République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté des sciences

Département de Sciences Agronomiques

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master En Sciences alimentaires

Spécialité : Technologie agro alimentaire et qualité des produits

Thème :

Projet visant à obtenir un certificat d'entreprise émergente conformément à la décision ministérielle 1275

Formulation d'un nouveau produit alimentaire sain à base d'ingrédients d'origines mixtes

Présenté par :

-OUACHEM Douaa

-MENZER Aya

Soutenue devant le jury :

Examinateur : Pr. DJEFFAL Samia

Encadrant : Dr. BECHIRI Loubna

Co-Encadrant : Dr. LOUAHEM Besma Amel

Expert de BMC : Dr. BOUDEBZA Ikram

Année Universitaire : 2025/2026

Remerciements

NOUS remercions Dieu pour tout et Nous adressons nos plus sincères remerciements aux honorables membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire. Nous les remercions vivement pour le temps qu'ils ont consacré à l'examen de notre travail ainsi que pour leurs remarques, leurs conseils et leurs recommandations enrichissantes.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrante, Madame Béchiri Loubna, pour son encadrement, sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son soutien et son professionnalisme ont été une source de motivation permanente.

Nous tenons à adresser une reconnaissance toute particulière à Madame Louahem Bessma Amel, notre co-encadrante, pour son accompagnement exceptionnel, sa disponibilité constante, son aide précieuse et son investissement tout au long de ce travail. Par sa bienveillance, ses encouragements et ses conseils avisés, elle a largement contribué à la réussite de cette étude.

Nous adressons nos plus sincères remerciements aux honorables membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire. Nous les remercions chaleureusement pour le temps qu'ils ont consacré à l'examen de notre travail, ainsi que pour leurs remarques constructives, leurs conseils avisés et leurs précieuses recommandations.
Nous tenons à exprimer une reconnaissance toute particulière à Madame la Professeure DjEFAL Samia dont l'empreinte dans notre parcours universitaire restera inoubliable par la qualité de son enseignement, son professionnalisme, son dévouement et les valeurs qu'elle nous a transmises, elle a grandement contribué à notre formation. Nous lui témoignons notre plus profond respect, notre sincère admiration et notre immense gratitude

Nous adressons également nos sincères remerciements à Madame la Directrice de la CACQE ainsi qu'à Madame la Directrice de L'ONAB pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur précieuse collaboration, qui ont grandement facilité la réalisation de la partie pratique de ce mémoire.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail qu'elles trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre sincère gratitude.

Dédicace

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires afin d'accomplir ce travail.

C'est par Sa volonté, Sa miséricorde et Son soutien que j'ai pu surmonter les difficultés et poursuivre mon chemin jusqu'à l'aboutissement de ce mémoire.

À moi-même…

À celle qui a mené ses combats en silence, qui a souvent vacillé, mais qui a su se relever à chaque fois pour repartir de plus belle. Aux longues nuits où la fatigue se mêlait à l'espoir, et à ce cœur qui, malgré toutes les pressions, n'a jamais abandonné. Je dédie d'abord cette réussite à moi-même, parce que j'ai été mon propre soutien lorsque le soutien manquait, et ma propre force lorsque je me sentais sur le point de m'éteindre

A mes parents …..

À ceux qui ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui…

Aucun mot ne saurait exprimer l'immensité de votre amour ni la profondeur de ma gratitude. Vous avez été ma force dans les moments de faiblesse, ma lumière dans l'obscurité et mon refuge face aux épreuves. Ce mémoire est le fruit de vos sacrifices, de votre patience et de votre confiance en moi.

À ma famille…..

Qui n'a jamais cessé de croire en moi, même lorsque je doutais.

Votre soutien discret et votre présence constante ont été ma plus grande richesse.

À mes ami(e)s,

Qui ont partagé avec moi les joies comme les difficultés, et qui ont rendu ce parcours plus humain, plus beau et inoubliable.

À tous ceux qui m'ont tendu la main, conseillé, encouragé ou soutenu de près ou de loin, Je dédie ce travail avec une profonde reconnaissance et un sincère respect.

Douaa…



Dédicace

À moi-même…

À celle qui a cru en ses rêves malgré les difficultés, qui a persévéré malgré la fatigue et qui n'a jamais abandonné.

Aujourd'hui, je suis fière du chemin parcouru et de la personne que je suis devenue. Cette réussite est le fruit de mes efforts, de ma patience et de ma détermination.

