différents types de fermentation..... | 21 |
| Figure 14 : La fonction des probiotique | 24 |
| Figure 15 : La fonction des prébiotique | 25 |
| Figure 16 : La fermentation de l'acide lactique | 26 |
| Figure 17 : Les étapes de préparation de la choucroute | 39 |

Liste des Abréviations

OMS : Organisation mondiale de la santé.

GL : Glucosinolates.

ITC : Les isothiocyanates.

AQR : L'apport quotidien recommandé.

NIH : Instituts nationaux de la santé.

ATP : Adénosine-5'-Triphosphate.

EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments.

NIH : Instituts nationaux de la santé.

NADH : Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD) + Hydrogen (H).

NAD : Nicotinamide Adenine Dinucleotide.

GLP : Peptide de type glucagon.

GST : Glutathione S-Transferase.

LDH : Lactate Deshydrogénase.

Lc : *Leuconostoc mesenteroides*.

SP : Espèces.

BL : Bactéries lactiques.

BLAST : Basic Local Alignment Search Tool.

NaCl : Chlorure de sodium.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

C₆H₁₂O₆ : Glucose.

2C₂H₅OH : Ethanol.

2CH₃CHO : Acetal dehyde.

CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

LF : Légumes fermentés.

WHO : World Health organisation.

Introduction

Introduction

La choucroute, ce mets emblématique d'Europe centrale, transcende les frontières géographiques pour devenir un symbole de la richesse culinaire mondiale **(Steinkraus, 1994)**. Originnaire de la fermentation naturelle du chou, elle incarne non seulement l'art ancestral de la conservation des aliments, mais aussi une explosion de saveurs uniques et une richesse nutritionnelle souvent méconnue **(Marco et al., 2017)**.

Son adaptation dans des régions telles que l'Algérie illustre la capacité de la cuisine à se réinventer et à s'enrichir de nouvelles influences **(Vardjan et al., 2020)**.

La choucroute, offre bien plus que sa saveur acidulée caractéristique. En effet, elle est également une source précieuse de nutriments essentiels. Riche en fibres, vitamines C et K, ainsi qu'en minéraux tels que le potassium et le calcium, la choucroute contribue à une alimentation équilibrée **(Filannino et al., 2019)**.

De plus, sa fermentation naturelle lui confère des probiotiques bénéfiques pour la santé intestinale **(Mohajeri et al., 2018)**.

Sur le plan organoleptique, la choucroute offre une texture croquante et une palette de saveurs qui varient en fonction de son degré de fermentation, allant du doux au vinaigré **(Richez-Lerouge et Feillet-Coudray, 2008)**.

La fermentation est un processus biologique naturel au cours duquel des micro-organismes, comme les bactéries lactiques, dégradent les glucides des aliments pour produire des acides organiques, de l'alcool et d'autres composés **(Marco et al., 2017)**.

La fermentation lactique est le processus clé qui transforme le chou cru en un aliment fermenté délicieux et nutritif. Outre la conservation des aliments, la fermentation améliore également la digestibilité des aliments et augmente leur valeur nutritionnelle **(Steinkraus, 1994)**.

L'objectif de cette étude vise à explorer la fabrication et l'évaluation de la choucroute adaptée au contexte Algérien. En intégrant les pratiques traditionnelles de fermentation avec les ingrédients et les saveurs locales, nous cherchons à créer une version Algérienne unique de ce plat emblématique.

Introduction

L'évaluation de la choucroute Algérienne comprendra une analyse approfondie de sa texture, de son goût et de sa qualité globale, offrant ainsi des insights précieux sur son potentiel en tant que produit culinaire.

En explorant la choucroute en tant que produit fusionnant traditions Européennes et spécificités locales, notre étude ambitionne de contribuer à l'enrichissement du patrimoine alimentaire Algérien.

CHAPITRE I

Le chou : aspects nutritionnels et organoleptiques

I.1. Généralités sur le chou

Le chou, de son nom scientifique *Brassica Oleracea*, est une plante de la famille des Brassicacées, originaire de la région méditerranéenne. Cette plante potagère est largement cultivée à travers le monde pour ses feuilles comestibles et sa richesse nutritionnelle (**Warwick, 2009**). Leurs origines remontent à des millénaires. Il est difficile de tracer avec précision ses premières cultures, mais des preuves archéologiques suggèrent que les anciennes civilisations méditerranéennes, notamment les Grecs et les Romains, cultivaient déjà différentes variétés de chou il y a plusieurs milliers d'années. De là, sa culture s'est répandue à travers l'Europe et au-delà (**Chauvet, 2010**).

Est une plante polyvalente, offrant une grande diversité de variétés. Ces variétés diffèrent par leur forme, leur taille, leur couleur et leur texture des feuilles. On trouve ainsi des variétés telles que le chou frisé, le chou-fleur, le chou rouge, le chou de Bruxelles, le chou-rave, et bien d'autres. Cette diversité s'explique par les différentes sélections et hybridations réalisées au fil du temps (**Vilmorin et Cie, 2021**).

Le chou est reconnu pour sa valeur nutritionnelle. Il est riche en vitamines (notamment vitamine C, vitamine K et vitamines du groupe B), en minéraux (comme le calcium, le potassium et le magnésium) et en composés phytochimiques bénéfiques pour la santé, tels que les flavonoïdes et les composés soufrés. Sa consommation est associée à plusieurs bienfaits pour la santé, notamment la réduction du risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et de certaines maladies chroniques (**Li et al., 2020**).

La culture du chou est adaptée à une grande variété de climats, bien que des températures fraîches soient souvent favorisées pour une croissance optimale. Il peut être cultivé dans des sols riches en matière organique et bien drainés. Les pratiques culturales varient selon les régions et les variétés cultivées, mais incluent généralement des semis en pépinière suivis de la transplantation en pleine terre (**Jean-Baptiste et al., 1870**).

Le chou est un ingrédient polyvalent en cuisine. Il peut être consommé cru, cuit, fermenté ou utilisé comme ingrédient dans une variété de plats, tels que les salades, les soupes, les plats sautés, les gratins, les conserves et les condiments. Des spécialités culinaires à base de chou sont présentes dans de nombreuses cuisines à travers le monde, témoignant de sa popularité et de sa versatilité (**Grigson, 2007**).

Encore, le chou occupe également une place importante dans de nombreuses cultures à travers le monde, souvent associé à des traditions culinaires, des fêtes et des croyances populaires. Il peut également avoir des connotations symboliques variées, représentant parfois la prospérité, la bonne fortune ou la résilience (Thiselton-Dyer, 2003).

I.2. Historique et origines

Le chou, légume ancien aux multiples variétés et aux vertus nutritionnelles, possède une histoire riche qui remonte à des millénaires. Ses origines et son évolution à travers le temps témoignent de son importance dans diverses cultures à travers le monde (Rabin et Jeanne, 2017).

Tableau 1 : Le passé du chou de l'antiquité à nos jours (Rabin et Jeanne, 2017).

| Période | Événements majeurs |
|---|--|
| Antiquité (6ème siècle avant J.-C. - 5ème siècle après J.-C.) | * Le chou est domestiqué pour la première fois dans la région méditerranéenne, probablement en Grèce ou en Italie. * Les Grecs et les Romains cultivent et consomment différentes variétés de choux, notamment le chou pommé, le chou frisé et le chou kale. * Le chou est considéré comme un aliment important et possède des vertus médicinales. |
| Moyen Âge (5ème siècle - 15ème siècle) | * Le chou continue d'être un aliment de base en Europe, en particulier pour les populations rurales. * De nouvelles variétés de chou sont développées, comme le chou-rave et le chou de Bruxelles. * Le chou est utilisé comme fourrage pour le bétail. |
| 16ème et 17ème siècles | * Le chou est introduit dans les Amériques par les colons Européens. * De nouvelles variétés de chou sont développées, comme le chou-fleur et le brocoli. * Le chou devient un aliment populaire en Chine et dans d'autres pays d'Asie. |
| 18ème et 19ème siècles | * Le chou devient une culture commerciale importante en Europe et en Amérique du Nord. * De nouvelles techniques de culture et de conservation permettent de prolonger la saison de disponibilité du chou. * Le chou est utilisé dans de nombreux plats traditionnels du monde entier. |
| 20ème et 21ème siècles | * Le chou continue d'être un légume populaire et nutritif. * De nouvelles variétés de chou sont développées avec des caractéristiques améliorées, comme la résistance aux maladies et aux ravageurs. Variété de produits alimentaires. |

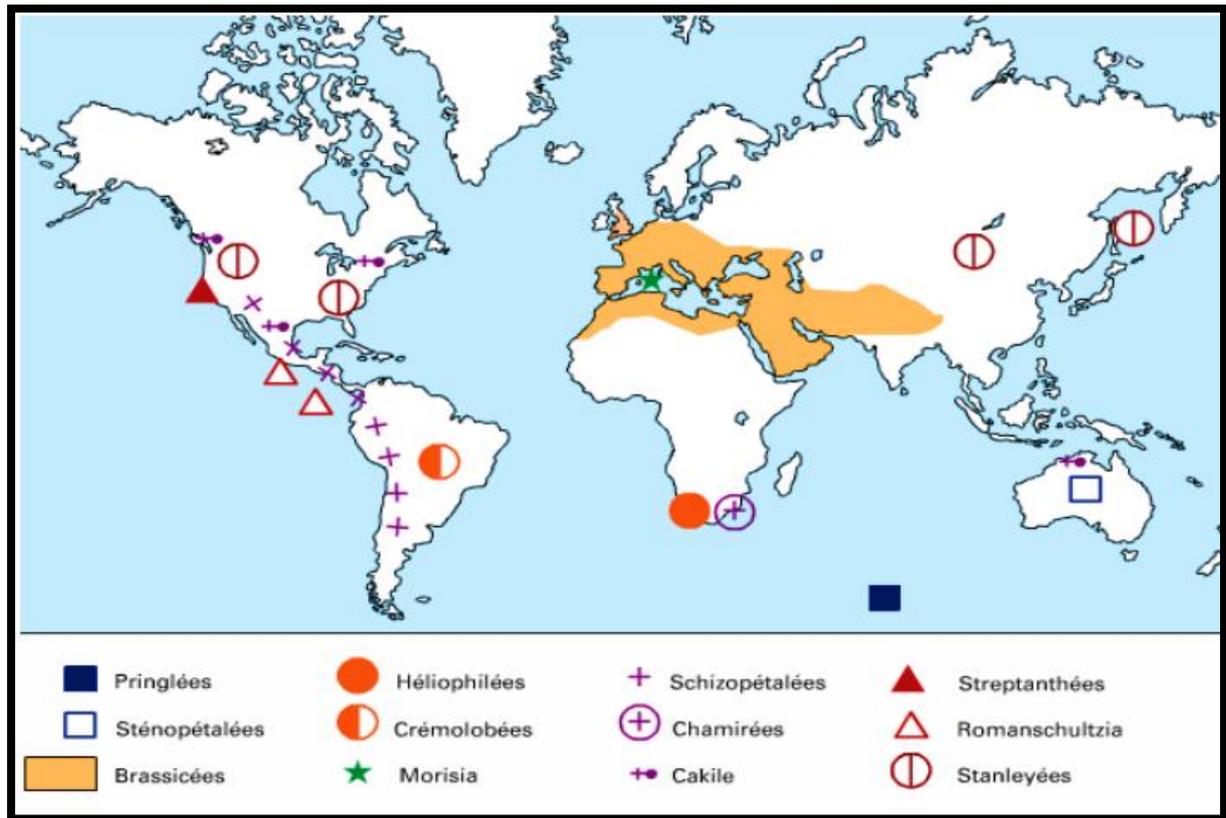


Figure 1 : Origines géographiques de différents genres des brassicacée (Wilson, 2011).

I.3. Descriptions botaniques

Le chou, généralement désigné comme tel, n'est pas une espèce végétale spécifique. C'est plutôt un terme générique englobant plusieurs cultivars (variations cultivées) d'une seule espèce : *Brassica oleracea L.*, appartenant à la famille des Brassicacées, également connue sous le nom de Crucifères. Les Brassicacées sont une famille végétale importante, composée principalement de plantes herbacées dicotylédones (Warwick, 2009).

➤ Racines

Les racines du chou sont indispensables pour l'ancrage et l'alimentation en eau et en nutriments. Ces racines pivotantes, profondément enfoncées dans le sol, s'étendent pour explorer les subcouches du sol à la recherche d'humidité et de nutriments. Grâce à leur forme ramifiée, ils peuvent absorber de manière efficace les éléments indispensables à la croissance de la plante, tout en garantissant sa stabilité dans le sol. Grâce à ses racines solides, le chou peut faire face à diverses conditions environnementales et prospérer dans divers climats (Chauvet *et al.*, 2018).

➤ **Tige**

Généralement droite et épaisse, pouvant atteindre 1 mètre de hauteur selon la variété, c'est une structure solide et flexible qui soutient la croissance verticale de la plante.

En fonction de la variété, la tige peut varier en épaisseur et en hauteur dans certaines variétés telles que le chou-rave, la tige est charnue et renflée, formant une partie comestible savoureuse. Au cours de la croissance de la plante, la tige transporte l'eau, les nutriments et les hormones de croissance des racines aux parties supérieures de la plante, favorisant ainsi le développement des feuilles et des inflorescences. De plus, la tige fournit un soutien structurel vital pour maintenir la forme et l'intégrité de la plante tout au long de son cycle de vie (Chauvet *et al.*, 2018).

➤ **Feuilles**

Remarquables par leur diversité de formes, de tailles, de textures et de couleurs. Elles sont conçues pour maximiser la capture de la lumière du soleil et la photosynthèse, processus par lequel la plante produit de l'énergie à partir de la lumière.

Leur surface lisse ou rugueuse, leur bordure lobée ou dentelée, ainsi que leur teinte allant du vert vif au pourpre profond ajoutent à la beauté et à la diversité esthétique de la plante (Michel *et al.*, 2018).



Figure 2 : Les feuilles du chou pommé (willup, 2021).

➤ **Inflorescence**

La deuxième année de son cycle de vie, le chou produit une inflorescence, c'est-à-dire une tige florale qui se ramifie et porte des fleurs. L'inflorescence du chou est généralement en forme de corymbe, c'est-à-dire que les fleurs sont disposées en bouquets plats (**Chauvet et al., 2018**).

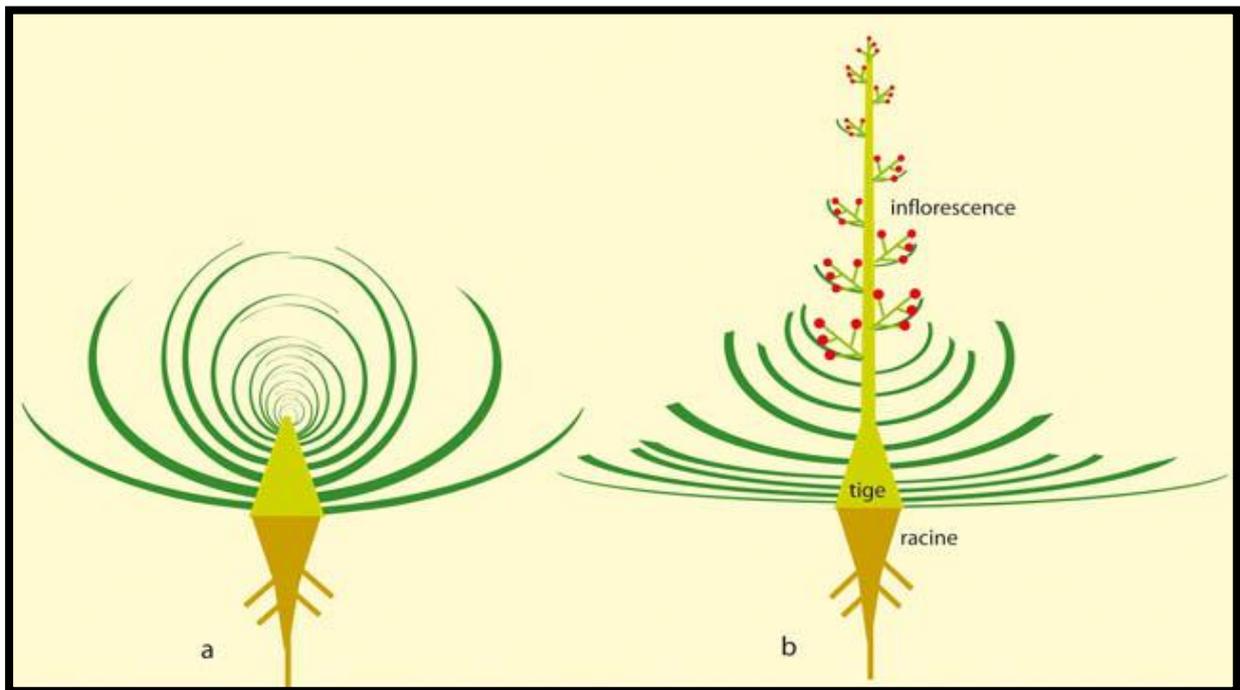


Figure 3 : Structure et développement schématique du chou ;

a, chou pommé formé essentiellement d'une rosette de feuille ;

b, développement de l'inflorescence (**Hallé, 2023**).

Ce genre de croissance comprend les choux rouges, les choux cabus, les choux pommés à feuilles serrées, ainsi que les choux frisés, les choux verts pointus et les choux chinois, entre autres. Les choux les plus prisés sont ceux qui sont cuis ou conservés (**Hallé, 2023**).

➤ **Les Fruits**

Contrairement à ce que l'on pourrait penser intuitivement, le chou ne produit pas des fruits charnus et juteux comme une pomme ou une tomate. En botanique, le fruit du chou est différent et prend la forme de siliques, qui sont essentiels pour sa reproduction et sa propagation. Les siliques sont des gousses sèches, allongées et minces, qui se développent à partir de l'ovaire de la fleur après la fécondation. Elles mesurent généralement quelques

centimètres de long et sont caractérisées par leur capacité à s'ouvrir en deux valves le long d'une suture centrale, libérant ainsi les nombreuses petites graines brunes qu'elles contiennent. Ces graines sont vitales pour la reproduction du chou, car elles servent à planter de nouveaux choux et à assurer la pérennité de l'espèce. Se développent sur la tige florale du chou, généralement au cours de sa deuxième année de vie (Chauvet *et al.*, 2018).