À mon père…

Toi dont les bras ne se sont jamais reposés pour que les miens puissent tenir un stylo.

Toi qui as porté le poids de la fatigue toute ta vie pour m'offrir un avenir meilleur.

Toi dont j'ai toujours vu l'épuisement se cacher derrière un sourire de fierté à chacune de mes réussites.

À ma mère...

Mon cœur battant, mon secret entre la terre et le ciel…

Toi qui as partagé mes peines, veillé mes nuits et accompagné chacun de mes pas par tes prières. Aujourd'hui, lorsque l'on prononce mon nom, je me tourne vers toi, car c'est toi qui as étudié avec moi dans l'ombre, qui as eu peur quand j'avais peur et qui as espéré ce moment avec autant d'ardeur que moi.

À ma famille et à mes oncles maternels…

À vous qui avez toujours été présents par vos encouragements, vos prières et votre affection sincère. Votre soutien m'a donné la force d'avancer et votre confiance en moi a illuminé mon chemin dans les moments de doute.

À mon père spirituel …

à celui dont la présence était un réconfort, les paroles un soutien, et l'existence une sérénité au milieu de toute cette fatigue. Merci d'avoir été une si belle partie de mon voyage, et de m'avoir donné la force dans mes moments de faiblesse. Je te dédie ce succès avec tout mon amour et ma gratitude.



Aya …..

Sommaire

Liste des Tableaux
Liste des Figures

INTRODUCTION **3**
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE **5**
CHAPITRE 01: GENERALITE SUR LES SNACKS ET LES CHIPS **6**
1. DEFINITION REGLEMENTAIRE DES SNACKS 1
2. DESCRIPTION DES SNACK 1
3. HISTORIQUE ET EVOLUTION DES SNACKS 1
4. CLASSIFICASSION DES SNACKS 2
5. CHIPS CLASSIQUE 3
5.1. Types De Chips 4
5.1.1. Chips de pomme de terre (potatochips) 4
5.1.2. Chips des légumes 4
5.1.3. Chips de céréales 5
5.1.4. Chips carnées 5
6. PROCESSUS DE FABRICATION DES CHIPS CLASSIQUES 5
6.1. Maïs 5
6.1. Pomme de terre 5
7. IMPACT NUTRITIONNELLE ET SANITAIRE DES CHIPS TRADITIONNEL 6
7.1. Profil nutritionnelles des chips de pomme de terre 7
7.2. Effets sur la santé 7
7.2.1 Sel 8
7.2.2. Lipides 8
7.3. Recommandation nutritionnelles ..... **Error! Bookmark not defined.**
7.3.1 Lipides 8
7.3.2. Sel / Sodium 9
7.3.3. Sucres ajoutés 9
CHAPITRE 02: SNACKS HYBRIDES VIANDES LEGUMES **1**
1. TENDANCE DES PRODUITS HYBRIDES DANS LE MONDE 13
2. APPLICATIONS ACTUELLES DES PRODUITS HYBRIDES 13
3. COMPOSITION CHIMIQUE ET NUTRITIONNELLE DU POULET 14
4. QUALITE DES PROTEINES DU POULET 14
5. INTERET TECHNOLOGIQUE DU POULET DANS LES SNACKS 14
6. LEGUMES DANS LES SNACKS HYBRIDES 14
7. Valeur nutritionnelle des légumes 14

7.1 Pomme de terre 14
7.2 Carotte 15
7.3 Betterave 15
8. FIBRES ALIMENTAIRES 15
9. COMPOSES BIOACTIFS ET ANTIOXYDANTS 15
10. ACCEPTABILITE DES CONSOMMATEURS 15
11. PERCEPTION SENSORIELLE ET INTERET DES CONSOMMATEURS POUR DES PRODUITS SAINS « CLEAN LABEL » 16
CHAPITRE 03: SECHAGE ET CONSERVATION **1**
2. DEFINITION DE SECHAGE 18
4. PRINCIPE DU SECHAGE 18
5. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SECHAGE 18
6. DIFFERENTES METHODES DE SECHAGE 19
7. TYPES DE SECHAGE 19
8. EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES ALIMENTS 23
9. FONTE ET MIGRATION DES GRAISSES 24
10. EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES ALIMENTS 24
ANNEXE: ETUDE ECONOMIQUE DU PROJET **1**
1. NOM DE L'EQUIPE 25
2. L'IDEE DU PROJET 25
3. D'où vient l'idée du projet ? 27
3.1. Popularité et croissance rapide de la consommation des chips 27
3.2. Une prédominance des snacks a faible qualité nutritionnelle 27
3.3. Un manque d'offre adaptée sur le marché algérien des snacks '' Clean Label" 27
3.4. Demande croissante pour des snacks sains, protéinés et équilibrés 27
3.5. Valorisation des ressources agricoles locales 28
3.6. Un positionnement unique sur le marché des produits « Clean Label » 28
3.7. L'influence des nouvelles textures (croustillant et fondant) dans la consommation 29
4. TYPE D'ACTIVITE 29
5. VALEURS SUGGERES 30
5.1 Qualité nutritionnelle et équilibre nutritionnel 30
5.2 Naturalité du produit « Clean Label » 30
5.3 Valorisation des ressources locales 31
5.4 Innovation technologique 31
5.5 Durabilité et responsabilité environnementale 31
5.6 Caractéristiques gustatives uniques sans culpabilité 31

6.OBJECTIFS 31
6.1. Développer et commercialiser des produits sains et innovants 31
6.2. Valoriser les ressources agricoles locales 32
6.3. Offrir une alternative saine aux chips industriels classiques en répondant à la demande croissante en snacks sains 32
6.4. Pénétrer le marché du fitness et des collations scolaires 32
6.5. Promouvoir un mode de production durable et responsable 32
6.6. Offrir une expérience sensorielle naturelle différenciée et diversifiée 32
7.Calendrier du projet 32
7.1Phase 01(Mois 1-4) 32
7.2 Phase 2 (Mois 4-6) 39
7.3 Phase 3 (Mois 7-9) : 39
7.4 Phase 4 (Mois 10-12) 40
8. PROTOTYPE 40
8.1 Chips poulet + pomme de terre 40
8.2 Chips poulet + carotte 41
Fig. 12 : Chips de carotte Nutrimix 42
8.3 Chips de poulet + bettrave 42
9. ASPECT INNOVANT 43
10. ANALYSE DE MARCHE 44
11-PLAN D'ORGANISATION ET DE PRODUCTION 44
12-ANALYSES DE SWOT : 45
13. BMC (business model canva) 46
14.PLAN BUDGETAIRE 47
14.1 Estimation des couts du projet 47
14.1.3 Estimation des coûts de main d'œuvre 49
14.1.4 Estimation des coûts externes du projet 50
14.1.5 Estimation des coûts d'amortissement des investissements 50
14.2 Estimation des revenus du projet 51
CONCLUSION **53**
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **54**

Liste des Tableaux

Tableau 01: Tableau de classification des snacks selon leur source alimentaire 03
Tableau 02: Composition nutritionnelle de 100 g des chips de pomme de terre.....07
Tableau 03: Tableau des exemples des snack hybride dans le monde et leur avantages.....13
Tableau 04: Comparaison entre les types de séchage.....22
Tableau 05: Identification des fournisseurs.....33
Tableau 06: Ingrédient pour 50 g 40
Tableau 07: Tableau nutritionnel pour 100 g de chips de pomme de terre.....41
Tableau 08: Ingrédient pour 50 g 41
Tableau 09: Tableau nutritionnele pour 100 g de chips de carotte.....42
Tableau 10: Ingrédient pour 50 g 42
Tableau 11: Tableau nutritionnel pour 100 g de chips de betterave 43
Tableau 12: Businees model canva du projet 46
Tableau 13 : Evaluation du montant global de l'investissement ……..….....…42
Tableau 14 : estimation des achats de matière première du projet…….…….....47
Tableau 15: Estimation des coûts de main d'œuvre ……...……48
Tableau 16: Coût annuel estimé de la main-d'œuvre……...……...…49
Tableau 17 : Estimation des coûts externes du projet……..……...…49
Tableau 18: Estimation des coûts d'amortissement des investissements……..…..…...….50
Tableau 19: volume de vente annuelles……..……51
Tableau 20: calcul du résultat annule…….…….……52

Liste des Figures

Figure 01: Exemple d'une étuve universelle ventilée XU.....20
Figure 02: Lyophilisateur Pilote LPCCPLS15 et lyophilisateur de production 21
Figure 03: Processus de lyophilisation. 21
Figure 04: Séchage par micro onde 22
Figure 05: Model d'emballage de chips hybride.....25
Figure 06 : Chips de pomme de terre NutriMix……...…….68
Figure 07 : Chips de carottes NutriMix…….69
Figure 08 :Chips de betterave NutriMix ……..……70

Abstract:

In a context where consumers are increasingly seeking healthier, more nutritious foods that promote well-being, the development of innovative snacks represents a promising solution to overcome the nutritional limitations of conventional industrial potato chips, which are generally high in fat, salt, and calories. This study focuses on the formulation of a clean-label hybrid snack called NutriMix, combining chicken meat with locally available vegetables (potato, carrot, and beetroot).