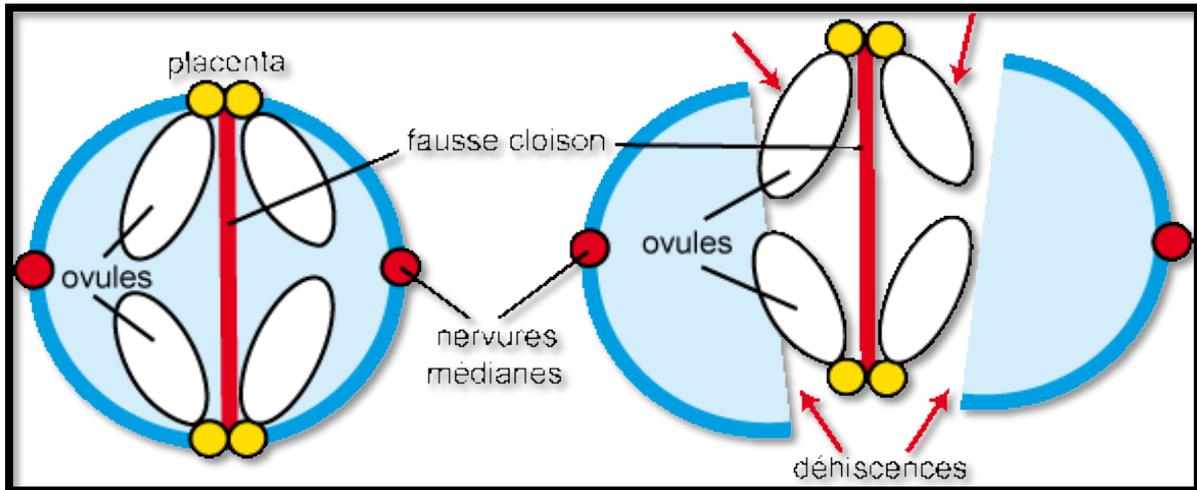


Figure 4 : Schéma général de la structure et de la déformation d'une silique (Sorbonne, 2024).



Figure 5 : Déhiscence de la silique (Sorbonne, 2024).

➤ **Graines**

Les graines du chou sont petites, généralement de forme ronde ou ovale et ne mesurent que quelques millimètres de diamètre. Leur couleur varie du brun clair au brun foncé, voire au noirâtre selon la variété du chou. Elles sont riches en huile et en nutriments, et peuvent être

utilisées pour la reproduction sélective des plantes et pour la création de nouvelles variétés. De plus, les graines peuvent être transformées en huile de chou, un produit riche en acides gras essentiels et en antioxydants bénéfiques pour la santé humaine (Michel *et al.*, 2018).



Figure 6 : Les graines du chou (Sieg, 2010).

I.4. Classification

I.4.1. Classification taxonomique

Le chou (*Brassica oleracea* L.) appartient à la famille des Brassicaceae, anciennement Crucifères. Cette famille regroupe environ 350 espèces de plantes, dont beaucoup sont cultivées pour leurs feuilles, leurs fleurs ou leurs fruits comestibles (Margalé *et al.*, 1994).

Tableau 2 : Taxonomie du chou (Margalé *et al.*, 1994).

| Rang taxonomique | Nom scientifique | Nom commun |
|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Règne | Plantae | Végétaux |
| Sous-règne | Tracheobionta | Trachéophytes |
| Division | Magnoliophyta | Angiospermes |
| Classe | Magnoliopsida | Dicotylédones |
| Ordre | Brassicales | Crucifères |
| Famille | Brassicaceae | Brassicacées |
| Genre | Brassica | Chou |
| Espèce | <i>Brassica oleracea</i> L | Chou commun |

I.4.2. Sous-espèces et variétés

Il n'y a pas seulement un chou, mais de nombreuses variétés de ce légume captivant.

Brassica oleracea présente une grande variété, avec environ 400 espèces recensées. Cette plante appartient à la grande famille des Brassicacées, dont sont des membres bien connus le navet, le colza, le radis, le rutabaga et la moutarde. Depuis plus de 6000 ans, le chou est cultivé et consommé en Europe et dans le bassin méditerranéen, constituant ainsi un élément clé de notre héritage culinaire (Desfemmes, 2022).



Figure 7 : Les différentes variétés de choux consommables (Saget, 2024).

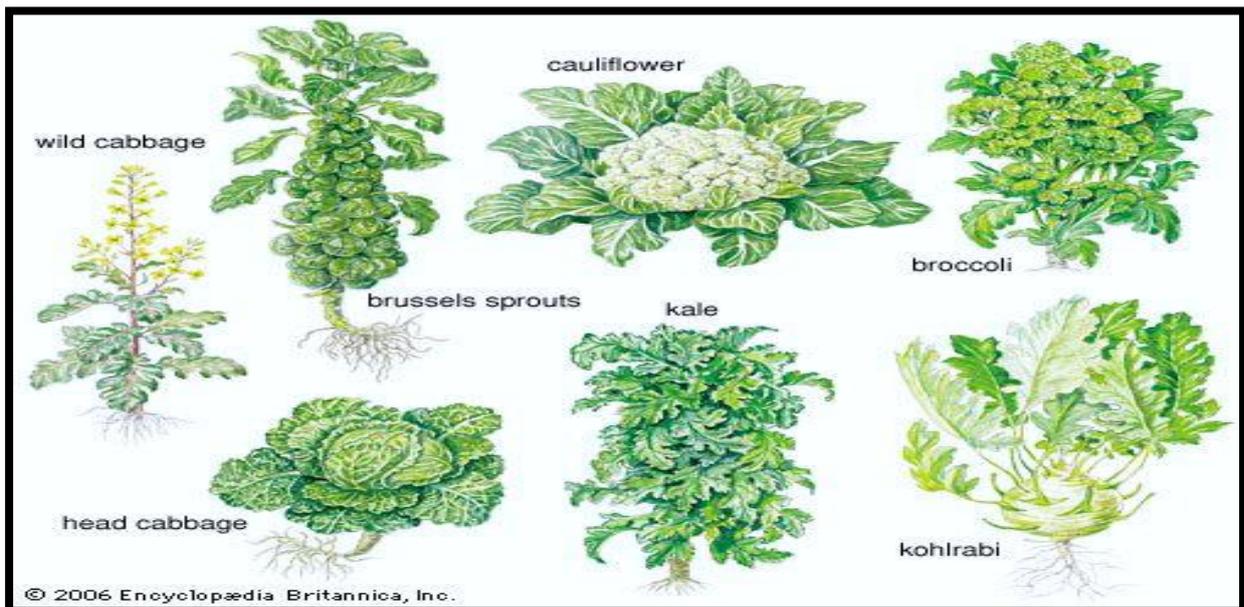


Figure 8 : Les différentes formes de chou (Britannica, 2024).

CHAPITRE I : Le chou : aspects nutritionnels et organoleptiques

Il est difficile de classer les différents types de choux en raison de la grande variété de leurs formes, de leurs couleurs et de leurs usages selon les pays où ils sont cultivés et utilisés de différentes façons. La catégorisation des choux représente un défi tant sur le plan botanique que culinaire en raison de leur grande variété et de leur évolution continue (Adam et Leveque, 2018). Toutefois, les tentatives de classification offrent une meilleure compréhension de la botanique des choux, leur organisation pour la recherche et la conservation, ainsi que la communication sur leurs caractéristiques et leurs usages (Witzel et al., 2021).

Tableau 3 : Variétés de chou : caractéristiques et longueurs (Witzel et al., 2021).

| Variété | Description | Longueur |
|--|--|-----------|
| Chou pommé (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) | Pomme serrée de feuilles lisses ou frisées | 20-60 cm |
| Chou frisé (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>crispa</i>) | Feuilles vert foncé frisées ou ondulées | 30-100 cm |
| Chou de Bruxelles (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>) | Petits choux pommés poussant serrés sur une tige centrale | 5-8 cm |
| Chou-fleur (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>) | Inflorescence charnue blanche ou jaune | 15-25 cm |
| Chou romanesco (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis romanesco</i>) | Chou-fleur vert avec une forme fractale | 10-20 cm |
| Brocoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) | Inflorescence vert foncé avec des bourgeons serrés | 10-20 cm |
| Chou kale (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabellica</i>) | Feuilles vert foncé non pommées, souvent frisées | 20-50 cm |
| Chou-rave (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>) | Racine bulbeuse renflée au-dessus du sol | 30-80 cm |
| Komatsuna (<i>Brassica rapa</i> var. <i>japonica</i>) | Feuilles vert foncé dentelées et tiges fines vertes. | 20-30 cm |
| Mizuna (<i>Brassica rapa</i> var. <i>nipposinica</i>) | Feuilles vert foncé profondément découpées et tiges fines vertes. | 20-40 cm |
| Chou chinois (<i>Brassica rapa</i> var. <i>pekinensis</i>) | Feuilles longues et étroites vert clair regroupées en forme de cylindre allongé. | 30-50 cm |
| Chou rouge (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>) | Pomme rouge vif, saveur légèrement piquante | 20-30 cm |
| Navet (<i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i>) | Racine blanche arrondie, saveur douce et piquante | 10-20 cm |

Les composés des glucosinolates ont été largement étudiés pour leurs effets potentiels dans la prévention du cancer, en particulier en raison de leur capacité à induire la mort des cellules cancéreuses, à inhiber la croissance tumorale et à protéger l'ADN contre les dommages (**Kamal et al., 2022**).

➤ **Isothiocyanates**

Les isothiocyanates se forment par hydrolyse enzymatique des glucosinolates, principalement lors de la mastication ou du hachage du chou. Plus de 100 isothiocyanates ont été identifiés, chacun présentant des propriétés biologiques spécifiques. Ils sont connus pour leurs propriétés antimicrobiennes, qui peuvent aider à combattre les infections bactériennes, fongiques et virales. De plus, ils ont également démontré des effets anti-inflammatoires en inhibant les enzymes inflammatoires et en régulant les voies de signalisation immunitaires (**Kamal et al., 2022**).

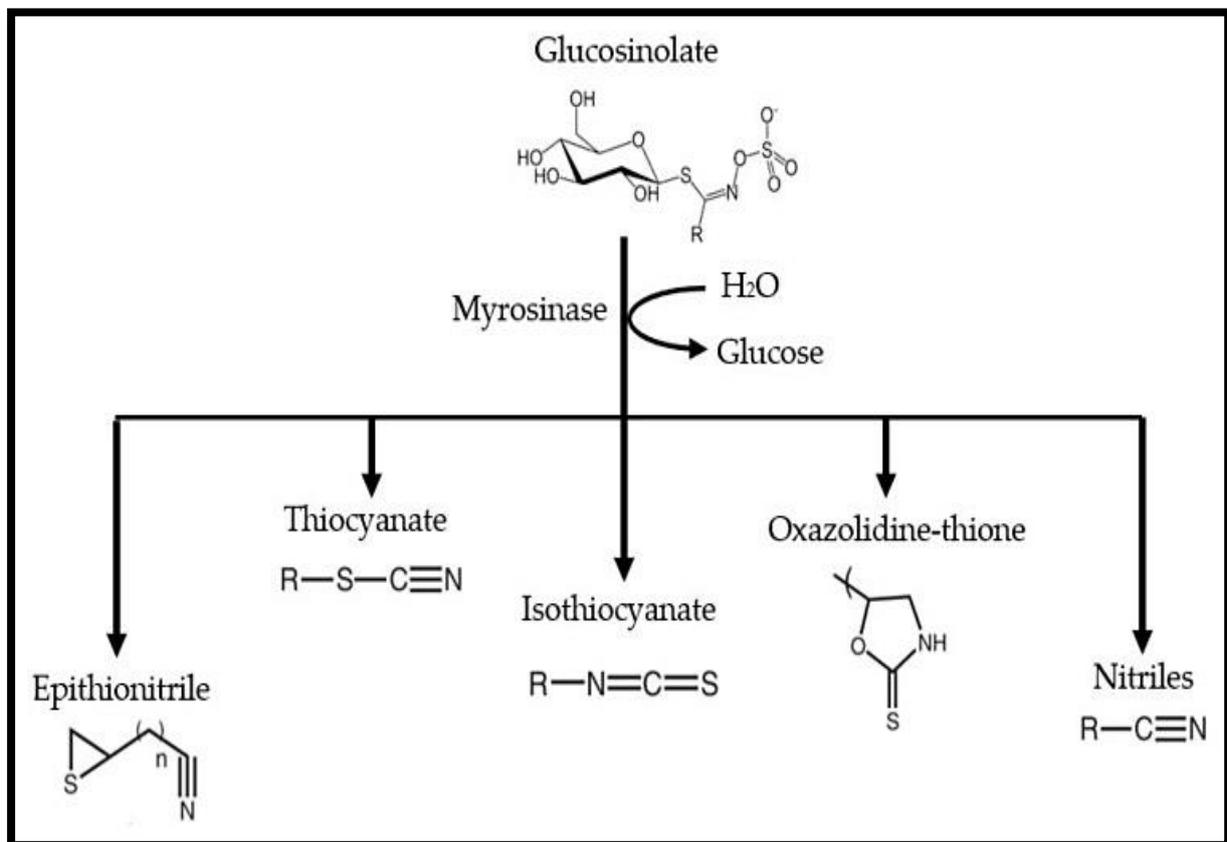


Figure 10 : Produits sélectionnés après hydrolyse par l'enzyme myrosinase. Les composés produits dépendent de la chaîne latérale (R) et d'autres facteurs au cours du processus de conversion (**Fuentes et al., 2015**).

➤ **Vitamines**

Le chou (*Brassica oleracea*) est une plante particulièrement riche en vitamines essentielles. Il offre une concentration significative de vitamine C, connue pour ses propriétés antioxydantes qui renforcent le système immunitaire et favorisent la synthèse du collagène, essentiel pour la peau, les os et les tissus conjonctifs. La vitamine K joue un rôle crucial dans la coagulation du sang, prévenant ainsi les saignements excessifs. De plus, il contient des vitamines du groupe B comme la vitamine B6, essentielle au métabolisme des protéines, et l'acide folique (vitamine B9), nécessaire à la synthèse de l'ADN et au développement cellulaire (NIH, 2021).

➤ **Caroténoïdes**

Le chou est une source importante de caroténoïdes tels que le bêta-carotène, la lutéine et la zéaxanthine. La lutéine et la zéaxanthine se concentrent dans la rétine de l'œil, où elles agissent comme des antioxydants protégeant contre les dommages causés par la lumière bleue et les radicaux libres, contribuant ainsi à maintenir une vision saine, en particulier avec l'âge (NIH, 2021).

➤ **Polyphénols**

Les polyphénols sont des antioxydants naturels présents dans de nombreux aliments d'origine végétale. Dans le chou, ils comprennent des composés tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les anthocyanes. Ces composés ont démontré des effets anti-inflammatoires, cardioprotecteurs et neuroprotecteurs dans diverses études. Ils peuvent également aider à réguler la glycémie et à améliorer la santé cardiovasculaire en réduisant le risque de formation de caillots sanguins et en abaissant la pression artérielle (Slavin *et al.*, 2012).

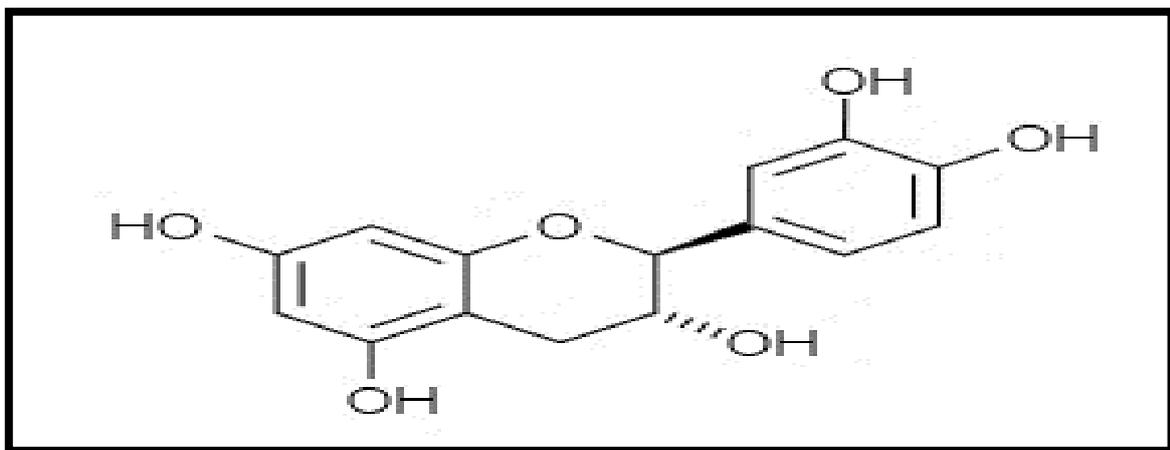


Figure 11 : La structure générale des polyphénols (Pancrat, 2024).

➤ **Anthocyanines**

Les anthocyanines sont des pigments naturels appartenant à la famille des flavonoïdes. Elles ont une composition chimique diversifiée, offrant une grande variété de teintes allant du rouge au bleu. Les anthocyanines sont particulièrement abondantes dans le chou rouge et le chou violet. Les antioxydants puissants jouent un rôle dans la neutralisation des radicaux libres dans le corps, ce qui permet de diminuer le stress oxydatif et le risque de maladies chroniques comme les maladies cardiovasculaires, le diabète et certaines formes de cancer (**Kamal et al., 2022**).

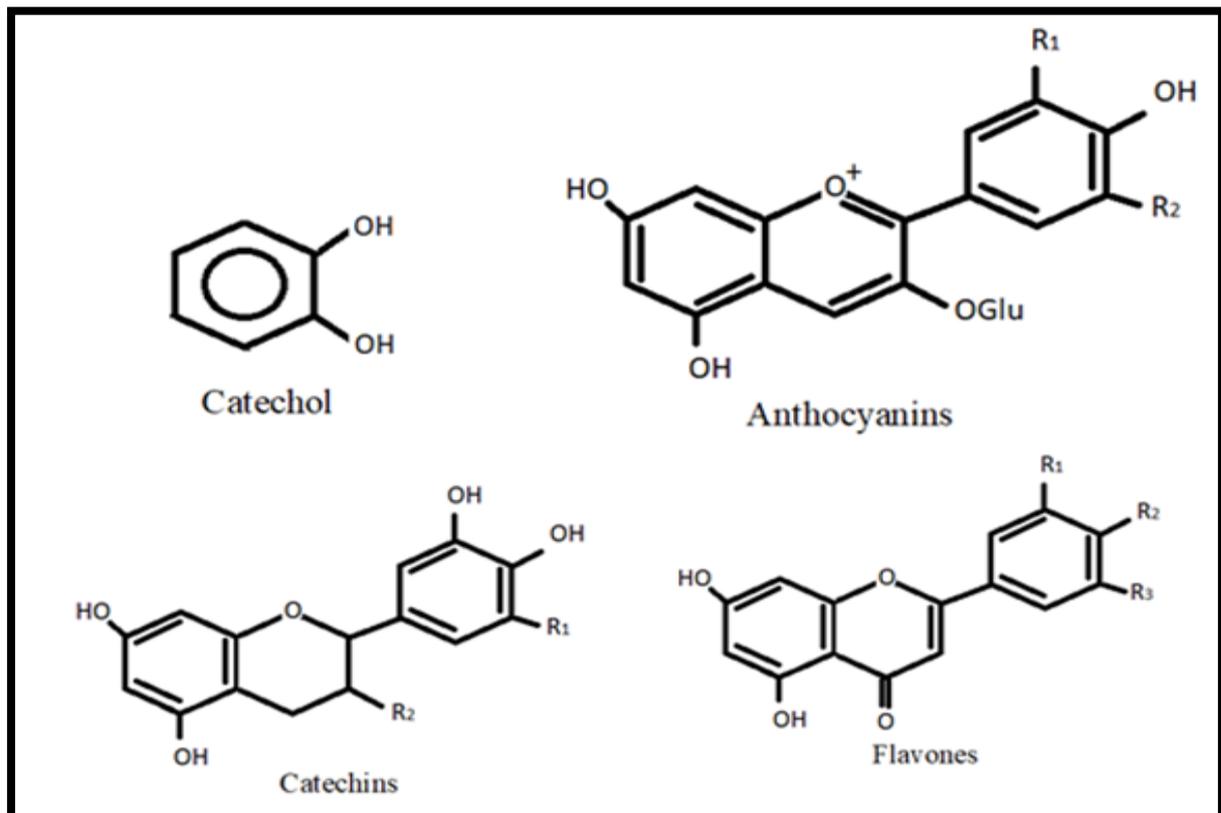


Figure 12 : La structure des flavonoïdes (**Santosh et al., 2022**).