The main objective of this study was to develop a healthy alternative to conventional chips with high nutritional value while maintaining satisfactory sensory qualities. To achieve this objective, a comprehensive literature review was conducted on snack foods, hybrid foods, the nutritional properties of chicken meat and vegetables, and the drying techniques commonly used in the food industry.

The experimental approach consisted of formulating three variants of hybrid chips. The raw materials were prepared, mixed with spices and starch, and shaped into thin slices. The products were then dried using hot air in a ventilated oven, a technique selected as an alternative to frying in order to reduce fat content, extend shelf life, and preserve the nutritional and sensory qualities of the product while ensuring a crispy texture. The resulting products were evaluated through physicochemical analyses (moisture, protein, fat, fiber, ash, and energy value), microbiological analyses to verify their safety, and sensory evaluation based on color, taste, aroma, texture, crispness, and overall acceptability. The results showed that NutriMix chips are characterized by a high protein and dietary fiber content, low fat content, and lower energy value than conventional commercial chips. Microbiological analyses confirmed the microbiological safety of the products, while sensory evaluation demonstrated good consumer acceptability of the different formulations. In conclusion, NutriMix hybrid chips represent an innovative, healthy, and balanced alternative to conventional snacks. They contribute to the valorization of local agricultural resources while meeting current consumer expectations regarding nutritional quality, food safety, and eating enjoyment.

Keywords: NutriMix, hybrid chips, chicken meat, vegetables, hot-air drying, physicochemical properties, microbiological quality, sensory evaluation.

Résume’ :

Dans un contexte où les consommateurs recherchent des aliments plus sains, nutritifs et favorables à leur bien-être, le développement de snacks innovants constitue une réponse prometteuse aux limites nutritionnelles des chips industrielles traditionnelles, souvent riches en matières grasses, en sel et en calories. Ce travail s'inscrit dans cette perspective et porte sur la formulation d'un snack hybride « clean label », dénommé NutriMix, associant de la viande de poulet à des légumes locaux (pomme de terre, carotte et betterave).

L'objectif principal de cette étude est de développer une alternative plus saine aux chips classiques, présentant une valeur nutritionnelle élevée tout en conservant des propriétés sensorielles satisfaisantes. À cette fin, une revue bibliographique a été réalisée sur les snacks, les aliments hybrides, les qualités nutritionnelles du poulet et des légumes, ainsi que sur les techniques de séchage utilisées dans l'industrie agroalimentaire.

La démarche expérimentale a consisté à élaborer trois formulations de chips hybrides. Les matières premières ont été préparées, mélangées à de l'amidon et à des épices, puis façonnées en fines lamelles. Les produits ont ensuite été séchés à l'air chaud dans une étuve ventilée. Cette technique, retenue comme alternative à la friture, permet de réduire la teneur en matières grasses, de prolonger la durée de conservation et de préserver au mieux les qualités nutritionnelles et sensorielles du produit, tout en assurant l'obtention d'une texture croustillante. Les produits obtenus ont été soumis à des analyses physicochimiques (teneur en humidité, protéines, lipides, fibres, cendres et valeur énergétique), à des analyses microbiologiques afin de vérifier leur innocuité, ainsi qu'à une évaluation sensorielle portant sur la couleur, l'odeur, le goût, la texture, le caractère croustillant et l'acceptabilité globale.

Les résultats montrent que les chips’’ NutriMix’’ présentent une teneur élevée en protéines et en fibres, une faible teneur en lipides ainsi qu'une valeur énergétique inférieure à celle des chips commerciales traditionnelles. Les analyses microbiologiques ont confirmé leur conformité aux critères de sécurité sanitaire, tandis que les tests sensoriels ont révélé une bonne acceptabilité des différentes formulations. En conclusion, les chips hybrides NutriMix constituent une alternative innovante, saine et équilibrée aux snacks conventionnels. Elles contribuent à la valorisation des ressources agricoles locales tout en répondant aux attentes actuelles des consommateurs en matière de qualité nutritionnelle, de sécurité sanitaire et de plaisir de consommation.

Mots-clés : NutriMix, chips hybrides, viande de poulet, légumes, séchage à l'air chaud, physicochimiques, microbiologiques, sensorielles.

INTRODUCTION

Ces dernières années, la consommation de snacks, définis comme de petits repas ou des collations consommés en dehors des repas principaux afin de satisfaire la faim ou le plaisir alimentaire, a fortement augmenté à l'échelle mondiale (*Ganpule et al., 2023).* Cette évolution est principalement attribuée au rythme de vie moderne, au manque de temps et à la demande croissante pour des aliments pratiques et prêts à consommer (*Alarcón-García et al., 2021*). Dans de nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire, l'urbanisation rapide ainsi que les mutations économiques et sociales ont favorisé l'essor des aliments emballés et des snacks consommés hors domicile (*Ganpule et al., 2023*). En 2019, le marché mondial des confiseries et des snacks représentait 17 % des revenus du secteur alimentaire et 8 % du volume des ventes, enregistrant une croissance de 3 % par rapport à l'année précédente (*Alarcón-García et al., 2021).*

Toutefois, la majorité des snacks commercialisés est constituée d'aliments à faible densité nutritionnelle, souvent qualifiés de « calories vides » (*Ganpule et al., 2023*). Ces produits sont généralement riches en matières grasses saturées, en sucres et en sel, mais pauvres en fibres, vitamines et minéraux (*Mambrini et al., 2023*). Leur consommation régulière est associée à une augmentation de l'indice de masse corporelle (IMC), de la glycémie et de la pression artérielle, contribuant ainsi au développement de l'obésité et des maladies cardio-métaboliques (*Ganpule et al., 2023 ; Mambrini et al., 2023*).

Face à ces constats, les consommateurs accordent une importance croissante à la qualité nutritionnelle des aliments qu'ils consomment. Ils recherchent désormais des produits à la fois pratiques, naturels, nutritifs et sensoriellement attrayants. Dans ce contexte, le développement de snacks fonctionnels et « clean label », élaborés à partir d'ingrédients simples et peu transformés, apparaît comme une alternative prometteuse aux produits conventionnels. Parmi les ingrédients susceptibles d'améliorer la qualité nutritionnelle des snacks, la viande de poulet présente un intérêt particulier en raison de sa richesse en protéines de haute valeur biologique, de sa faible teneur en matières grasses par rapport à d'autres viandes et de sa bonne acceptabilité par les consommateurs. Son association avec des légumes locaux tels que la pomme de terre, la carotte et la betterave permet d'enrichir le produit en fibres alimentaires, vitamines, minéraux et composés antioxydants, tout en valorisant les ressources agricoles locales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, consacré à la conception et à l'évaluation de NutriMix, une gamme de chips hybrides à base de viande de poulet et de légumes locaux.

L’objectif de cette étude est de développer une alternative saine aux snacks conventionnels, offrant un profil nutritionnel amélioré grâce à une teneur élevée en protéines, en fibres et en minéraux, et réduite en sel et en matière grasse tout en conservant des qualités sensorielles satisfaisantes. Les produits sont élaborés par séchage à l'air chaud, en remplacement de la friture, afin de réduire leur teneur en matières grasses tout en préservant leurs qualités nutritionnelles. Les différentes formulations sont ensuite soumises à des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles afin d'évaluer leur qualité, leur innocuité et leur potentiel de commercialisation.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01: GENERALITE SUR LES SNACKS ET LES CHIPS

1. DEFINITION REGLEMENTAIRE DES SNACKS

Selon le Codex Alimentarius *(2019)* ; norme générale pour les additifs alimentaires – GSFA, catégorie 15.0, les snacks sont des produits prêts à être consommés, généralement salés, incluant les amuse-gueules et produits de grignotage tels que les chips, popcorn, crackers aromatisés, bretzels et produits extrudés, destinés à être consommés entre les repas.