➤ **Fibres alimentaires**

Le chou est une excellente source de fibres alimentaires, des glucides non digestibles qui jouent un rôle crucial dans la santé digestive. Elles favorisent le transit des aliments à travers le tractus gastro-intestinal, prévenant ainsi la constipation et contribuant à une meilleure santé intestinale. De plus, les fibres alimentaires procurent une sensation de satiété, ce qui peut aider à contrôler le poids en réduisant la suralimentation (**Slavin et al., 2012**).

➤ **Minéraux :**

Le potassium joue un rôle crucial dans la régulation de l'équilibre des fluides, de la pression artérielle et des contractions musculaires, y compris les battements cardiaques. Le calcium joue un rôle crucial dans la santé des os et des dents, ainsi que dans la gestion des muscles et des nerfs. Dans le corps, le magnésium joue un rôle essentiel dans plus de 300 réactions enzymatiques, telles que la génération d'énergie, la production de protéines et la régulation de la tension artérielle. (Slavin *et al.*, 2012).

I.6. Les valeurs nutritionnelles

Loin d'être un simple légume ordinaire, le chou se révèle être un véritable trésor nutritionnel, regorgeant de vitamines, minéraux, fibres et composés phytochimiques bénéfiques pour la santé. Qu'il soit vert, rouge, frisé ou pommé, chaque variété de chou possède ses propres atouts nutritifs, faisant de ce légume crucifère un allié précieux pour une alimentation saine et équilibré (Slavin *et al.*, 2012).

Tableau 4 : Valeur nutritive pour 100g de chou (Slavin *et al.*, 2012).

| Nutriments | Quantité par 100g | % de (AQR) |
|-------------------|--------------------------|-------------------|
| Calories | 25 kcal | - |
| Glucides | 4 g | 2% |
| Fibres | 2.5 g | 10% |
| Protéines | 2 g | 4% |
| Lipides | < 0.5 g | - |
| Vitamines | | |
| Vitamine C | 54 mg | 90% |
| Vitamine K | 80 µg | 100% |
| Folates (B9) | 80 µg | 20% |
| Minéraux | | |
| Potassium | 490 mg | 14% |
| Magnésium | 25 mg | 7% |
| Calcium | 40 mg | 4% |
| Phosphore | 30 mg | 4% |

I.7. Intérêt et Importance des éléments nutritifs dans le chou

Dans le royaume des légumes, le chou occupe une place de choix en raison de sa richesse en nutriments essentiels. Ce légume crucifère, disponible en plusieurs variétés, offre une gamme diversifiée de vitamines et de minéraux, contribuant ainsi à une alimentation équilibrée.

Sur le plan nutritionnel, le chou est une source exceptionnelle de vitamine C, vitamine connue pour renforcer le système immunitaire et protéger les cellules contre les dommages des radicaux libres. De plus, il fournit une quantité appréciable de vitamine K, importante pour la coagulation sanguine et la santé osseuse, ainsi que de folates (vitamine B9), nécessaires au développement fœtal et à la santé cognitive (**Anegboh et al., 2015**).

En termes de minéraux, le chou est riche en potassium, qui contribue à la régulation de la pression artérielle et à la contraction musculaire, ainsi qu'en magnésium, important pour le fonctionnement optimal du système nerveux et musculaire, ainsi que pour la régulation de la glycémie. De plus, il contient du calcium, nécessaire à la santé des os et des dents.

Les fibres présentes dans le chou favorisent une digestion optimale et procurent un sentiment de satiété prolongé. Les fibres solubles ralentissent l'absorption des sucres, contribuant ainsi à la régulation de la glycémie, tandis que les fibres insolubles augmentent le volume des selles, facilitant le transit intestinal et prévenant la constipation (**Anegboh et al., 2015**).

En outre, le chou renferme des composés phytochimiques aux vertus multiples pour la santé. Les glucosinolates, par exemple, sont étudiés pour leurs potentiels effets anticancéreux et anti-inflammatoires, tandis que les anthocyanines agissent comme de puissants antioxydants, protégeant les cellules contre les dommages oxydatifs. Les isothiocyanates présentent des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires, renforçant ainsi le système immunitaire.

Dans l'ensemble, le chou offre une combinaison unique de nutriments et de composés phytochimiques bénéfiques pour la santé, en faisant un aliment précieux à intégrer dans une alimentation équilibrée (**Anegboh et al., 2015**).

I.8. Propriétés organoleptiques

La préparation du chou, qu'il soit cru, cuit à la vapeur, sauté ou braisé, influence considérablement ses propriétés gustatives et olfactives (**Simonne et al., 2018**). Cru, le chou conserve une texture croquante et une saveur intense avec des notes végétales prononcées, idéal pour les salades. La cuisson à la vapeur rend le chou moelleux et légèrement sucré, avec un

arôme subtil. Le sauté combine une texture croquante-tendre et des saveurs caramélisées, créant une ambiance appétissante. Le braisage donne au chou une texture fondante et une saveur riche et concentrée, offrant une expérience culinaire réconfortante et satisfaisante.

Tableau 5 : Description générale des caractéristiques organoleptiques des choux les plus courants (Verhoeven *et al.*, 2009).

| Variété | Texture | Saveur | Arôme | Influence du mode de préparation |
|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|---|
| Chou blanc | Croquante et ferme | Légèrement sucrée et végétale | Terreux | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cru : Texture croquante, saveur fraîche et intense, arôme prononcé. ▪ Cuit à la vapeur : Texture tendre et moelleuse, saveur douce et légèrement sucrée, arôme atténué. ▪ Sauté : Texture croquante-tendre, saveur caramélisée et légèrement grillée, arôme intense. ▪ Braisé : Texture fondante, saveur riche et concentrée, arôme profond. |
| Chou rouge | Croquante et ferme | Plus prononcée et légèrement piquante | Plus intense | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cru : Texture croquante, saveur fraîche et intense, arôme prononcé. ▪ Cuit à la vapeur : Texture tendre et moelleuse, saveur douce et légèrement sucrée, arôme atténué. ▪ Sauté : Texture croquante-tendre, saveur caramélisée et légèrement grillée, arôme intense. ▪ Braisé : Texture fondante, saveur riche et concentrée, arôme profond. |
| Chou frisé | Plus épaisse et ondulée | Légèrement amère | Puissant | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cru : Texture croquante et légèrement dure, saveur amère et piquante, arôme puissant. ▪ Cuit à la vapeur : Texture tendre et moelleuse, saveur douce et légèrement amère, arôme atténué. ▪ Sauté : Texture croquante-tendre, saveur caramélisée et légèrement grillée, arôme intense. ▪ Braisé : Texture très fondante, saveur riche et concentrée, arôme profond. |
| Brocoli | Tendre et moelleuse | Douce et légèrement sucrée | Subtil | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cru : Texture croquante et légèrement dure, saveur amère et piquante, arôme puissant. ▪ Cuit à la vapeur : Texture tendre et moelleuse, saveur douce et sucrée, arôme atténué. ▪ Sauté : Texture croquante-tendre, saveur caramélisée et légèrement grillée, arôme intense. ▪ Braisé : Texture très fondante, saveur riche et concentrée, arôme profond. |

Chaque variété de chou possède ses propres caractéristiques organoleptiques (**Verhoeven et al., 2009**).

I.9. Les différentes techniques de conservation

Après avoir été récoltés, il est important de consommer les choux rapidement. La durée de conservation varie de quelques jours à plusieurs semaines selon la variété. Les choux doivent être conservés dans un endroit frais et humide afin d'éviter l'assombrissement et le flétrissement des feuilles (température idéale entre 4 et 8 degrés) (**Laporal, 2023**).

Voici divers conseils et techniques, afin de préserver le chou le plus longtemps possible : (**Laporal, 2023**).

➤ Conserver en pleine terre

Les variétés tardives de chou d'hiver (chou pommé d'hiver, chou vert frisé, chou de Bruxelles, etc.) sont très résistantes au froid. Grâce à un paillage, ils peuvent être conservés en pleine terre, puis récoltés selon les besoins (**Laporal, 2023**).

➤ Stocker au réfrigérateur

Les choux fraîchement récoltés peuvent être conservés au réfrigérateur pendant une à deux semaines. Il vous suffit de les mettre entièrement dans le réfrigérateur, dans le bac à légumes. Pour prolonger la durée de conservation, le chou peut être placé dans un sac plastique percé de quelques trous (pour éviter la condensation) (**Laporal, 2023**).

➤ Congeler ses récoltes

Le chou peut être conservé jusqu'à 12 mois grâce à la congélation, une méthode de conservation efficace qui préserve ses nutriments. Les feuilles sont séparées et lavées, découpées en fines sections (à l'exception des choux de Bruxelles et des choux-fleurs), blanchies rapidement dans de l'eau salée bouillante, séchées entièrement, puis stockées dans des sacs de congélation après avoir éliminé l'excès d'air. En vous conformant à ces recommandations, vous pouvez savourer votre récolte de chou pendant de nombreux mois encore (**Laporal, 2023**).

➤ La conservation en cave

Une cave est naturellement un lieu frais et humide, parfait pour conserver le chou. Il y a plusieurs méthodes pour stocker des choux dans une cave : Le stockage des choux consiste à

les emballer dans du papier, puis à les placer dans des caisses en bois disposées sur des briques au sol. Conserver les têtes de choux dans du sable consiste à les placer dans des caisses en bois, puis à les recouvrir d'une couche de sable propre. Le stockage suspendu implique la mise en place des tiges et des racines pour suspendre les choux sous le plafond (à une distance de 30 cm d'un mur) (**Laporal, 2023**).

➤ **Les bocaux stérilisés**

La stérilisation est un procédé de stockage qui permet de créer des réserves pour l'année. Pour y parvenir, il vous suffit de : Coupez les choux ; Les feuilles doivent être blanchies dans de l'eau bouillante. Prendre soin des bocaux en verre. Faire bouillir de l'eau jusqu'au niveau indiqué, ainsi qu'une cuillère à café de gros sel ; Les bocaux doivent être stérilisés dans une casserole ou un stérilisateur (**Laporal, 2023**).

➤ **La lactofermentation**

Une autre technique de fermentation du chou est la lactofermentation, qui utilise des bactéries lactiques naturelles présentes dans l'environnement. La fermentation du chou dans une saumure salée se fait pendant plusieurs jours. Il est possible de conserver la choucroute lactofermentée pendant plusieurs mois au réfrigérateur ou à température ambiante (**Laporal, 2023**).

CHAPITRE II : La fermentation

II.1. La fermentation

Depuis des millénaires, les humains ont utilisé la fermentation comme un processus biochimique naturel afin de transformer les aliments. Cette dégradation des glucides est effectuée par des micro-organismes comme les levures, les bactéries et les moisissures en absence d'oxygène (anoxie) ou en conditions anaérobies. La fermentation peut être spontanée ou être contrôlée par l'ajout de cultures microbiennes spécifiques.

Il existe plusieurs types de fermentation, telles que la fermentation lactique, la fermentation alcoolique et la fermentation acétique. Tous les types de fermentation sont liés à des micro-organismes particuliers et génèrent divers sous-produits. Par exemple, lors de la fermentation lactique, les bactéries lactiques sont principalement impliquées dans la conversion des glucides en acide lactique, tandis que lors de la fermentation alcoolique, les glucides sont convertis en alcool et en dioxyde de carbone, souvent par des levures (Steinkraus, 2002).

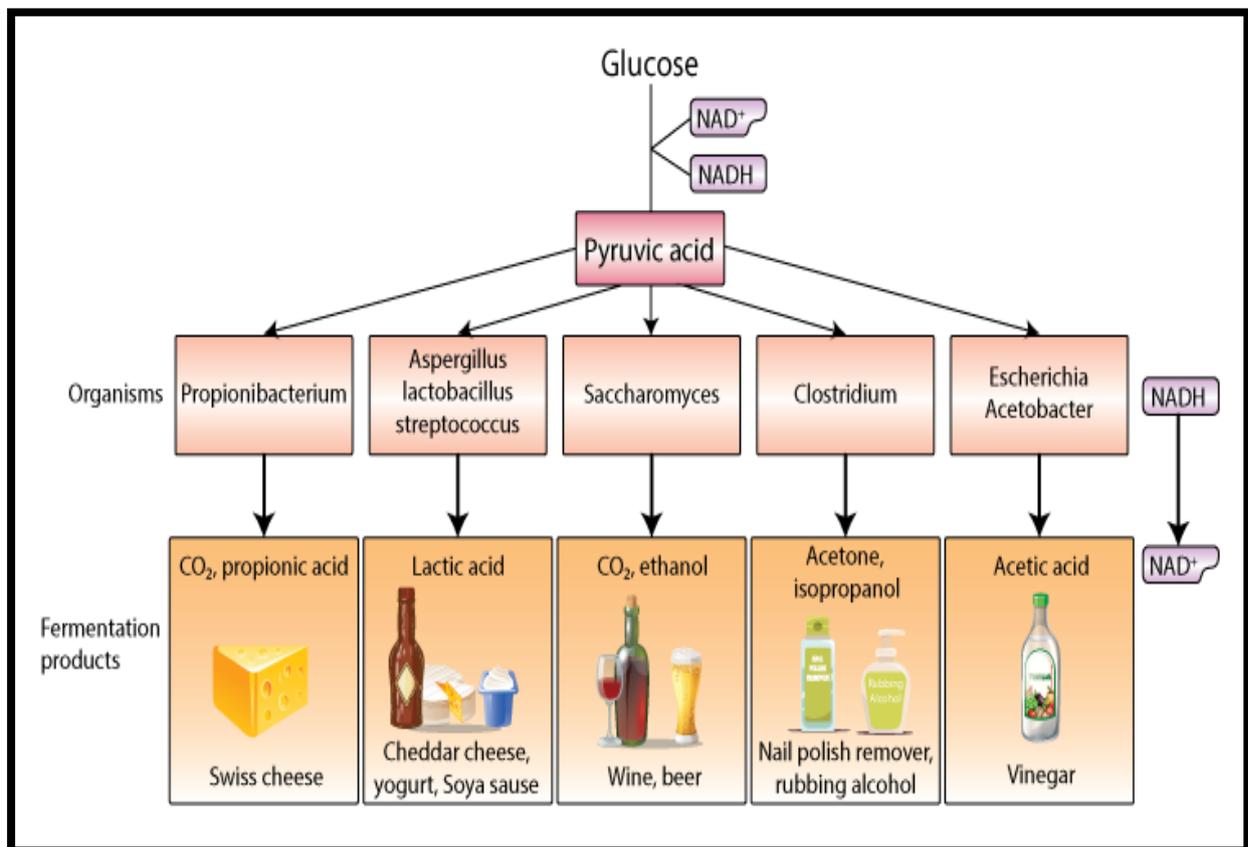


Figure 13 : Les différents types de fermentation (byjus, 2024).

En général, le processus de fermentation débute par l'action des micro-organismes présents naturellement dans les aliments ou introduits intentionnellement. La métabolisation des

glucides par ces micro-organismes génère des acides organiques, de l'alcool, du gaz carbonique et d'autres substances. Ces métabolites ont la capacité de changer la texture, la saveur, l'arôme et la valeur nutritionnelle des aliments (**Tamang et al., 2016**).

Traditionnellement utilisée comme méthode de conservation, des procédés complexes ont toutefois été développés pour produire des aliments possédant diverses caractéristiques hautement appréciées des consommateurs. La fermentation a donc été grandement étudiée pour les produits laitiers (yogourt et fromage) et les boissons alcoolisées (bière et vin), mais très peu au niveau des légumes (**Aponte et al., 2012**).

Cela s'explique principalement par l'efficacité et la simplicité des techniques de conservation traditionnelles des légumes (traitement thermique, acidification, salage, déshydratation, réfrigération), sans oublier que la fermentation spontanée est généralement efficace, peu coûteuse et accessible à tous (**Deak, 2007**).

Plusieurs légumes fermentés sont aujourd'hui très prisés dans différents pays, tels que le kimchi en Corée, les cornichons aux États-Unis, le miso au Japon et la choucroute en Allemagne, qui a généré des revenus d'environ 100 millions d'Euros en 2011 (**Medina-Pradas et al., 2017**).

D'ailleurs, la fermentation convient aux tendances présentement observées dans les habitudes alimentaires des consommateurs, ceux-ci désirant avoir accès à des aliments santé sans agents de conservation et peu ou pas transformés (**Beganović et al., 2014**).

La fermentation est, de ce point de vue, l'une des meilleures méthodes de conservation puisqu'il s'agit du seul procédé permettant d'améliorer les qualités nutritionnelles et fonctionnelles des aliments en plus d'en assurer la (**Battcock et Azam-Ali, 1998 ; Breidt, 2005**). En effet, le métabolisme des bactéries lactiques fermentaires permet la production de composés naturels connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé du consommateur. À titre d'exemple, plusieurs molécules bioactives produites lors de la dégradation des glucosinolates (composés soufrés du chou) sont anticancérigènes, principalement les isothiocyanates (ITC) qui sont produits exclusivement par la fermentation. Certains de ces ITC induisent des enzymes de phase II protégeant contre la toxicité de plusieurs produits chimiques (**Tolonen et al., 2002 ; Peñas et al., 2015**).

Le chou est aussi reconnu pour ses propriétés antioxydantes (**Kusznierewicz et al., 2008 ; Peñas et al., 2015**). De plus, L'utilisation de la fermentation est très simple, le processus est économique car il ne requiert ni chauffage ni réfrigération et les aliments peuvent être conservés

pendant une longue période (plus d'un an), ce qui explique l'importance mondiale de cette méthode de conservation (**Stamer, 1988 ; Battcock et Azam-Ali, 1998**).