Selon le Codex Alimentarius *(2019),* les snacks sont classés en :

•Snacks salés prêts à consommer

•Amuse-gueules aromatisés ou non (autres que crackers non sucrés**)**

2. DESCRIPTION DES SNACK

Les snacks sont généralement définis comme des aliments consommés de manière informelle, en petites portions, en dehors des repas principaux. Ils peuvent également être considérés comme des prises alimentaires légères, occasionnelles ou rapides. La majorité des snacks commercialisés sont des produits prêts à consommer, souvent caractérisés par une teneur élevée en matières grasses et par l'ajout de sel ou d'arômes salés. Toutefois, une diversification progressive du marché est observée, avec une demande croissante pour des snacks sucrés élaborés à base de fruits ou de légumes. Sur le plan technologique, les snacks se distinguent par leur stabilité à température ambiante et leur longue durée de conservation. Cette propriété est principalement liée aux procédés de déshydratation appliqués, tels que la friture, le grillage, la cuisson ou le salage, qui réduisent l'activité de l'eau et limitent le développement microbien. L'emballage joue également un rôle essentiel dans la préservation de la qualité du produit, en assurant la protection contre l'humidité ambiante et en retardant les phénomènes d'oxydation lipidique responsables du rancissement (*Saldivar, 2022 ; Hocine et Siammour, 2024).*

3. HISTORIQUE ET EVOLUTION DES SNACKS

L'origine des chips remonte à l'année 1853, à Saratoga Springs (État de New York). Selon la littérature, lors d'un séjour dans cette station balnéaire, le magnat des chemins de fer Cornelius Vanderbilt aurait exprimé son mécontentement concernant l'épaisseur des pommes de terre frites qui lui avaient été servies. En réaction, le chef cuisinier George Crum aurait volontairement découpé les pommes de terre en tranches extrêmement fines avant de les frire jusqu'à obtention d'une texture croustillante, puis de les saler. Contre toute attente, cette préparation fut fortement appréciée par Vanderbilt, contribuant ainsi à la popularisation des « Saratoga chips », considérées aujourd'hui comme l'ancêtre des chips modernes *(Lusas et Rooney, 2000 cité par Hocineet Siammour, 2024)*.

La popularité croissante des chips s'est accompagnée d'une structuration progressive de l'industrie des snacks à l'échelle internationale. À cet égard, la création en 1937 de la Snack Food Association a marqué une étape déterminante dans l'organisation du secteur. Cette organisation, actuellement connue sous le nom de SNAC International, constitue aujourd'hui l'association professionnelle internationale représentant l'industrie des snacks. Elle regroupe plus de 400 fabricants et fournisseurs opérant à travers le monde **(***Anonyme, 2024 cité par Hocine et Siammour, 2024***)**

Par ailleurs, d'autres structures professionnelles contribuent au développement et à la promotion du secteur, notamment l'Européen Snacks Association (ESA). Cette association a pour mission de soutenir l'évolution du marché des snacks salés en Europe. Elle rassemble un large éventail d'acteurs internationaux, incluant des fabricants ainsi que des entreprises spécialisées dans la fourniture d'équipements, d'ingrédients et de services destinés à l'industrie. L'ESA compte environ 200 entreprises membres réparties dans 40 pays, représentant près de 80 % du marché européen des snacks de marque (*ESA, 2024 cité par Hocine et Siammour, 2024)*

4. CLASSIFICASSION DES SNACKS

Selon Fardet *(2018)*, la classification NOVA (système de notation nutritionnelle qui classe les aliments selon leur degré de transformation industrielle) est comme montrée dans le tableau 01.

Tableau 01: Classification des snacks selon leur source alimentaire *(cité par Hocine et Siammour, 2024 ; ESA, 2024)*

Catégorie	Processus	Produits
Première génération	Snack peu transformés obtenus à partir de céréales et de fruits issus de produits naturels.	Popcorn, cacahuètes, autres céréales complètes déshydratées, amandes, noix, fruits et légumes déshydratés. Les chips ordinaires appartiennent également à cette catégorie.
Deuxième génération	Catégorie la plus populaire d'aliments à grignoter. Les snacks sont obtenus après une simple mise en forme de pâtes ou de fractions moulues à sec passées dans une extrudeuse (produits expansés directs). Les matières premières comprennent divers types de farines et de gruaux.	Comprend les chips de maïs extrudés, les chips de tortilla et une large gamme d'articles directement extrudés tels que les maïs puffs (maïs soufflé) et les curés de maïs. Les chips grillées, les chips de pita, les bretzels durs et les chips ou bâtonnets de pommes de terre fabriqués sont également inclus dans cette catégorie.
Troisième génération	Les produits les plus élaborés, également appelés demi-produits ou granulés, sont généralement produits par un processus d'extrusion en deux étapes (extrudeuses de cuisson et de formage). La formulation de ces snacks utilise une large gamme d'ingrédients. Ces produits nécessitent des processus supplémentaires, tels que la cuisson et la friture. La plupart des granulés sont généralement traités par friture.	Les croûtes de porc imitées, les boulettes en forme de roue ou les bâtonnets obtenus après traitement thermique ou friture.

Les snacks disponibles sur le marché peuvent être classés en trois grandes catégories selon leur mode de transformation et leur formulation :

5. CHIPS CLASSIQUE

Les chips figurent parmi les produits de snacking les plus consommés en Europe. Leur origine remonte à l'Amérique du Sud, notamment au Pérou, où les populations consommaient depuis plus de 2000 ans un tubercule appelé « papas », ancêtre de la pomme de terre actuelle. À la fin du XVIII^{e} siècle, la culture de la pomme de terre s'est progressivement répandue et elle était déjà connue dans plusieurs régions du monde. Cependant, ce n'est qu'au début du XIX^{e} siècle que ce tubercule est devenu un aliment de consommation courante dans la majorité des pays européens. Les chips, telles qu'elles sont connues aujourd'hui, auraient été préparées pour la première fois en 1853 par un cuisinier amérindien nommé George Crum, dans un hôtel renommé situé à Saratoga Springs, dans l'État de New York aux États-Unis (*Kamel 2023).*

Le Codex Alimentarius *(2021)* utilise le terme « amuse-gueules salés » pour décrire tous les snacks salés. Concernant le type à base de pommes de terre, de céréales, de farine ou d'amidon (extrait de racines, tubercules, légumes secs et légumineuses), il les décrit comme étant tous les amuse-gueules aromatisés ou non, autres que les crackers non sucrés. Il donne les exemples suivants : pommes chips, pop-corn, pretzels, crackers de riz (senbei), crackers aromatisés (par exemple, au fromage), bhujia (namkeen ; amuse-gueule obtenu à partir d'un mélange de farines, maïs, pommes de terre, sel, fruits séchés, arachides, épices, colorants, arômes et antioxygènes) et papads (préparés à partir de farine de riz trempé ou de farine de haricot mungo ou de pois à vache, mélangée avec du sel et des épices, et présentés sous forme de boulettes ou de galettes)

5.1.Types De Chips

5.1.1. Chips de pomme de terre (potatochips)

Les chips de pomme de terre constituent l'un des snacks les plus consommés au monde. Elles sont traditionnellement obtenues par friture de fines tranches de pommes de terre crues ou blanchies dans des huiles végétales. Cependant, il existe également des chips reconstituées, fabriquées à partir de pommes de terre précuites et déshydratées sous forme de flocons ou de poudre. Ces matières premières sont mélangées avec de l'eau et des amidons prégélatinisés ou natifs, appelés co-texturisants, afin d'obtenir une pâte qui est ensuite mise en forme puis cuite au four ou frite. Bien que les chips reconstituées soient parfois considérées comme moins naturelles, elles présentent certains avantages technologiques et nutritionnels, notamment la possibilité d'incorporer des ingrédients fonctionnels bénéfiques pour la santé et d'utiliser des méthodes de cuisson alternatives comme la cuisson au four, qui nécessite moins d'huile que la friture **(***Bair et al., 2022).*

5.1.2. Chips des légumes

Elles sont fabriquées à partir de différents légumes comme la betterave, la carotte, la patate douce, le panais ou le manioc. Elles sont souvent utilisées comme alternative plus riche en fibres et nutriments. *(Singh et Kaur, 2016).*

5.1.3. Chips de céréales

Ces chips sont fabriquées à partir de farines de céréales comme le maïs, le blé ou le riz. La pâte est formée puis cuite ou frite pour obtenir un snack croustillant. *(Riaz, 2004).*

5.1.4. Chips carnées

Les chips carnées sont préparées à partir de viande finement tranchée, séchée ou frite, souvent assaisonnée. Elles sont riches en protéines et consommées comme snack salé *(Toldrá, 2010).*

6. PROCESSUS DE FABRICATION DES CHIPS CLASSIQUES

Actuellement, les produits de grignotage sont élaborés à partir d'une grande diversité d'ingrédients. Les matières premières les plus fréquemment utilisées comprennent notamment le maïs, le blé, le riz, la pomme de terre, le tapioca ainsi que l'avoine **(***Wrigley, et Koushik, 2016***).**