La passion pour la choucroute a été à l'origine de la résistance au scorbut du célèbre marin britannique, le Capitaine Cook, et de ses équipages (**Kodicek et Young, 1969**).

II.2. Historique

L'histoire de la fermentation témoigne de l'ingéniosité humaine dans la conservation des aliments et la création de saveurs uniques. Remontant à des millénaires, la fermentation a joué un rôle clé dans le développement des civilisations (**Campbell-Platt, 2009**).

Les premières preuves de fermentation datent de la préhistoire, où nos ancêtres ont découvert que certains aliments pouvaient être conservés et transformés en les laissant fermenter. Cette pratique est devenue omniprésente dans de nombreuses cultures.

La fermentation était employée dans les premières civilisations, comme les Sumériens, les Égyptiens, les Grecs et les Romains, pour la fabrication de boissons alcoolisées comme la bière et le vin, mais aussi pour la préservation d'aliments comme les légumes et les céréales.

Au Moyen Âge en Europe, la fermentation était courante, notamment dans les régions aux saisons de croissance courtes, produisant des aliments comme la choucroute, le pain au levain et la bière. Elle assurait la disponibilité d'aliments nutritifs toute l'année (**Campbell-Platt, 2009**).

La révolution industrielle du 19^e siècle a apporté des avancées majeures dans les techniques de fermentation, permettant une production à grande échelle et une amélioration de la qualité des produits. Le 20^e siècle a vu des progrès significatifs dans la science de la fermentation, avec des avancées en microbiologie, biochimie et génétique (**Tamang et Kailasapathy, 2010**).

De nos jours, la fermentation demeure un élément essentiel dans de nombreuses cultures à travers le globe. Elle est employée dans la fabrication d'une grande diversité d'aliments et de boissons, tels que les fromages, les yaourts, la kimchi et le kombucha. Outre ses avantages gastronomiques, la fermentation est également connue pour ses conséquences sur la santé et la nutrition, avec de nombreuses recherches soulignant les bénéfices des aliments fermentés pour la santé intestinale et la digestion, ainsi que pour renforcer le système immunitaire grâce à leur contenu en probiotiques et à leurs propriétés nutritives.

II.3. Bénéfices et effet santé des aliments fermentés

Les aliments fermentés sont reconnus pour leurs nombreux bénéfices pour la santé, résultant des processus de fermentation et des micro-organismes bénéfiques qu'ils contiennent.

Plusieurs recherches soulignent les effets éventuels positifs sur la santé de la consommation d'aliments et de boissons fermentés. Les auteurs mettent en évidence notamment les effets bénéfiques sur : la régulation de la réponse et de la fonction immunitaires ; la fonction métabolique ; le risque cardiovasculaire ; le contrôle du poids corporel et de la masse grasse ; la pression artérielle ; ainsi que la santé cérébrale (Cuamatzin-García *et al.*, 2022).

Ces effets bénéfiques sur la santé des consommateurs s'expliquent en particulier par la présence des probiotiques présents dans les aliments fermentés ; présentent de nombreux effets sur la muqueuse intestinale, comme le montre la (Figure 14).

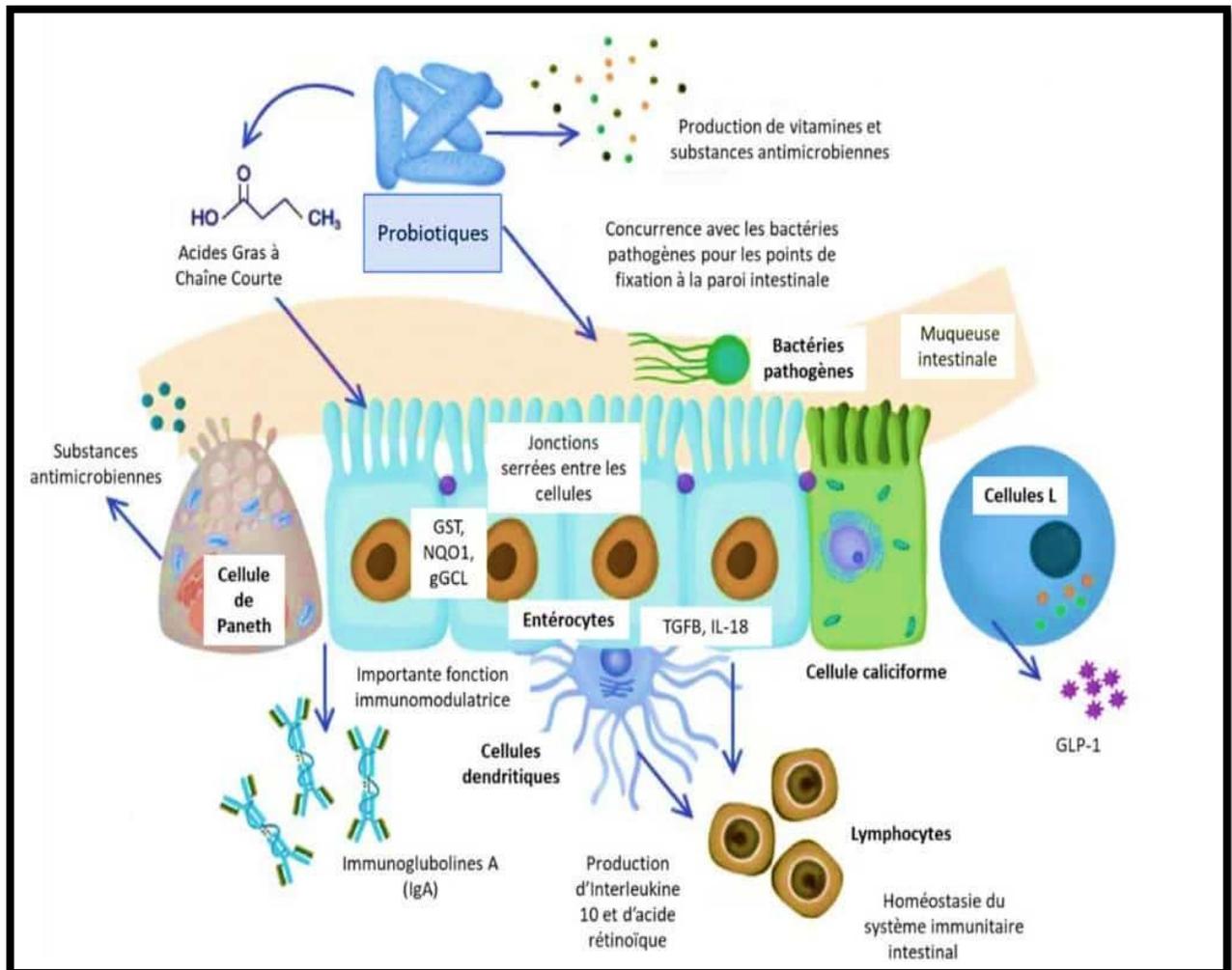


Figure 14 : Fonction des probiotique (Cuamatzin-García *et al.*, 2022).

CHAPITRE II : La fermentation

La production de mucus augmente, la barrière intestinale s'améliore et le système immunitaire est modulé par la production de cytokines.

Les prébiotiques jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement du transit intestinal (**Figure 15**), favorisent le contrôle du poids, de la glycémie et des lipides, stimulent le système immunitaire et augmentent la capacité d'absorption du calcium (**Cuamatzin-García et al., 2022**).

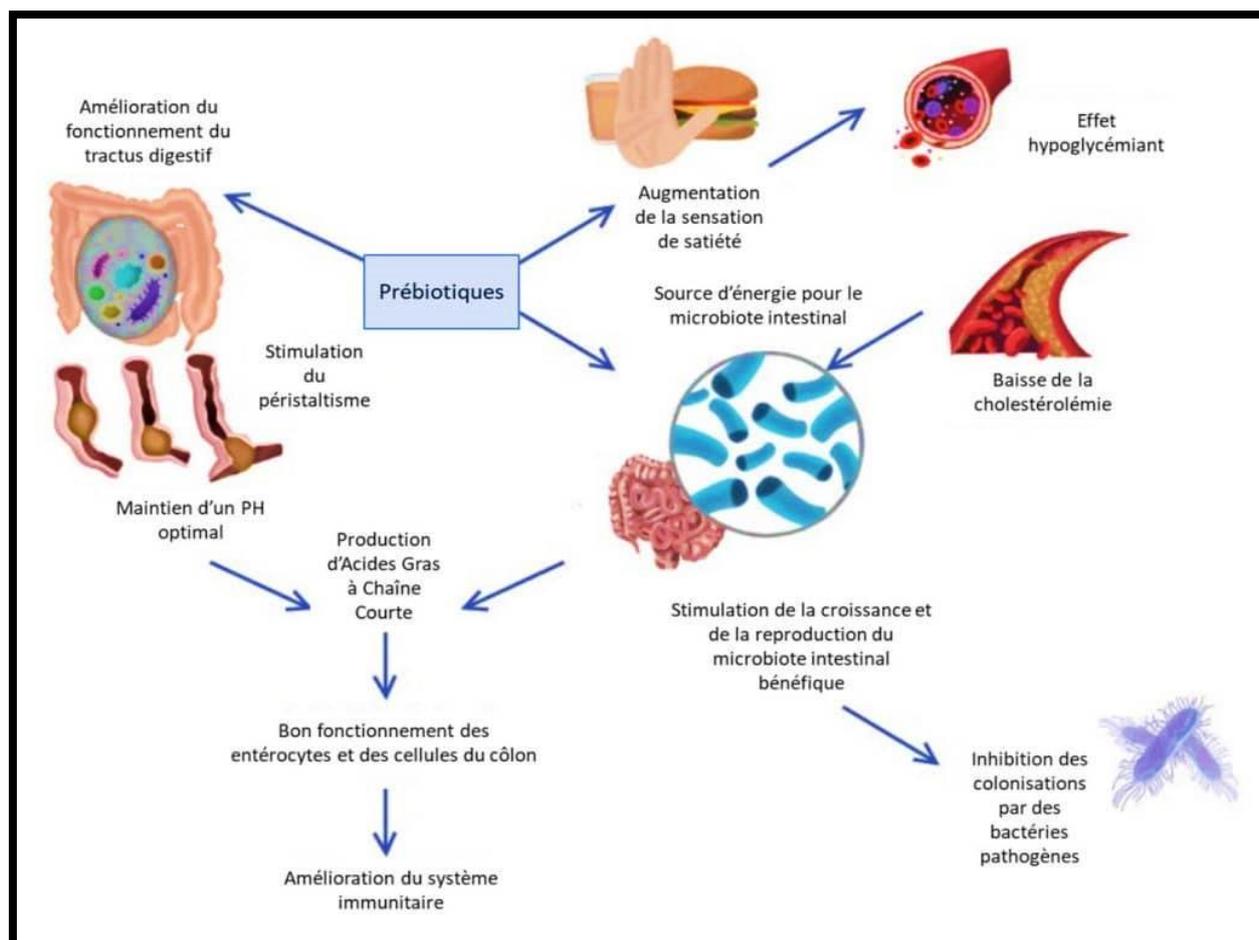


Figure 15 : Fonction des prébiotique (**Cuamatzin-García et al., 2022**).

L'utilisation des aliments et boissons fermentés traditionnels dans le cadre de traitements multimodaux pour différentes affections de santé est un domaine de recherche en plein essor, selon les auteurs. Les produits laitiers fermentés, comme le yaourt, le kéfir, le kimchi, la choucroute et le miso, renferment une grande quantité de probiotiques, d'enzymes et d'autres composés bioactifs avantageux pour la santé. Ces aliments ont été liés à divers avantages potentiels, tels que des effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire, le contrôle de la glycémie lors du diabète de type 2, et même des effets neuroprotecteurs dans certains troubles neurologiques (**Cuamatzin-García et al., 2022**).

II.4. Déroulement du processus de lactofermentation

La lactofermentation est un processus de conservation des aliments basé sur l'activité des bactéries lactiques, qui transforme les glucides en acide lactique. Ce processus naturel de fermentation se déroule en plusieurs étapes clés qui peuvent être expliquées en termes chimiques.

Tout d'abord, les aliments à fermenter sont généralement préparés en les coupant ou en les hachant pour augmenter la surface de contact. Ensuite, ils sont placés dans un environnement anaérobie, généralement une solution saline. La concentration saline est cruciale, car elle favorise le développement des bactéries lactiques tout en inhibant la croissance d'autres micro-organismes indésirables (Tamang *et al.*, 2016).

Une fois en milieu anaérobie, le processus de fermentation commence par une phase de latence où les bactéries lactiques s'adaptent à leur environnement. Les glucides présents dans les aliments, principalement des polysaccharides comme l'amidon, commencent à être hydrolysés en sucres simples tels que le glucose. Les bactéries lactiques, comme *Lactobacillus* et *Leuconostoc*, métabolisent ces sucres par glycolyse. Ce processus métabolique décompose le glucose en pyruvate, produisant de l'ATP et du NADH. Le pyruvate est ensuite réduit en acide lactique par l'enzyme lactate déshydrogénase, régénérant ainsi le NAD⁺, nécessaire pour continuer la glycolyse (Tamang *et al.*, 2016).

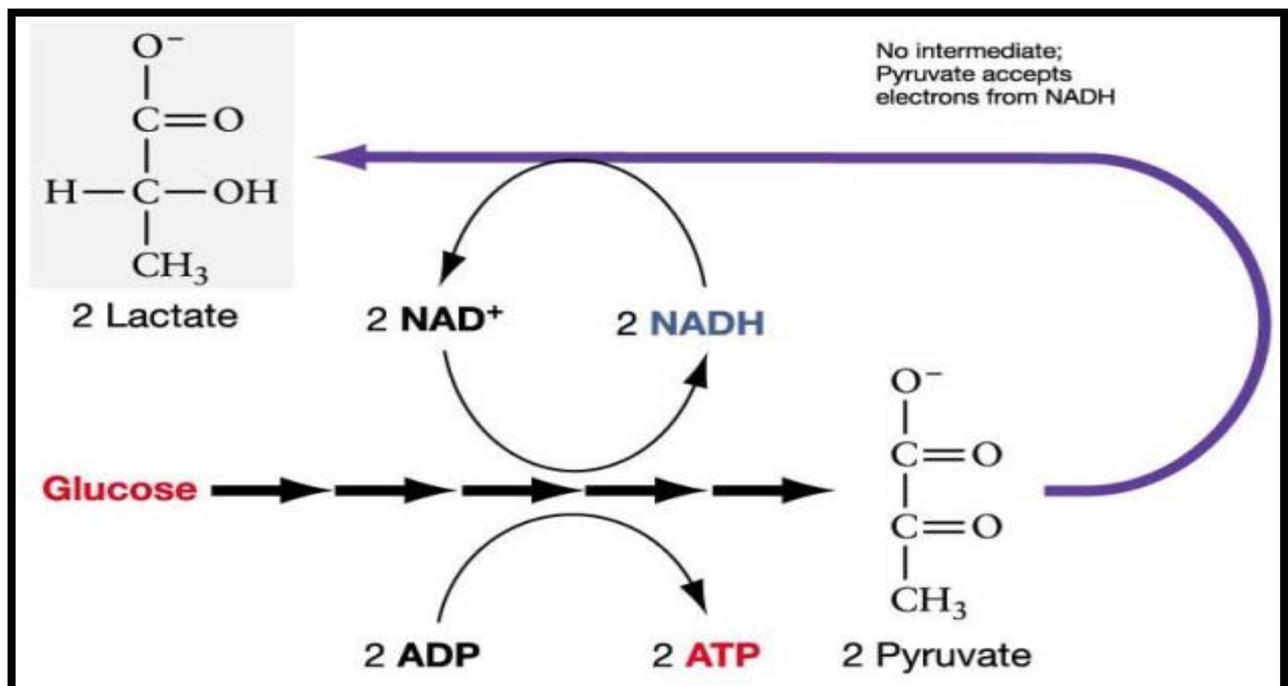


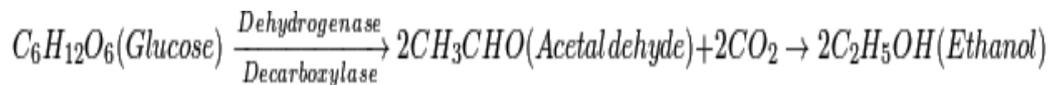
Figure 16 : La fermentation de l'acide lactique (Aquaportail, 2024).

La production d'acide lactique abaisse le pH du milieu, créant un environnement acide. Cette acidité inhibe la croissance de nombreux micro-organismes pathogènes et de pourriture, assurant la conservation des aliments. En même temps, le profil aromatique des aliments fermentés se développe, souvent enrichi par la production de divers composés volatils par les bactéries lactiques (Tamang *et al.*, 2016).

La lactofermentation peut se diviser en deux grandes phases :

➤ Phase de fermentation hétérofermentaire

Certaines bactéries, comme *Leuconostoc*, fermentent le glucose pour produire non seulement de l'acide lactique, mais aussi des gaz (comme le dioxyde de carbone) et des alcools (comme l'éthanol), créant ainsi une texture et des saveurs distinctes (Goyal, 2020).



➤ Phase de fermentation homofermentaire

Les bactéries comme *Lactobacillus plantarum*, prennent le relais en produisant principalement de l'acide lactique à partir du glucose, ce qui accentue l'acidité du milieu (Goyal, 2020).

À la fin du processus de fermentation, les aliments sont stabilisés par l'acidité accrue et peuvent être conservés pendant de longues périodes sans réfrigération. La complexité et la variété des produits fermentés dépendent des espèces bactériennes impliquées, de la composition initiale des aliments et des conditions spécifiques du processus de fermentation (Tamang *et al.*, 2016).

II.5. Principales conditions de la fermentation lactique

La lactofermentation peut être influencée par divers paramètres, notamment l'étirement des BL et l'interdiction des micro-organismes pathogènes et d'altération (Tamang *et al.*, 2015), la fermentation des légumes se fait généralement en ajoutant du NaCl, que ce soit en saumure ou à sec. Grâce à l'unification du NaCl, il est possible de créer une véritable plate-forme fluide entre les cellules végétales. Pendant la diffusion de la saumure intime entre les légumes, les particules végétales se dispersent et éliminent l'air du support de fermentation.

Le tassage des légumes permet d'éliminer l'air et de créer un environnement anaérobie favorable à la fermentation, favorisant la croissance des BL (Buckenhueskes, 2014).

Le développement des bactéries lactiques entraîne une baisse du pH par la production d'acides, notamment l'acide lactique. La température fait également partie des facteurs critiques pour la production de légumes fermentés car elle affecte la croissance des BL et la vitesse d'acidification.

La fermentation se produit habituellement à une température ambiante (15-25 °C), ce qui favorise la croissance des BL qui se développent à une température idéale proche des 30 °C (**Wang et al., 2020**). La température peut également influencer les espèces de BL trouvées. Par exemple, une température de 15 à 20 °C favorise la croissance de *Leuconostoc mesenteroides*, qui est avant tout responsable de la saveur et de l'odeur des aliments fermentés (**Thakur, 2017**).

II.6. Communautés microbiennes des légumes fermentés

Les légumes fermentés se composent principalement d'un microbiote complexe composé de BL. Les caractéristiques des aliments fermentés sont influencées par ces micro-organismes, tels que leur capacité à être conservés (par exemple grâce à leur faible pH), leur qualité nutritionnelle, voire leur effet bénéfique sur la santé, ainsi que leurs qualités organoleptiques (saveur, odeur et texture notamment).

Il est possible de rencontrer des micro-organismes indésirables qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité des aliments (micro-organismes qui altèrent) ou même représenter un danger pour la santé du consommateur (micro-organismes pathogènes).

II.6.1. Les bactéries lactiques

D'après le (**Tableau 6**), plusieurs espèces de BL ont été observées dans les légumes fermentés. Elles génèrent des quantités considérables d'acide lactique. La glycolyse est la principale voie métabolique employée. Les sucres sont catabolisés de manière homofermentaire ou hétérofermentaire selon les espèces. L'acide lactique est le produit final de la dégradation du glucose dans la voie homofermentaire, tandis que dans la voie hétérofermentaire, on produit, en plus de l'acide lactique, des quantités importantes de CO₂ et d'éthanol (**Leroy et De Vuyst, 2004**).

Tableau 6 : Les bactéries lactiques principales qui participent à la fermentation de la choucroute, du kimchi et des cornichons (Hutkins, 2018).

| Choucroute | Kimchi | Cornichons |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>Leuconostoc mesenteroides</i> |
| <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> | <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> | <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> |
| <i>Levilactobacillus brevis</i> | <i>Levilactobacillus brevis</i> | <i>Levilactobacillus brevis</i> |
| <i>Pediococcus pentosaceus</i> | <i>Leuconostoc kimchii</i> | <i>Pediococcus pentosaceus</i> |
| <i>Leuconostoc fallax</i> | <i>Leuconostoc gelidum</i> | |
| | <i>Leuconostoc inhae</i> | |
| | <i>Leuconostoc citreum</i> | |
| | <i>Lactococcus lactis</i> | |
| | <i>Weissella kimchii</i> | |

Les bactériocines produites par certains BL ont montré des effets inhibiteurs ciblés même en présence de fluides à proximité du verger de production.

Ils sont également efficaces contre certaines bactéries responsables de la détérioration ou de maladies, telles que *Listeria monocytogenes*. BL produit une variété de molécules antimicrobiennes telles que des acides organiques, du peroxyde d'hydrogène, du dioxyde de carbone, de la reutéline (3-hydroxypropanal) et du diacétyle (Dortu et Thonart, 2009). BL génère également des EPS. Cette dernière présente un grand intérêt car elle joue un rôle dans l'amélioration de la sensation en bouche et de la texture des produits végétaux fermentés (Salazar et al., 2016).

Leur implication dans la dégradation des acides aminés conduit généralement à la formation de molécules aromatiques précieuses qui peuvent soutenir le fromage, le yaourt ou des arômes plus fruités (Ben-Harb et al., 2019).

II.6.2. Autres micro-organismes

Dans certaines situations, le manque de connaissance des méthodes de production des légumes fermentés et le non-respect des normes d'hygiène peuvent entraîner une contamination par des micro-organismes altérants et/ou pathogènes, représentant ainsi un danger pour la santé du consommateur.

La température et le sel constituent les deux paramètres principaux pouvant influencer le développement de ces micro-organismes, s'ils ne sont pas correctement contrôlés. Par exemple, lorsque la quantité de sel ajouté est trop élevée, la croissance de levures telles que l'espèce *sp. Rhodotorula* peut être favorisée. Cette dernière est particulièrement préoccupante en raison du pigment rose indésirable qu'elle produit.

Diverses bactéries gram négatives telles qu'*enterobacter*, *flavobacterium* et *pseudomonas* peuvent se développer lorsque la température de fermentation est trop basse (<10°C).

Certaines de ces bactéries sont capables de produire des enzymes pectinolytiques qui provoquent l'hydrolyse de la pectine, résultant en un produit de texture altérée et molle (**Hutkins, 2018**).

II.7. Procédé de fermentation du chou

II.7.1. Préparation préalable

Le procédé utilisé dans la production industrielle de choucroute se déroule généralement en quatre grandes phases, résumées dans le (**Tableau 7**). Malgré l'identification de différentes étapes, il est important de se souvenir qu'il s'agit d'un processus séquentiel mixte.

Au début de la phase dite de prétraitement, le chou est coupé et le cœur et les feuilles externes (généralement sales ou jaunies) sont enlevés. Ensuite, le chou est coupé en petites lanières, puis mélangé avec du sel ou une saumure. Ceci permet de créer un milieu de culture propice à la croissance des bactéries lactiques.

Le salage et le coupage mènent à la plasmolyse des cellules végétales, ce qui aide à l'extraction graduelle des sucres tissulaires (principalement glucose et fructose) via osmose, ce qui permet au milieu de soutenir la croissance microbienne. Par la suite, le légume est mélangé dans un récipient et pressé pour stimuler à nouveau la lyse cellulaire et éliminer les éventuelles poches de gaz.

CHAPITRE II : La fermentation

Les récipients sont alors scellés de manière à empêcher les échanges gazeux avec l'air ambiant tout en permettant la sortie du gaz carbonique produit durant la fermentation.

La fermentation se déroule ensuite à une température d'environ 20 °C dans le cas du chou, alors que les olives se fermentent généralement à des températures plus élevées et, à l'opposé, le kimchi se fermente à des températures proches de 10 °C.

Cependant, les fermentations à grande échelle sont généralement faites sans contrôle précis de la température.

Tableau 7 : Résumé des différentes étapes de fermentation du chou (Yanick, 2018).

| | Phase I | Phase II | Phase III | Phase IV |
|---------------------------------|---|---|--|--|
| Microorganisme principal | Flore indigène | <i>Lc. mesenteroides</i> | <i>Lb. plantarum</i> <i>Pc. acidilactici</i> <i>Lb. brevis</i> | – |
| Type de métabolisme | Aérobique | Hétérofermentation | Homofermentation | Maturation, Aucune croissance |
| Produits principaux | – | CO ₂ , Acétate, Lactate, Mannitol | Lactate | – |
| Changements du milieu | Milieu anaérobique Augmentation des sucres libres | Acidification initiale à un pH de 4 | Acidification à l'état final à un pH de 3,3 à 3,5 | Équilibrage chimique, estérification |

II.7.2. Fermentation hétérofermentaire

La fermentation lactique du chou se caractérise ensuite par la phase d'hétérofermentation qui marque l'acidification initiale du milieu jusqu'à un pH d'environ 4. Cette étape a une durée de 4 à 5 jours, en fonction de l'inoculum initial en bactéries lactiques, de l'utilisation d'un ferment ou non, la température et le volume de la fermentation tel que rapporté par (Savard *et al.*, 2000).

Il est crucial d'avoir une vitesse d'initiation rapide de l'hétérofermentation, car un délai prolongé entre les phases I et II (**Tableau 7**) permet aux bactéries pathogènes de produire des toxines et aux microorganismes néfastes de modifier le produit, ce qui a un impact significatif sur les qualités organoleptiques du produit final. Certaines espèces microbiennes peuvent également s'ajuster à l'acidification, comme certaines levures qui développent une résistance relative à l'acidité. *Leuconostoc mesenteroides* est le principal microorganisme présent dans la phase hétérofermentaire (**Viander et al., 2003**).

La période d'hétérofermentation revêt une importance capitale car la production d'acides lactique et acétique inhibe rapidement la flore commensale du chou, qui ne peut pas s'adapter à l'acidification rapide du milieu. La génération de gaz carbonique contribue à la formation d'un environnement. Cette étape implique l'utilisation de bactéries hétérofermentaires qui produisent une variété d'acides organiques, d'alcools et de gaz pendant la fermentation.

Ces bactéries peuvent nécessiter des conditions spécifiques de température et de pH pour prospérer. Pendant cette phase, surveillez attentivement le développement de la fermentation en vérifiant l'apparition de bulles et le goût du chou pour déterminer le moment optimal pour passer à l'étape suivante.

II.7.3. Fermentation homofermentaire

La phase d'homofermentation apparaît ensuite, mais presque en même temps, et conduira à l'acidification finale du milieu. Lorsque les bactéries du genre *Lactobacillus* prennent le contrôle sur *Ln. mesenteroides*, cette étape commence.

La voie d'Embden-Meyerhof-Parnas est utilisée par *Lb. plantarum* pour produire uniquement du lactate lors de la fermentation en présence d'hexoses (**Wisselink et al., 2002 ; Breidt, 2005**). Cela entraîne la disparition de *Ln. mesenteroides*, car cette bactérie ne peut pas supporter une telle diminution de son pH intracellulaire, contrairement à *Lb. plantarum* qui continue à produire une grande quantité d'acide lactique (**McDonald et al., 1990**).

L'acidification du milieu est donc très accentuée par la production de lactate (jusqu'à 2%), Cela permet d'obtenir un pH final compris entre 3,3 et 3,5, en fonction des souches présentes. La fermentation initiée par *Lb. plantarum* est également connue par *Lb. brevis* qui consomme une partie des sucres résiduels après l'inhibition de cette dernière par l'acide lactique (**Medina et al., 2017**).

II.7.4. Maturation et fermentation secondaire

Finale­ment, débute ce qu'on appelle la phase de maturation lorsque l'activité microbienne s'arrête. Au cours de cette étape, qui peut s'étaler sur plusieurs mois, il ne devrait y avoir aucune croissance bactérienne, mais plutôt une stabilisation chimique. Durant ce stade, il y a une certaine activité enzymatique qui permet le peaufinage des arômes et autres qualités organoleptiques de la choucroute. Cependant, il est possible d'observer la croissance de levures acido-résistantes si tous les sucres fermentescibles n'ont pas été métabolisés. Ces dernières sont indésirables en raison de leur capacité à produire du gaz et de la capacité de certaines espèces à consommer les acides organiques comme source de carbone en présence d'oxygène (**Franco et Pérez, 2012**).

Le mode de fermentation le plus répandu pour les levures est la fermentation alcoolique. Dans cette voie métabolique, un acide pyruvique est transformé en une molécule de CO₂ et d'acétaldéhyde, puis cette dernière est métabolisée en alcool éthylique (**Black, 2008**).

Plusieurs facteurs influencent la disponibilité des sucres résiduels après la fermentation lactique, soit la concentration initiale en sucres, le pH, la concentration en sel, la température et le pouvoir tampon du légume (**Fleming et al., 1985 ; Medina-Pradas et al., 2017**).

Selon ces facteurs, les bactéries lactiques peuvent en arriver à leur auto-inhibition par la concentration d'acides organiques avant d'avoir métabolisé la totalité des sucres fermentescibles ce qui représente un risque qui est généralement contrôlé par l'utilisation de ferments.

II.8. Les éléments qui impactent la qualité de fermentation du chou

Les bactéries lactiques ne constituent que 0,15 à 1,5% de la microflore indigène du chou (**Buckenhüskes et al., 1997**). Suite au prétraitement, une fermentation spontanée peut se produire lorsque l'aliment est placé dans des conditions favorisant la croissance des rares bactéries lactiques plutôt que la croissance des levures, moisissures et bactéries commensales et pathogènes présentes en bien plus grandes proportions (**Buckenhüskes et al., 1997**).

Étant donné la grande variabilité présente dans cette microflore causée par le climat, le type de sol, les engrais et les pesticides, Il est difficile de contrôler de manière adéquate et reproductible d'année en année une fermentation spontanée basée sur cette faible proportion de bactéries lactiques (**Gardner et al., 2001 ; Medina-Pradas et al., 2017**).

Ainsi, la qualité d'une fermentation de chou repose sur le pH final, les concentrations et le rapport des acides organiques, les caractéristiques gustatives et la reproductibilité du résultat final. L'objectif de ces directives est d'assurer une fermentation optimale et standardisée.

II.8.1. L'approvisionnement en sucres et la température

Il est essentiel que les substrats soient concentrés et disponibles en dehors des tissus végétaux afin de favoriser la croissance des micro-organismes et la production d'acides organiques par les bactéries lactiques. Pendant et après la croissance des bactéries lactiques, la quantité de sucres disponibles est influencée par le prétraitement, le type de légume et le salage.

Pendant le prétraitement du chou, le découpage avant la fermentation permet de rendre les sucres plus rapidement disponibles pour les bactéries lactiques. Par la suite, le sel joue un rôle dans la lyse des cellules végétales, permettant l'extraction des sucres. La concentration en sucre varie en fonction du type de chou ou de la variété, ce qui a un impact sur la quantité totale de sucres disponibles pour la fermentation (**Medina-Pradas *et al.*, 2017**).

La température à laquelle la fermentation a lieu a un impact sur la durée des différentes étapes de fermentation et sur la séquence bactérienne. On a constaté que la choucroute fermentée à une température inférieure (18°C) a une qualité plus élevée en termes de couleur, de goût et de fermeté par rapport à une fermentation à une température élevée (32-37°C). Ceci est attribuable au fait que les bactéries lactiques se développent plus lentement à des températures élevées, contrairement aux bactéries pathogènes et à celles qui dégradent le chou (**Medina-Pradas *et al.*, 2017**).

II.8.2. Taux de salinité

La choucroute contient une teneur absolue en chlorure de sodium de 2 à 3 %, ce qui encourage l'expansion des bactéries lactiques et garantit l'intégrité du processus de fermentation en empêchant la dégradation des pectines. De plus, elle constitue une réserve sûre que les cellules végétales peuvent utiliser pour la plasmolyse.

La production de choucroute entraîne une accumulation importante de sel dans les eaux usées (**Pederson et Albury 1969 ; Medina-Pradas *et al.*, 2011**), ce qui entraîne une consommation excessive de jus de choucroute, plusieurs initiatives ont été mises en place afin de limiter la concentration de sel dans le processus (**Hang *et al.*, 1972**).

Ainsi, l'application de ferments vise à diverses reprises à bénéficier de fermentations stables en réduisant significativement l'intérêt de sel nécessaire, ce qui mène ultimement à une diminution de la quantité d'eau extraite des légumes et de la quantité de sel à traiter (**Breidt, 2005 ; Johan et al., 2007 ; Beganović et al., 2011**). Cette évolution permet également de limiter la quantité de sel tout en maintenant la profitabilité finale, ce qui est important pour les consommateurs. Cela contribue en conséquence à la marque de provision naturelle qui caractérise la choucroute (**Viander et al., 2003**).

Cependant, une réduction excessive de sel peut favoriser la prolifération des bactériophages et inhiber les bactéries lactiques, ce qui pourrait favoriser la présence de bactéries pathogènes (**Mudgal et al., 2006**). Ainsi, la quantité de sel ne peut être réduite à la légère.

II.8.3. Usage d'un ferment

L'utilisation d'un ferment dans le processus de fermentation du chou, tel que celui utilisé pour produire de la choucroute, est une pratique ancienne et essentielle qui influence profondément la qualité du produit final. Ce ferment est composé principalement de bactéries lactiques naturelles, notamment des souches de *Lactobacillus*, qui jouent un rôle central dans la transformation des sucres présents dans le chou en acides organiques, principalement de l'acide lactique.

Cette transformation abaisse le pH du milieu, créant ainsi un environnement acide qui non seulement préserve le chou, mais développe aussi ses caractéristiques sensorielles distinctives. Il est possible de réguler rapidement la croissance des microorganismes nuisibles lors du début de la fermentation. Dans le cas des aliments en général, on distingue trois types de fermentation : la fermentation spontanée, la fermentation avec l'ajout d'un ferment de culture pure, et la fermentation avec l'ajout d'un ferment mixte (**Fleming et al., 1985 ; Medina-Pradas, 2017**).

Pour les légumes, la fermentation spontanée est la méthode la plus répandue à l'échelle mondiale, car elle est la plus simple et fonctionne assez bien, mais elle exige une pasteurisation. La fermentation ainsi effectuée donne un goût local, dû à la flore indigène du chou qui diffère selon les régions en fonction du climat et du sol. Cependant, à cause de cette variation, la fermentation spontanée mène à une faible standardisation de la qualité du produit final d'année en année.

De plus, la pasteurisation diminue grandement les qualités nutritionnelles et organoleptiques de l'aliment. Il est aussi possible d'utiliser une production antérieure afin d'inoculer une nouvelle

fermentation, comme cela se fait pour les produits laitiers. Cependant, cette méthode, appelée « technique du pied de cuve », présente encore certaines irrégularités puisque l'inoculum et les concentrations des microorganismes varient selon le stade durant lequel le prélèvement est fait pour inoculer la nouvelle production (**Xiong *et al.*, 2014**).

Ainsi, cette méthode ressemble à la fermentation spontanée, mais permet une initiation un peu plus rapide du processus en raison de la plus grande concentration de bactéries lactiques par rapport à la microflore naturelle du chou.

Partie pratique

I – Matériel et méthodes

I - Matériel et méthodes

Objectif

L'objectif de cette étude est de préparer un plat de choucroute en vue d'une évaluation de leur qualité organoleptique. L'échantillon représentera la choucroute traditionnelle fermentée avec le sel.

I.1. Échantillonnage

Les ingrédients essentiels pour préparer les échantillons de choucroute sont : de la choucroute blanche crue et du sel de qualité alimentaire. La qualité de nos échantillons de choucroute dépend de la sélection rigoureuse de ces ingrédients. Nous utilisons uniquement du chou blanc cru, cultivé dans des conditions optimales pour garantir sa fraîcheur et son absence de défauts. Le sel, indispensable à la fermentation, est également choisi avec soin. Chaque composant est minutieusement vérifié pour éliminer tout contaminant, assurant ainsi la qualité et la fiabilité de nos résultats d'étude.

➤ Source de chou

Dans le cadre de cette étude, les choux utilisés ont été achetés au marché alimentaire de la région d'Ain Témouchent. Ce marché est réputé pour la qualité et la fraîcheur de ses produits locaux. La sélection des choux a été effectuée avec soin pour garantir leur pertinence et leur conformité aux critères de l'étude.

Les critères de sélection comprenaient :

- ❖ **Origine locale** : Les choux devaient provenir de producteurs locaux de la région d'Ain Témouchent, afin de garantir la traçabilité et la fraîcheur du produit.
- ❖ **Qualité visuelle** : Les choux sélectionnés étaient exempts de taches, de signes de pourriture ou de décoloration, indiquant une bonne santé et une fraîcheur optimale.
- ❖ **Taille et poids** : Les choux ont été choisis de manière à avoir une taille et un poids uniformes, facilitant ainsi la standardisation des échantillons pour les expériences. Cette approche assure que les choux utilisés dans la fabrication de choucroute représentent fidèlement les spécimens disponibles dans la région, permettant ainsi des résultats pertinents et applicables aux conditions locales.

I.2. Processus de fabrication de la choucroute algérienne

Le processus de fabrication de l'échantillon a été réalisé au laboratoire du département des sciences et technologies de l'université Belhadj Bouchaib–Ain Temouchent.

➤ **La description des étapes de préparation**

Lors de la préparation du chou pour la fermentation, il est essentiel de suivre certaines étapes avec précision. Tout d'abord, il est recommandé de ne pas rincer le chou, car les micro-organismes naturellement présents sur sa surface joueront un rôle crucial dans le processus de fermentation.

Ensuite, en éliminant les premières feuilles abîmées ou souillées, ainsi que les suivantes que l'on réserve, on assure une base propre pour notre lactofermentation.

Le chou est ensuite coupé en quatre, et le trognon dur est soigneusement retiré. À l'aide d'un couteau bien aiguisé, le chou est émincé très finement, ce qui favorisera une fermentation homogène.

La quantité de sel est calculée avec précision, soit 10 grammes par 1kg de chou, équivalant à environ 1% de sel.

Ensuite, on laisse reposer le mélange pendant 15 à 30 minutes. Puis, vient l'étape cruciale où l'on mélange vigoureusement le chou en le pressant fortement avec les mains, permettant ainsi de libérer le jus du légume. Il est important que le chou devienne visiblement humide et que du jus s'écoule lorsque l'on presse une poignée de chou dans la main.

Le chou, accompagné de son jus, est ensuite transféré dans des pots ou des bocaux. Il est crucial de tasser fermement entre chaque couche de chou afin de permettre au jus de bien s'écouler.

Il est également important de ne pas remplir le contenant jusqu'en haut, laissant ainsi un espace d'au moins 2 centimètres pour permettre à la fermentation de se dérouler sans risque de débordement.

Pour les bocaux, une feuille entière de chou réservée est étalée sur la surface du mélange, puis le bocal est fermé avec soin en plaçant le joint de caoutchouc. Il est recommandé de placer les bocaux sur une assiette ou une soucoupe afin de contenir tout débordement éventuel.

Partie pratique : I - Matériel et méthodes

L'échantillon a été hermétiquement scellé pour prévenir toute contamination externe, puis placé dans un environnement à température ambiante favorable à la fermentation lactique, pendant une période de 3 semaines. Durant ce laps de temps, nous avons régulièrement observé le progrès de la fermentation. Nous avons surveillé l'émergence de bulles de gaz, l'évolution des arômes distinctifs, ainsi que les modifications de texture.

Une fois la fermentation terminée, L'échantillon a été refroidi afin d'interrompre le processus de fermentation. Par la suite, il a été entreposé dans des conditions contrôlées, spécifiquement dans le réfrigérateur, en attendant l'évaluation sensorielle (**Marie-Claire, 2014**).



Figure 17 : Les étapes de préparation de la choucroute

I.3. Evaluation de la qualité organoleptique

Après le processus de fermentation, il est essentiel de mesurer plusieurs paramètres pour évaluer la qualité et les caractéristiques des échantillons de choucroute. Dans cette section, nous décrivons les paramètres que nous avons mesurés pour chaque échantillon.

- ❖ **PH** : Le pH est un indicateur important de l'acidité de la choucroute, qui influence sa stabilité microbologique et sa saveur. Nous avons mesuré le pH de chaque échantillon à l'aide d'un pH-mètre calibré.

- ❖ **Texture** : La texture de la choucroute peut varier en fonction de différents facteurs, tels que le degré de fermentation et la manipulation pendant le processus de fabrication. Nous avons évalué la texture de chaque échantillon en observant sa consistance, sa fermeté et sa tendreté.

- ❖ **Aspect visuel** : L'aspect visuel de la choucroute est également important pour l'acceptabilité du produit. Nous avons examiné chaque échantillon pour évaluer sa couleur, sa clarté et la présence éventuelle de moisissures ou de décolorations.

- ❖ **Odeur** : L'odeur de la choucroute est un élément clé de son profil sensoriel. Nous avons évalué l'odeur de chaque échantillon pour détecter les arômes caractéristiques de fermentation et toute odeur anormale ou indésirable.

- ❖ **Goût** : Enfin, le goût de la choucroute est déterminant pour sa qualité gustative. Nous avons dégusté chaque échantillon pour évaluer son niveau d'acidité, sa saveur générale et la présence d'éventuelles notes désagréables.

I.4.1. Méthodes d'évaluation sensorielle adaptées au contexte algérien

Pour évaluer les propriétés sensorielles des échantillons de choucroute, nous avons réalisé un test de dégustation avec un panel de 10 dégustateurs (Analyse descriptive). Chaque dégustateur a évalué les paramètres suivants :

- ❖ **Apparence** : Couleur, texture.

- ❖ **Goût** : Acidité, salinité, saveur.

- ❖ **Odeur** : Intensité, type d'odeur.

- ❖ **Impression globale** : Agréable ou désagréable.

Toutes les données collectées lors du test de dégustation ont été enregistrées dans un tableau. Cela nous permettra d'avoir une vue d'ensemble des évaluations de chaque dégustateur pour chaque paramètre sensoriel.

Pour garantir des résultats fiables, nous avons maintenu une qualité constante des ingrédients pour chaque échantillon. Les conditions de fermentation ont été rigoureusement respectées afin d'assurer une uniformité entre les échantillons. Les paramètres sensoriels ont été mesurés avec précision pour obtenir des données exactes. De plus, les conditions de dégustation ont été standardisées afin d'assurer la cohérence et la comparabilité des évaluations sensorielles.

II- Résultats et Discussions

II- Résultats et Discussions

II.1. Présentation des résultats de l'analyse

➤ Analyse sensorielle

Tableau 8 : Profil descriptif de la choucroute

| Caractéristique | La choucroute |
|--------------------|--|
| Apparence | Couleur jaune crème, texture ferme et croquante. |
| Goût | Acidité modérée, goût salé prononcé, saveur légèrement vinaigrée. |
| Odeur | Odeur caractéristique de chou fermentée, notes légèrement piquantes. |
| Impression globale | Choucroute agréable et savoureuse, avec un bon équilibre entre l'acidité et le salé. |

L'analyse sensorielle de la choucroute joue un rôle crucial dans la caractérisation de ses attributs organoleptiques, c'est-à-dire ses caractéristiques perçues par les sens tels que la vue, l'odorat, le goût et la texture. Voici comment ces différents aspects peuvent être décrits et évalués :

La choucroute présente généralement une couleur blanchâtre à jaunâtre, résultat de la fermentation lactique des feuilles de chou. L'analyse visuelle permet de noter la taille et la consistance des morceaux de chou, ainsi que la présence éventuelle de fines bulles de gaz, indicatives du processus de fermentation.

L'odeur de la choucroute fraîchement fermentée est caractéristique, légèrement acide et souvent accompagnée d'une note légèrement vineuse ou aigre-douce. Cette odeur est directement liée aux produits de la fermentation, tels que l'acide lactique, qui contribue à sa conservation et à son profil gustatif distinctif.

En bouche, la choucroute révèle une saveur légèrement acidulée, parfois avec des nuances douces ou légèrement salées. La perception gustative peut varier en fonction du degré de fermentation et de l'équilibre entre l'acidité et la douceur naturelle du chou.

La saveur peut aussi être influencée par des variations saisonnières dans la composition chimique du chou utilisé.

La texture de la choucroute est généralement croquante et ferme, bien que tendre après une fermentation prolongée. Les feuilles de chou sont souvent finement coupées et conservent une certaine fermeté qui peut varier selon la durée de fermentation et les pratiques de traitement post-fermentation. La texture contribue à l'expérience sensorielle globale et à l'acceptabilité du produit par les consommateurs.

Ces aspects sensoriels ne sont pas seulement importants pour évaluer la qualité de la choucroute traditionnelle, mais ils sont également essentiels pour le développement de nouveaux produits à base de choucroute et pour répondre aux préférences des consommateurs. Les variations dans le processus de fermentation et l'ajout d'additifs dans la choucroute industrielle peuvent modifier ces caractéristiques sensorielles, ce qui nécessite une évaluation rigoureuse pour maintenir la cohérence de la qualité et répondre aux attentes du marché.

L'analyse sensorielle permet de décrire de manière précise et détaillée les propriétés organoleptiques de la choucroute, offrant ainsi des informations essentielles pour son évaluation et son développement dans l'industrie alimentaire.

Les résultats de l'évaluation sensorielle ont montré que les échantillons de choucroute ont été appréciés par les participants. Les participants ont particulièrement apprécié la couleur, la texture, l'odeur et la saveur de la choucroute.

- ❖ **Aspect** : Les dégustateurs ont noté favorablement l'aspect visuel de la choucroute, souvent caractérisé par sa couleur claire et uniforme, avec une texture croquante et des morceaux de chou bien découpés. Cette uniformité dans l'aspect contribue à une première impression positive du produit.

- ❖ **Odeur** : L'analyse révèle que l'odeur légèrement acidulée et caractéristique de la choucroute est généralement bien perçue par les dégustateurs. Cette note aromatique agréable, souvent accompagnée de nuances subtiles, est un attribut apprécié qui contribue à la perception globale de fraîcheur et de qualité.

- ❖ **Saveur** : La saveur légèrement acidulée et équilibrée de la choucroute a été bien accueillie par les participants à l'étude. L'acidité modérée, associée à une légère douceur naturelle du chou fermenté, crée un profil gustatif distinctif qui semble être largement accepté.
- ❖ **Texture** : La texture croquante et ferme de la choucroute a également été bien notée par les dégustateurs. Cette caractéristique contribue à une expérience en bouche agréable et satisfaisante, renforçant ainsi l'attrait de la choucroute en tant qu'accompagnement ou ingrédient culinaire.

Ces résultats peuvent guider les producteurs et les fabricants dans le maintien et l'amélioration de la qualité sensorielle de la choucroute, en répondant aux attentes des consommateurs et en favorisant sa consommation régulière dans le cadre d'une alimentation équilibrée.

➤ **Analyse physico-chimique**

Le tableau présente les valeurs moyennes pour le pH de la choucroute, L'analyse a été effectuée par un pH-mètre alimentaire.

Tableau 9 : Analyse physico-chimique de la choucroute

| Paramètre | Échantillon | Norme |
|-----------|-------------|-----------|
| PH | 3.9 | 3.5 - 4.5 |

Le pH de la choucroute est généralement compris entre 3,5 et 4,5. Ce pH acide est essentiel pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il contribue à inhiber la croissance des bactéries pathogènes et des microorganismes indésirables, assurant ainsi la sécurité microbiologique du produit. Ensuite, un environnement acide favorise la croissance des bactéries lactiques bénéfiques, telles que les lactobacilles, qui sont responsables du processus de fermentation lactique. Cette fermentation lactique non seulement préserve la choucroute mais enrichit également sa texture, son goût et ses qualités nutritionnelles.

II.2. Comparaison avec des normes de qualité et de nutrition

Il n'existe pas de normes de qualité spécifiques pour la choucroute Algérienne. Cependant, les paramètres organoleptiques évalués (aspect, odeur, saveur, texture) peuvent être comparés à des normes générales de qualité pour les produits fermentés.

La choucroute est généralement considérée comme de bonne qualité si elle présente les caractéristiques suivantes :

- La choucroute doit avoir une couleur blanche à crème, une texture ferme et croquante, et être exempte de moisissures ou de défauts.
- Le pH de la choucroute doit être inférieur à 4.5, indiquant un environnement acide qui prévient la croissance des microorganismes indésirables (**WHO, 2019**).

Bien que la choucroute en Algérie ne dispose pas de normes spécifiques, évaluer sa qualité selon ces critères permet de s'assurer de son intégrité, de sa sécurité alimentaire et de sa valeur nutritionnelle. Ces éléments sont essentiels pour garantir que la choucroute soit non seulement appréciée pour son goût et sa texture.

Les résultats de cette étude suggèrent que la choucroute algérienne est un plat de qualité organoleptique acceptable.

Les analyses sensorielles et physico-chimiques de la choucroute montrent qu'elle présente généralement une couleur blanc cassé à jaune pâle, une texture ferme et croquante, ainsi qu'une légère brillance due à la saumure. Ces caractéristiques sont appréciées par les dégustateurs et contribuent à l'attractivité visuelle du produit. L'odeur de la choucroute, forte et caractéristique, est due à la fermentation lactique. Bien que cette odeur puisse être perçue comme agréable ou désagréable selon les préférences individuelles, elle varie également en fonction de la variété de chou utilisée, du mode et de la durée de fermentation.

La saveur de la choucroute est typiquement aigre-salée, légèrement sucrée, avec une légère amertume en arrière-goût. Cette saveur, appréciée par de nombreux consommateurs, peut également varier en fonction des mêmes facteurs influençant l'odeur. La texture de la choucroute est ferme et croquante, avec une légère sensation de viscosité due à la saumure, ce

qui contribue à une expérience gustative agréable. Le pH de la choucroute, compris entre 3,5 et 4,5, est crucial pour inhiber la croissance des bactéries nuisibles et favoriser la fermentation par les bactéries lactiques bénéfiques. Un pH trop élevé pourrait altérer la saveur et la texture de la choucroute.

Ces résultats sont en accord avec les résultats d'autres études qui ont évalué la qualité organoleptique de la choucroute préparée dans d'autres pays. Par exemple, une étude menée en France (**Durand *et al.*, 2013**), a montré que la choucroute était un plat apprécié par les consommateurs, avec des notes élevées pour la couleur, la texture, l'odeur et la saveur.

Pour la production de la choucroute, il est recommandé de sélectionner des variétés de chou adaptées à la fermentation, de contrôler le pH et la teneur en sel pendant ce processus, et d'utiliser des techniques de fermentation traditionnelles pour préserver sa qualité organoleptique et sa valeur nutritive. Il est également crucial de respecter les normes d'hygiène alimentaire pendant la production et le stockage.

En ce qui concerne la consommation, il est conseillé de consommer la choucroute crue, cuite ou fermentée selon les préférences individuelles, de l'accompagner de viande, de poisson ou de légumes pour un repas équilibré, et de la consommer avec modération en raison de sa teneur en sel.

Il est important de noter que cette étude présente certaines limites ; Le panel de dégustation ne comptait que 10 participants. Une étude plus large avec un nombre plus important de dégustateurs permettrait d'obtenir des résultats plus généralisables ; L'analyse sensorielle descriptive est une méthode subjective. Des méthodes d'analyse sensorielle quantitative pourraient être utilisées pour compléter les résultats obtenus.

Des recherches futures sont nécessaires pour confirmer les résultats de cette étude. Des études avec un plus grand nombre d'échantillons de choucroute et des panels de dégustateurs plus diversifiés sont nécessaires. Des recherches supplémentaires sont également nécessaires pour étudier l'impact de différents facteurs, tels que la variété de chou, le processus de fermentation et les conditions de stockage, sur la qualité de la choucroute.

Conclusion

Conclusion

Le chou, un légume aux multiples facettes, s'impose comme un élément essentiel d'une alimentation saine et équilibrée. Son riche profil nutritionnel, composé de vitamines, de minéraux, de fibres et de composés phytochimiques, lui confère des propriétés bénéfiques pour la santé humaine.

La lactofermentation, processus ancestral de transformation alimentaire, offre au chou une nouvelle dimension gustative et nutritionnelle, donnant naissance à la choucroute Algérienne, un produit traditionnel savoureux et riche en bienfaits.

Les bactéries lactiques sont les microorganismes les plus dominants durant la fermentation des aliments. Leurs principales fonctions incluent la production d'acides organiques, d'alcool, et de composés aromatiques. Elles jouent également un rôle crucial en inhibant les levures et les microorganismes pathogènes, tout en améliorant la qualité nutritionnelle des aliments. Ces bactéries, essentielles dans la fermentation des matières premières, notamment végétales, ont suscité notre intérêt

L'objectif de cette étude était de préparer un plat de choucroute traditionnelle algérienne fermentée avec du sel et de procéder à une évaluation de sa qualité organoleptique. Les résultats de l'étude ont montré que la choucroute algérienne est un plat de qualité organoleptique acceptable qui est apprécié par les consommateurs.

Ces résultats ont des implications importantes pour les producteurs et les transformateurs de choucroute algérienne.

Des recherches futures sont nécessaires pour confirmer les résultats de cette étude et pour étudier l'impact de différents facteurs sur la qualité organoleptique et nutritionnel de la choucroute.

Enfin, la choucroute se distingue comme un produit traditionnel d'une grande valeur gastronomique et nutritionnelle. Sa richesse en nutriments essentiels, associée à ses propriétés organoleptiques uniques, en fait un atout majeur pour une alimentation saine et équilibrée.

La promotion de sa consommation et la préservation de ce trésor culinaire constituent des enjeux majeurs pour promouvoir une alimentation saine et durable en Algérie.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

1. **Adam, M., Leveque, M.** (2018). *Le grand livre du chou : production, cuisine et santé*. Paris : Delachaux et Niestlé.
2. **Altieri, M. A.** (1995). **Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture**. Westview Press.
3. **Anand, S., et al.** (2022). Polyphenols and Their Nanoformulations: Protective Effects against Human Diseases.
4. **Anderson, J. W., Hanna, C., & Eastwood, M. A.** (2003). Dietary Fiber and Health
5. **Anegboh, A., Kantoglu, S., & Moshfegh, A. J.** (2005). Glucosinolates and Health.
6. **Aponte, M., Fusco, V., Andolfi, R., & Coppola, S.** (2012). Impact of selected strains of lactobacilli on the microbiological, biochemical, and sensory characteristics of set yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 153(1-2), 142-150.
7. **Aquaportail.** (2024). La fermentation de l'acide lactique. Récupéré de <https://www.aquaportail.com/> (consulté le 1 mars 2024).
8. **Babich, O., et al.** (2020). Nutritional and functional potential of traditional fermented vegetables and fruits from Central Europe. *Journal of Ethnic Foods*, 7(1), 1-10.
9. **Bartkiene, E., et al.** (2020). Applications of lactic acid bacteria for plant-based food preservation. *Applied Sciences*, 10(7), 2325.
10. **Battcock, M., Azam-Ali, S.** (1998). Fermented fruits and vegetables: A global perspective (FAO Agricultural Services Bulletin No. 134). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. **Bebeli, P., et al.** (2020). Genetic Diversity and Population Structure of Cabbage (*Brassic oleracea* var. *capitata* L.) in Europe. *Genetic Resources and Crop Evolution*.
12. **Beganović, J., Kos, B., Leboš Pavunc, A., Uroić, K., Pavunc, A. L., & Habjanič, K.** (2014). Potential application of lactic acid bacteria in the prevention of microbial contamination in food industry. *Food Technology and Biotechnology*, 52(2), 141-151.
13. **Behera, S. S., et al.** (2021). Traditional fermented foods and beverages of the North-Eastern region of India. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(7).

Références Bibliographiques

14. **Bisaillon, Y.** (2018). Analyse De La Qualité Microbiologique et De La Stabilité D'une Production industrielle De Choucroutes. Mémoire de maîtrise, Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
15. **Booth, S. L., et al.** (2013). Vitamin K intake and bone mineral density in women and men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 99(3).
16. **Bosch, G., et al.** (2020). The effect of plant-based diets on plasma lipids: a systematic review and meta-analysis of controlled intervention trials. *Journal of the American Heart Association*, 9(15).
17. **Breidt, F.** (2005). Fermented vegetables. In F. T. Nakamura, C. R. Nakamura, M. D. Balaban, & R. C. Whiting (Eds.), *Food engineering in a nutshell* (pp. 67-90). Springer.
18. **Byjus.** (2024). Types of fermentation. <https://byjus.com/neet/types-of-fermentation/>
19. **Campion, J. M., et al.** (2020). Probiotic lactobacilli and fermented vegetables: a brief review. *Synthesis: A review of food and nutrition*, 75(5), 1023-1029.
20. **Chauvet, M.** (2010). *Encyclopédie des plantes alimentaires*. Belin. ISBN 978-2-7011-5971-3, pp. 173-191.
21. **Chen, Y., et al.** (2020). Probiotic fermented foods for health benefits. *Nutrients*, 12(7), 1952.
22. **Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., et al.** (2022). Traditional fermented foods and beverages from around the world and their health benefits. *Microorganisms*, 10(1151), Dio : 10.3390/microorganisms10061151.
23. **Dabon, G.** (2016). Choux : variétés, culture et recettes.
24. **Deak, T.** (2007). *Handbook of food spoilage yeasts* (2nd ed.). CRC Press.
25. **Desfemmes, C.** (2022). *Les Brassicacées de* : Jean-Claude Moiron Avril 2015.
26. **Durand, S., et al.** (2013). Perception de la qualité sensorielle de la choucroute par les consommateurs français. *Journal of Sensory Science*, 38(4), 292-300.
27. **Ehrhart, J. F.** (1792). *Brassica elongata Ehrhart*, Beitr. Naturk. 7 : 159.
28. **Encyclopædia Britannica.** Variété de chou : Brassica oleracea. Récupéré de <https://www.britannica.com/plant/Brassica-oleracea>
29. **Fallon, S., Enig, M. G.** (2001). *Nourishing Traditions: The Cookbook that Challenges Politically Correct*

30. **Farming Systems and Poverty:** Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
31. **Fernández-Escobar, R.** (2019). Brassica. *Encyclopedia of Food and Health*.
32. **Filannino, P.,** Di Cagno, R., Tlais, A. Z. A., Cantatore, V., Gobbetti, M., Hamdi, M. (2019). Metabolic and functional paths of lactic acid bacteria in plant fermentations: Get out of the labyrinth. *Current Opinion in Biotechnology*, 56, 181-189.
33. **Fuentes, F.,** Paredes-Gonzalez, X., & Kong, A. N. T. (2015). Dietary Glucosinolates Sulforaphane, Phenethyl Isothiocyanate, Stress/Inflammation, Nrf2, Epigenetics/Epigenomics and In Vivo Cancer Chemo Preventive Efficacy. *Current Pharmacology Reports*, 1(2), 179–196.
34. **Giampieri, F.,** et al. (2020). The anthocyanins in blackcurrants regulate postprandial hyperglycaemia primarily by inhibiting α -glucosidase activity in the intestine. *Food & Function*, 11(7), 5975-5984.
35. **Goyal, V.,** et al. (2020). Effects of fermentation on the bioactivity of food proteins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(18), 3036-3050.
36. **Grigson, J.** (2007). *The Vegetable Book*. Penguin.
37. **Hallé, F.** Botanique : Biologie et Diversité des Végétaux.
38. **Huang, G.,** et al. (2021). Plant-based foods containing dietary fibres: fermentation in the colon, health benefits and applications to food design. *Food Chemistry*, 341, 128282.
39. **Jean C. Baudet,** Petites histoires de la cuisine à raconter la bouche pleine, Jourdan, 2019, 270 p. (ISBN 9782390093787, lire en ligne), p. 20.
40. **Jin, H.,** et al. (2021). Plant-based foods for the prevention of cardiovascular diseases: a review. *Nutrients*, 13(3), 870.
41. **Kabak, B.,** et al. (2021). Recent research on the health benefits of fermentation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(3), 490-501.
42. **Kamal, R. M.,** Razis, A. F. A., Mohd Sukri, N. S., Perimal, E. K., Ahmad, H., Patrick, R., ... & Rigaud, S. (2022). Beneficial Health Effects of Glucosinolates-Derived Isothiocyanates on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, 27(9), 3072.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35163897/>

43. **Keating, C.**, et al. (2019). The in vitro fermentation of citrus fruit derived flavanones is limited by colonic microbiota and species-dependent bioavailability. *Molecular Nutrition & Food Research*, 63(7), e1801054.
44. **Kiple, K. F.**, Ornelas, K. C. (2000). **The Cambridge World History of Food**. Cambridge University Press.
45. **Sorbonne Université**. Biologie et Multimédia - UFR des Sciences de la Vie. Chou. Récupéré de <https://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/chou.htm>
46. **Kodicek, E.**, Young, F. G. (1969). The antiscorbutic activity of ascorbic acid and of dehydroascorbic acid in the guinea pig. *British Journal of Nutrition*, 23(3), 623-631.
47. **Kusznierewicz, B.**, Bartoszek, A., Wolska, L., Drzewiecki, J., Gorinstein, S., et Namieśnik, J. (2008). Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. capitata f. alba) from different regions by their glucosinolate profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10476-10485.
48. **Lampe, J. W.** (2003). Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. **The American Journal of Clinical Nutrition**.
49. **Laporal, S.** (2023). Conseils et astuces pour récolter et conserver les choux. *Rustica*.
50. **Lavezzo, A.** (2024). Les secrets du chou : Un guide complet pour cultiver, cuisiner et savourer ce légume savoureux. Éditions Ulmer.
51. **Li, X.**, et al. (2020). Phytochemical compositions and antioxidant and anti-inflammatory properties of twenty-two cabbage varieties. *Journal of Food Biochemistry*, 44(5), e13231.
52. **Liu, Y.**, et al. (2021). Traditional fermented foods and beverages of Chinese ethnic groups: a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(11), 1856-1876.
53. **Madison, D.** (1997). **Local Flavors: Cooking and Eating from America's Farmers' Markets**. Broadway Books.
54. **Malinowsky, E.**, Wrzask, M., & Gąsiorowski, K. (2013). The Composition of Vegetables and Legumes in Relation to Their Dietary Value.
55. **Marco, M. L.**, Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligne, B., Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. **Current Opinion in Biotechnology**, 44, 94-102.

56. **Marie-Claire**. (2014). Comment fermenter la choucroute. Nicru Nicuit. Récupéré de https://nicrunicut.com/faire/fermenter/comment-fermenter-la-choucroute/?fbclid=IwAR2u4TtP8XUE41wtfeiqjys0sb0A2u_4qErD5IYZ1DHf6QayhEv8LJht3oM
57. **Medina-Pradas, E.**, Pérez-Díaz, I. M., & Noël, Y. (2017). Fermented foods in the context of a healthy diet: Non-dairy fermented foods. In Y. H. Hui, E. Özgül Evranuz, et L. M. Gianetti (Eds.), *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology* (pp. 141-164).
58. **Mohajeri, M. H.**, Brummer, R. J., Rastall, R. A., Weersma, R. K., Harmsen, H. J., Faas, M., van Hemert, S. (2018). The role of the microbiome for human health: from basic science to clinical applications. **European Journal of Nutrition**, 57(1), 1-14.
59. **NIH**. National Institutes of Health: Office of Dietary Supplements - Vitamin C March 26, 2021. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Vitamin-HealthProfessional/>
60. **Patra, J. K.**, et al. (2021). Traditional fermented foods and beverages of Naga tribes: a comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*, 12, 632809.
61. **Peñas, E.**, Frias, J., Martínez-Villaluenga, C., & Zielinski, H. (2015). Chapter 8. Processing and food uses of Brassicaceae crops. In V. R. Preedy, R. R. Watson, & C. R. Watson (Eds.), *The biochemistry of vegetables* (pp. 181-202). Academic Press.
62. **Rabin, J.** (2017). The World History of Cabbage. www.bonappetit.com
63. **Richez-Lerouge, A.**, Feillet-Coudray, C. (2008). Apport nutritionnel et propriétés santé des légumes fermentés. *Innovations Agronomiques*, 1, 39-48.
64. **Saget, I.** Plantes et Santé. Récupéré de <https://www.plantes-et-sante.fr/author/29-la-redactionhttps://www.britannica.com/plant/Brassica-oleracea>.
65. **Schuphan, W.** (1955). *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, Vol. 9, No. 5/6, JOURNÉES SCIENTIFIQUES DES FRUITS ET LÉGUMES, pp. A67-A91.
66. **Sieg.** (2010). Grains du chou. Flickr. Récupéré de <https://www.flickr.com/photos/29287337@N02/5266467191>
67. **Simonne, A.**, et al. (2018). Cabbage Production. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, HS711.
68. **Slavin, J.** (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.

69. **Slavin, J. L.**, Lloyd, B. J., et Becerra-Mayor, C. (2012). Qualité nutritionnelle des légumes Brassica.
70. **Smith, A.** (2018). **The Oxford Companion to Food**. Oxford University Press.
71. **Sorbonne.** (2024). Biologie et Multimédia - UFR des Sciences de la Vie.
72. **Stamer, J.** (1988). Fermented fruits and vegetables. In B. J. B. Wood (Ed.), *Microbiology of fermented foods* (Vol. 1, pp. 192-243). Elsevier.
73. **Steinkraus, K. H.** (1994). Fermentations in world food processing. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2(3), 64-67.
74. **Steinkraus, K. H.** (2002). Fermentation in world food processing (2nd Ed.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(1), 23-32.
75. **Sturtevant, L.** (1887). *The American Naturalist*, Vol. 21, No. 6, pp. 520-532.
76. **Tamang, J. P.**, Watanabe, K., & Holzapel, W. H. (2016). Review: Diversity of microorganisms in global fermented foods and beverages. *Frontiers in Microbiology*, 7, 377.
77. **Thiselton-Dyer.** (2003). "The Folk-lore of Plants". English eBook 10118 last updated: December 19, 2020.
78. **Tolonen, M.**, Taipale, M., Viander, B., Pihlava, J. M., & Korhonen, H. (2002). Plant derived biomolecules in fermented cabbage. *LWT-Food Science and Technology*, 35(1), 734-739.
79. **Verhoeven, D. T.**, Goldbohm, R. A., van Poppel, G., Verhoeven, E., Bunschoten, A. V., & van den Brandt, P. A. (2007). Health benefits of cruciferous vegetables. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(7), 438-442.
80. **Vilmorin-Andrieux et Cie.** (1925). Les plantes potagères Description et culture Principaux légumes des climats tempérés, Quatrième édition, pp. 117-185.
81. **Warwick, S. I.** (2009). Brassica Linnaeus, Sp. Pl. 2: 666. 1753; Gen. Pl. ed. 5, 299. 1754. In Flora of North America Editorial Committee (Eds.) *Flora of North America North of Mexico*, Vol. 7: Magnoliophyta: Salicaceae to Brassicaceae. New York and Oxford. On-line version.
82. **Weckerlin, J.** (1870). Savez-vous planter les choux, Chansons et rondes enfantines, Garnier, p. 90.
83. **Wilson, A. E.** (2011). Recherche d'isothiocyanates à intérêt fonctionnel technologique chez les Brassicacées. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg.

Références Bibliographiques

84. **Witzel, K.**, Kurina, A. B., & Artemyeva, A. M. (2021). "The Folk-lore of Plants". *Frontiers in Plant Science*, 20 May 2021, Sec. Plant Nutrition, Volume 12.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.643047>
85. **World Health Organization (WHO)**. (2019). Guidelines: Sodium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization.
86. **Wright, C.** (2006). *Salad Leaves for All Seasons: Organic Growing from Pot to Plot*. Frances Lincoln.
87. **Zhou, Y.**, et al. (2020). Review: Advances in the use of sorghum as an alternative of wheat for the preparation of gluten-free foods. *Food Chemistry*, 332, 127404.

Annexe

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
حاضنة الأعمال عين تموشنت



ملحق نموذج العمل التجاري

البطاقة التقنية للمشروع Fiche technique du projet

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">▪ أحمد فيلاي▪ حجاجي عبد القادر▪ زحاف يسري عائشة▪ سعيدان زينب▪ بو عزة برحو سميرة▪ خلفّة علي▪ بننابي فريد▪ شهاب منير | <p>الاسم و اللقب Votre prénom et nom Your first and last Name</p> |
| <p>Délices Chou</p> | <p>الاسم التجاري للمشروع Intitulé de votre projet Title of your Project</p> |
| <p>0676380338</p> | <p>رقم الهاتف Votre numéro de téléphone Your phone number</p> |
| <p><u>Délicechou5@gmail.com</u></p> | <p>البريد الإلكتروني Votre adresse e-mail Your email address</p> |
| <p>Ain Témouchent</p> | <p>مقر مزاولة النشاط (الولاية- البلدية) Votre ville ou commune d'activité Your city or municipality of activity</p> |

طبيعة المشروع Nature de projet

المنتوج ذو طابع إنتاجي

Vente de marchandises

Sale of goods

نموذج العمل التجاري BMC



المشكلة المراد حلها وتكون مدعومة بالبيانات (إحصائيات إن وجدت) :

يعد استهلاك الفيتامينات موضوعًا للتوصيات على المستوى العالمي من قبل منظمة الصحة العالمية (OMS) والوكالة الوطنية للأمن الصحي (ANSES). يعمل فيتامين C على تقوية ألياف الكولاجين، التي تشكل جزءًا أساسيًا من النسيج الضام الذي يدعم الخلايا ويشكل هيكلًا لبقية الأنسجة. كما تشارك في تخليق الجزيئات التي تلعب دورًا في نقل الإشارات العصبية (مثل النورأدرينالين). وتؤدي دورًا وقائيًا للأنسجة من خلال التقاط المواد المؤكسدة. وأخيرًا، تسهل امتصاص الحديد غير الهيمي (الموجود في الأطعمة النباتية مثل البقوليات أو المكسرات).

وقد أظهرت الدراسات التي أجريت على سكان الجزائر أن هناك نقصًا في المدخول اليومي من فيتامين سي، ومن بين الأسباب الرئيسية لهذا النقص هو عدم توفر المنتجات الغنية بفيتامين C على مدار السنة وارتفاع أسعار الفواكه.

1-Value proposition



1- القيمة المقترحة

1/1- القيمة التي نقدمها للعميل:

المنتج عبارة عن ملفوف مقطع إلى شرائح رفيعة، ثم يخضع لعملية تخمير لبني في أوعية، ويضاف إليه الملح لضمان حفظه. وللحفاظ على محتواه الغذائي، يمكن استهلاكه بطرق مختلفة، إما عن طريق مزجه مع شطفه بالماء البارد لإزالة الملح الزائد من عملية التخمير، أو عن طريق دمجها في السلطات أو عن طريق طبخه كمرافق للأطعمة النيئة الأخرى.

- ❖ نحرص على استخدام أفضل المكونات وإتباع أعلى معايير الجودة في عملية إنتاج مخلل الملفوف.
- ❖ توفر مخلل الملفوف على مدار السنة، بغض النظر عن الموسم.
- ❖ أسعار تنافسية مقارنة بأسعار الفواكه .
- ❖ سهولة الاستخدام والتخزين.
- ❖ منتج محلي يعمل على تطوير المنتج الوطني.
- ❖ المذاق الفريد والمتنوع؛ يمكننا أن نقدم تشكيلة واسعة من النكهات التي تلبي تفضيلات العملاء المختلفة، مما يجعل منتجنا محبوباً ومميزاً.
- ❖ الالتزام بالصحة والسلامة؛ نلتزم بالمعايير الصحية الصارمة في كافة مراحل عملية الإنتاج والتعبئة والتغليف.
- ❖ نسعى دائماً إلى تقديم أعلى مستويات الجودة والخدمة لعملائنا من خلال منتجاتنا، مع التركيز على تلبية توقعاتهم وتحقيق رضاهم التام.

1/2- ما هي المشاريع الأخرى التي استهدفت نفس المشكلة والتي جرى تنفيذها؟

توجد بعض الحملات لتطوير التكنولوجيا و التقنيات الإنتاجية للفواكه الغنية بالفيتامين C , لكنها تستلزم ميزانيات ضخمة لتحقيقها و تحتاج الكثير من الوقت .
يتم تصنيع مخلل الملفوف بكثرة ويحظى بتقدير كبير في جميع أنحاء العالم، ولكننا في الجزائر الأوائل في إنتاجه.

2- Customer segments



2- شرائح العملاء :

- ❖ الأشخاص المهتمون بالأكل الصحي والذين يتبعون نظاماً غذائياً.
- ❖ المطاعم ومؤسسات تقديم الطعام التي تبحث عن مكونات غذائية جاهزة وعالية الجودة النباتيون.
- ❖ عشاق الوجبات الجاهزة.
- ❖ الأسواق المحلية وفعاليات الطهي.
- ❖ يمكن أن تكون متاجر البقالة ومحلات السوبر ماركت المحلية شركاء تجاريين.
- ❖ شركات التموين و متعهدي الطعام.

3- Customer Relationship



3- العلاقات مع العملاء:

استراتيجيات التسويق والاتصال:

- ❖ استخدام وسائل التواصل الاجتماعي: الاستفادة من منصات وسائل التواصل الاجتماعي لمشاركة محتوى جذاب حول مخلل الملفوف، بما في ذلك الوصفات وشهادات العملاء الراضين والحقائق المثيرة للاهتمام حول فوائده الغذائية.
- ❖ التعاون مع المدونين الصحيين لنشر رسالتنا والوصول إلى جمهور أوسع.
- ❖ حملة توعية حول فوائد الملفوف المخلل من خلال الملصقات والمنشورات والإعلانات الإعلامية التي تسلط الضوء على الفوائد الغذائية للملفوف المخلل، مع التركيز بشكل خاص على محتواه العالي من فيتامين C.
- ❖ التعاون مع خبراء التغذية والمهنيين الصحيين لدعم فوائد مخلل الملفوف في نظام غذائي متوازن.
- ❖ إبتكار وصفات مبتكرة وجذابة تحتوي على مخلل الملفوف ك مكون رئيسي. تقديم عروض الطبخ وجلسات التدوق لعرض هذه الطرق الجديدة لطهي مخلل الملفوف، مع توضيح كيفية دمجها في مختلف الأطباق الجزائرية التقليدية وكذلك الوصفات العالمية.

استراتيجيات المبيعات والعروض الترويجية:

تقديم عروض خاصة أو خصومات أو عينات مجانية لجذب العملاء لتجربة مخلل الملفوف.

تجربة العملاء الإيجابية:

تقديم معلومات واضحة عن الفوائد الغذائية وأنماط الاستخدام والتعليمات للحصول على أفضل تجربة. سيساعد هذا العملاء على فهم كيفية تحقيق أقصى استفادة من منتجنا.

كيف يستفيد العميل من المنتج:

- ❖ سهولة الاستخدام: يمكن تناول الملفوف المخلل مباشرة من العبوة دون الحاجة لتحضير مسبق، مما يوفر الوقت والجهد.
- ❖ مصدر للبروبيوتيك: الملفوف المخلل يحتوي على بكتيريا نافعة تساعد في تحسين صحة الجهاز الهضمي وتعزيز المناعة.
- ❖ غني بالفيتامينات والمعادن: الملفوف المخلل غني بفيتامين C وفيتامين K، بالإضافة إلى العديد من المعادن الضرورية مثل الحديد والكالسيوم.
- ❖ طعم مميز: يوفر الملفوف المخلل نكهة حامضة ومميزة تضاف إلى الوجبات، مما يحسن الطعم ويجعل الأطباق أكثر تنوعاً.
- ❖ تنوع الاستخدام: يمكن استخدامه كجزء من السندوتشات، السلطات، الوجبات الرئيسية، أو كمقبلات جانبية.
- ❖ مدة صلاحية طويلة: بفضل عملية التخليل، يمكن حفظ الملفوف المخلل لفترات طويلة دون أن يفقد جودته أو فوائده الغذائية.
- ❖ سعر مناسب: يوفر الملفوف المخلل قيمة غذائية عالية بتكلفة منخفضة، مما يجعله خياراً اقتصادياً للعديد من الأسر.
- ❖ دعم المنتجات المحلية: إذا كان الملفوف المستخدم في التخليل من إنتاج محلي، فإن ذلك يدعم المزارعين المحليين ويساهم في تعزيز الاقتصاد المحلي.

خدمة ما بعد البيع

تقديم خدمة عملاء ممتازة من خلال الاستجابة لأسئلة العملاء أو مخاوفهم أو تعليقاتهم. الاستجابة لطلبات الدعم بسرعة وحل أي مشاكل بطريقة احترافية.

4- Channels



4- القنوات:

1/4- الآليات والطرق لإعلام بمنتجاتنا أو خدمتنا:

لرفع مستوى معرفة العميل بالقيمة المقترحة التي نقدمها و إتاحة الفرصة لشرائها و إيصالها إليه سنوفر مجموعة من القنوات و التي تتمثل فيما يلي:

- ❖ إنشاء صفحة رسمية على مواقع التواصل الاجتماعي لتعريف بالمنتج و مكان توفره.
- ❖ استخدام منصات الوسائط الاجتماعية ذات الصلة بجمهورنا المستهدف، مثل Facebook و Instagram و Twitter و LinkedIn، إلخ.
- ❖ توفير خدمة النقل من خلال مختلف شركات التوصيل.
- ❖ توفير المنتج في مراكز البيع .

الموثرين والتعاون:

التعاون معهم للترويج لمنتجاتنا من خلال منصاتهم ولإنشاء محتوى أصيل ومقنع حول مخلل الملفوف.
ترتيب شراكات مع علامات تجارية أو شركات تكميلية لزيادة ظهور شركتنا والوصول إلى جماهير جديدة.

الأحداث والتذوق:

المشاركة في معارض الطعام أو الأحداث الأخرى ذات الصلة حيث يمكنك تقديم وتذوق منتجنا للجمهور المهتم.

القنوات الأكثر فعالية مقارنة مع تكلفتها

- استخدام إعلانات جوجل للوصول إلى العملاء الذين يبحثون عن الأطعمة الصحية أو المخلات يمكن أن يكون فعالاً من حيث التكلفة.
- الإعلانات المستهدفة على وسائل التواصل الاجتماعي للوصول إلى جمهور محدد مهتم بالمنتجات الغذائية الصحية.

5- Keypartners



5-الشركات الرئيسية:

1/5-الشركاء الرئيسيون الذين يمكنهم مساعدتنا:

يتكون الشركاء الرئيسيون للمؤسسة من الموردين بالمواد الأولية المتمثلة في الملفوف و الملح

❖ مديرية الفلاحة لولاية عين تموشنت:

تقديم الدعم الفني والإرشاد الزراعي، إصدار التراخيص اللازمة للمشروعات الزراعية.

- الهاتف: +213 (0) 49 98 76 78

- العنوان: شارع الجمهورية، مقر الولاية، عين تموشنت.

❖ مديرية التجارة لولاية عين تموشنت:

لمراقبة الجودة، ضمان الالتزام بالمعايير الصحية، وحماية حقوق المستهلكين.

- الهاتف: +213 (0) 49 98 77 45

- العنوان: شارع الاستقلال، عين تموشنت.

❖ مديرية البيئة لولاية عين تموشنت:

تقديم الاستشارات البيئية، مراقبة الالتزام بالقوانين البيئية، إصدار التصاريح البيئية.

- الهاتف: +213 (0) 49 98 88 66

- العنوان: حي النصر، عين تموشنت.

❖ شركة تصنيع وتوريد العبوات البلاستيكية والزجاجية:

- الهاتف: +213 (0) 21 54 75 47

- العنوان: المنطقة الصناعية، ولاية وهران.

❖ شركة التغليف المميز:

تقديم حلول متكاملة للتعبئة والتغليف.

- الهاتف: +213 (0) 49 98 34 56

- العنوان: المنطقة الصناعية، عين تموشنت.

❖ شركة نقل وتوزيع المواد الغذائية:

- الهاتف: +213 (0) 49 98 34 56

- العنوان: المنطقة الصناعية، عين الكرمة، ولاية عين تموشنت.

❖ مصنعي آلات الإنتاج:

سنحتاج إلى الشراكة مع الشركات المصنعة للآلات المتخصصة في إنتاج مخلل الملفوف، المتمثلة في عتاد التقطيع

لتسريع الإنتاج، و عتاد التبريد لحفظ منتجاتنا .

2/5-الموردين الرئيسيين:

- المزارع المحلية.
- يمكن الاعتماد على التجار المحليين ومتاجر البيع بالجملة.
- شركة تصنيع وتوريد العبوات البلاستيكية
- مصنعي آلات الإنتاج.

6- Keyactivities:



6-الأنشطة الرئيسية:

1/6- المراحل الرئيسية:

❖ اقتناء المواد الأولية:

- شراء الملفوف الطازج من المزارع المحلية أو الموردين.
 - شراء الملح الغذائي من الموردين المعتمدين.
- مواد أخرى: قد تشمل التوابل، المواد الحافظة الطبيعية، والمواد المضافة الأخرى إذا كانت ضرورية.

❖ استلام المواد الأولية:

- فحص المواد الأولية للتحقق من جودتها وصلاحياتها.
- تخزين الملفوف والملح في ظروف مناسبة حتى يبدأ الإنتاج.

❖ إعداد الملفوف:

- غسل الملفوف جيداً لإزالة الأوساخ والملوثات.
- تقطيع الملفوف إلى شرائح أو قطع صغيرة .

❖ التملح والتخمير:

- خلط الملفوف المقطع بالملح بنسبة معينة.
- ترك الملفوف المملح في أوعية تخمير تحت ظروف مراقبة بصرامة لعدة أيام إلى أسابيع حتى يتخمر بشكل كامل. يجب مراقبة عملية التخمير لضمان الجودة.

❖ فحص الجودة:

- فحص المخلل للتحقق من الطعم والقوام والرائحة.
- إجراء اختبارات مخبرية لضمان سلامة المنتج من الناحية الميكروبيولوجية والكيميائية.

❖ التعبئة والتغليف:

- تعبئة المخلل في عبوات معقمة (زجاجية أو بلاستيكية) تحت ظروف صحية محكمة.
- تغليف العبوات بشكل جيد مع وضع العلامات المطلوبة (المكونات، تاريخ الإنتاج، تاريخ الانتهاء).

❖ التخزين والنقل:

- تخزين العبوات في مستودعات تحت درجات حرارة مناسبة للحفاظ على جودة المنتج.
- نقل المنتجات إلى نقاط البيع أو التوزيع باستخدام وسائل نقل مبردة إذا لزم الأمر.

2/6- الأنشطة الثانوية:

❖ التسويق والمبيعات:

- تطوير خطط تسويقية للترويج للمنتج في الأسواق المستهدفة.
- التنسيق مع تجار التجزئة والموزعين لضمان تواجد المنتج في السوق.
- الإدارة المالية:
- مراقبة تكاليف الإنتاج والمواد الأولية لضمان تحقيق ربحية.
- إدارة الحسابات المالية وإعداد التقارير المالية.

❖ خدمة العملاء:

- تقديم دعم فني واستجابة سريعة لشكاوى العملاء.
- جمع ردود الفعل من العملاء لتحسين جودة المنتج والخدمة.

❖ الصيانة والتشغيل:

- إجراء صيانة دورية للمعدات والآلات لضمان سير عملية الإنتاج بشكل سلس.
- تتبع المخزون من المواد الأولية والمنتجات النهائية لضمان توفرها في الوقت المناسب.

❖ التدريب والتطوير:

- تدريب العاملين على تقنيات الإنتاج الجديدة وممارسات السلامة.
- تعزيز مهارات الفريق لتحسين الإنتاجية والجودة.

7- Key Resources



7- الموارد الرئيسية:

1/7-الموارد المادية:

| المورد fournisseur | مصدر محلي أو أجنبي | الموارد Ressources |
|---|--------------------|-----------------------|
| المزارع المحلية. مزرعة بوشيب عين تموشنت. | محلي | المادة الأولية: ملفوف |
| مؤسسة الملح الوطنية و يمكن الاعتماد على التجار المحليين | محلي | الملح |
| شركة "ماكينات الجزائر" | محلي | آلات الإنتاج |
| شركة تصنيع وتوريد العبوات البلاستيكية والزجاجية، ولاية وهران. | محلي | التعبئة و التغليف |

2/7- الموارد البشرية:

| العدد | صنف المورد البشري |
|-------|--------------------|
| 1 | سكرتير |
| 1 | محاسب |
| 1 | خبير في الزراعة |
| 3 | عمال خاصين بالآلات |
| 4 | عمال عاديين |
| 2 | خبراء تحليل |
| 1 | وكيل المبيعات |

3/3-الموارد المالية

هي المصادر التي يعتمد عليها الفرد أو المؤسسة للحصول على الأموال.تختلف الموارد المالية من شخص لآخر ومن مؤسسة لأخرى، وتشمل عدة عناصر، من بينها:

| المورد المالي | الاحتياج |
|--|-------------------|
| الكهرباء والغاز والماء | شهري |
| شراء وصيانة آلات التقطيع، التخمير، والتعبئة استثماري | استثماري |
| التراخيص والرسوم | سنوي |
| التأمين على الممتلكات والموظفين | سنوي |
| النقل والتوزيع | دوري |
| تكاليف استشارات تحسين الإنتاج | حسب الحاجة |
| الأجور والرواتب | شهري |
| تكاليف الحملات الإعلانية والتسويقية | متغير (حسب الخطة) |

8- Cost Structure



8- هيكل التكاليف:

8/1 هيكل التكاليف structure costs

| | |
|------------|---|
| 30.000da | تكاليف التعريف بالمنتج أو المؤسسة Frais d'établissement |
| 23.000da | تكاليف الحصول على العدادات (الماء- الكهرباء (..... Frais d'ouverture de compteurs (eaux-gaz-....) |
| / | تكاليف (التكوين- برامج الاعلام الالي المختصة) Logiciels, formations |
| 15.000da | Dépôt marque, brevet, modèle تكاليف براءة الاختراع و الحماية الصناعية و التجارية |
| / | Droits d'entrée تكاليف الحصول على تكنولوجيا او ترخيص استعمالها |
| / | Achat fonds de commerce ou parts شراء الأصول التجارية أو الأسهم |
| 80.000da | Droit au bail الحق في الإيجار |
| 100.000da | Caution ou dépôt de garantie وديعة أو وديعة تأمين |
| 16.000da | Frais de dossier رسوم ايداع الملفات |
| / | Achat immobilier شراء العقارات |
| 70.000da | Travaux et aménagements الأعمال والتحسينات الاماكن |
| 1000.000da | Matériel |

| | |
|-----------|---|
| | الألات- المركبات- الاجهزة |
| 50.000da | Matériel de bureau تجهيزات المكتب |
| 110.000da | Stock de matières et produits تكاليف التخزين |
| 85.000da | trésorerie de départ التدفق النقدي (الصندوق) الذي تحتاجه في بداية المشروع. |

المجموع = 1729.000 da

▪ 2/8- نفقاتك أو التكاليف الثابتة الخاصة بمشروعك

| | |
|---|---|
| 60.000da par an | Assurances التأمينات |
| 6.000 da par mois | Téléphone, internet الهاتف و الانترنت |
| Carburant 10.000 da par mois Abonnement mensuel avec une société de transport 30.000 da | Carburant, transports الوقود و تكاليف النقل |
| Conventionnement avec une auberge pour 10.000 par mois pour le transport 5.000 | Frais de déplacement et hébergement تكاليف التنقل و المبيت |
| 70.000 da par mois | Eau, électricité, gaz فواتير الماء - الكهرباء- الغاز |
| 100.000 da par mois | Fournitures diverses لوازم متنوعة |
| Abonnement avec atelier des vêtements 30.000da par 3 mois Abonnement avec atelier d'entretien de machine 50.000da par 3 mois | Entretien matériel et vêtements صيانة المعدات والملابس |
| 10.000 da par mois | Nettoyage des locaux تنظيف المباني |
| 50.000 da par mois | Budget publicité et communication ميزانية الإعلان والاتصالات |

المجموع = 332.820 da par mois

▪ 3/8- رواتب الموظفين و مسؤولين الشركة

| | |
|----------------------------|--|
| Entre 25.000da et 35.000da | رواتب الموظفين Salaires employés |
| Entre 45.000da et 55.000da | صافي أجور المسؤولين Rémunération nette dirigeant |

Revenue Streams



9- مصادر الإيرادات

- المبيعات المباشرة: بيع مخزل الملفوف مباشرة للعملاء من خلال متاجر البيع بالتجزئة، الأسواق المحلية، والأكشاك.
- المبيعات عبر الإنترنت: إنشاء موقع إلكتروني أو استخدام منصات التجارة الإلكترونية لبيع المنتج للعملاء عبر الإنترنت.
- المبيعات بالجملة: بيع المنتج بالجملة إلى المتاجر الكبيرة، المطاعم، والفنادق.
- التعاقد مع المتاجر الكبرى: عقد اتفاقيات مع المتاجر الكبرى لتوفير مخزل الملفوف بكميات كبيرة وبأسعار تنافسية.
- التعاقد مع المطاعم: توفير المنتج للمطاعم التي يمكن أن تستخدمه في إعداد أطباق متنوعة، مما يضمن مبيعات مستمرة وثابتة.
- الاشتراكات الشهرية: تقديم خدمة الاشتراك الشهري لتوصيل مخزل الملفوف الطازج للعملاء بشكل منتظم.
- المنتجات الثانوية: استخدام بقايا عملية تصنيع مخزل الملفوف لإنتاج منتجات أخرى مثل العصائر المخمرة أو أسمدة عضوية.

1/9- الإيرادات الإجمالية

| البيان | القيمة |
|--|--|
| عدد الوحدات المنتجة | 200 أسبوعياً (محليا) 800 حمولة شهريا (وطنيا) |
| سعر البيع | 100دينار جزائري سعر التجزئة و 90 أسعار الجملة. |
| الإيرادات الإجمالية سعر البيع × عدد الوحدات المنتجة = | <u>100700</u> Dinar Algérien |

مصادر الدخل:

سينم بيع المنتج بالجملة و التجزئة في حالة ما إذا زادت قيمة المادة الأولية سيرتفع سعر المنتج ب 2%

تتمثل مصادر الدخل في:

-بيع مخلل الملفوف مباشرة إلى المستهلكين من خلال متاجر التجزئة أو الأسواق المحلية.

- بيع كميات كبيرة إلى محلات البقالة أو السوبر ماركت أو المطاعم.

-بيع المنتج في الأسواق المفتوحة والمعارض الغذائية والفعاليات المحلية.

-بيع المنتج للأسواق الخارجية، مما يتطلب الامتثال للمعايير الدولية وتقديم المنتج إلى جمهور أوسع.

-إنشاء موقع ويب لبيع مخلل الملفوف مباشرة إلى المستهلكين.

-استخدام منصات مثل أمازون أو إيباي أو المنصات المحلية لزيادة المبيعات.

- تقديم عروض توريد منتظمة للمؤسسات الكبيرة.

-تقديم أنواع مختلفة من المخللات أو المنتجات المخمرة الأخرى التي يمكن أن تجذب مجموعة واسعة من العملاء.

9/النسبة المئوية للزيادة في حجم الأعمال بين كل شهر لسنة الأولى؟ ثم لسنة الثانية؟

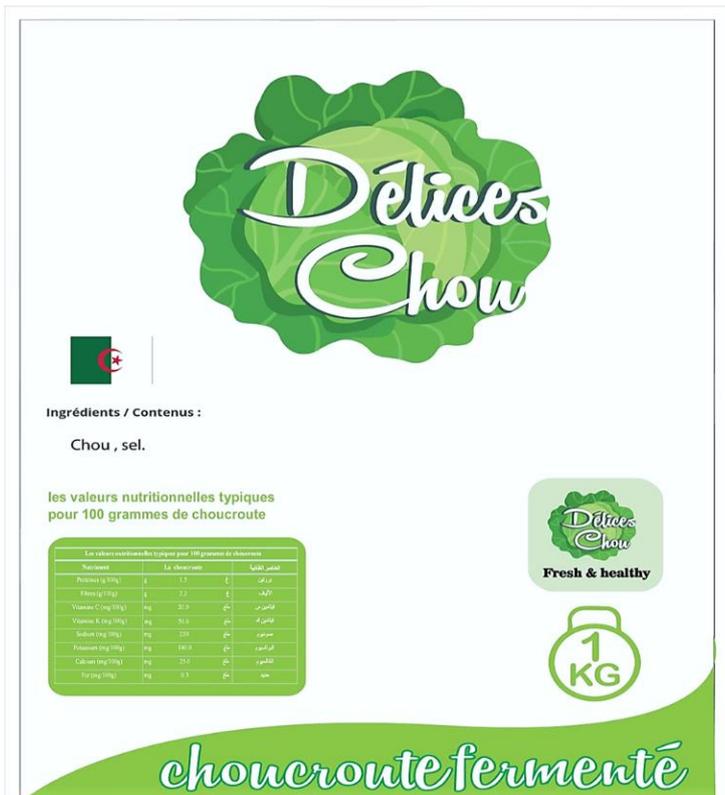
السنة الأولى: 70% × عدد الوحدات المنتجة في السنة.

السنة الثانية: 80% × عدد الوحدات المنتجة في السنة.

السنة الثالثة: 90% × عدد الوحدات المنتجة في السنة.



Produit fini (choucroute)



Emballage de la choucroute



Logo