6.1.Maïs

Le maïs constitue l'un des principaux ingrédients utilisés dans la fabrication de nombreux snacks, notamment les produits extrudés. La semoule ou la farine de maïs obtenue par mouture sèche est couramment employée pour produire des snacks soufflés ou des chips de maïs. La taille de la granulation joue un rôle important dans la texture finale du produit : une mouture fine permet d'obtenir une texture plus douce et une structure cellulaire fine, tandis qu'une mouture plus grossière favorise une texture plus croquante. Par ailleurs, les propriétés des snacks peuvent être modifiées selon le type d'amidon utilisé. Les amidons de maïs riches en amylose sont privilégiés pour obtenir des produits croustillants et résistants, alors que les amidons riches en amylopectine, comme l'amidon de maïs cireux, sont utilisés pour améliorer l'expansion des snacks. Le maïs cireux contient très peu d'amylose, contrairement au maïs normal qui en renferme environ 25 à 35 % **(***Wrigley et al., 2016).*

6.1. Pomme de terre

La fabrication des chips de pomme de terre repose sur les étapes suivantes :

- **Lavage et Tri**

  Permet de produire des pommes de terre propres et exemptes de défauts, ce qui contribue à réduire la consommation d'énergie et d'huile, tout en améliorant l'efficacité du processus de cuisson.

- **Découpage**
  - Assure un tranchage efficace, produisant des tranches régulières, nettes et exemptes de bords effilochés ou de morceaux déchirés.
  - Permet d'obtenir différentes formes de tranches selon le type de lame utilisé (lisse, ondulée, en zigzag, etc.).
  - Réalise le tranchage des pommes de terre par un mécanisme centrifuge, garantissant une coupe rapide et uniforme.
- **Rotation de l'huile**
  - Contrôle de la teneur en huile des chips afin de garantir leur qualité.
  - Sélection rigoureuse des variétés de pommes de terre les plus adaptées à la friture.
  - Réalisation d'un tranchage plus épais afin de réduire la surface spécifique et, par conséquent, l'absorption d'huile.
  - Utilisation d'une température de friture plus élevée associée à un temps de séjour plus court dans la friteuse afin de limiter l'absorption d'huile.
- **Séchage**
  - Production de chips séchées dans des fours conventionnels ou à impaction, sans utilisation d'huile.
- **Retrait des produits non conformes**
  - Élimination des chips décolorées.
  - Élimination des chips insuffisamment ou excessivement cuites.
- **Salage et assaisonnement**
  - Application du sel immédiatement après la friture afin d'assurer son adhérence à la surface encore huileuse des chips.
  - Incorporation de différents assaisonnements selon les saveurs souhaitées, notamment : Barbecue (BBQ) ; Oignon ; Fromage ; Crème aigre (Sour Cream) ; Masala. Possibilité d'accompagner les chips de différentes sauces (trempettes).
- **Emballage, conditionnement et entreposage**
  - Utilisation de machines de formage, de remplissage et de scellage pour le conditionnement.
  - Choix des matériaux et des conditions d'emballage en fonction de la qualité du produit et de la durée de conservation souhaitée

7. IMPACT NUTRITIONNELLE ET SANITAIRE DES CHIPS TRADITIONNEL

Les chips classiques (chips de pomme de terre frites) présentent un impact nutritionnel globalement défavorable en raison de leur forte densité énergétique, liée à une teneur élevée en lipides absorbés lors de la friture, ainsi qu'une quantité importante de sel. Leur consommation fréquente est associée à un risque accru de prise de poids, de maladies cardiovasculaires et

d'hypertension artérielle, tandis qu'elles apportent peu de micronutriments essentiels comparativement à la pomme de terre non transformée **(***World Health Organization, 2015*).

7.1.Profil nutritionnel des chips de pomme de terre

Selon la table de composition nutritionnelle des aliments (*CIQUAL ANSES, 2020).*

Le tableau 02 présente la composition nutritionnelle de 100 g de chips de pomme de terre. Il montre que ce produit est riche en énergie (536 kcal), en glucides (49,3 g) et en lipides (35,0 g), tandis que sa teneur en protéines est relativement faible (6,6 g). Les chips apportent également plusieurs minéraux, notamment le potassium, le sodium, le phosphore et le magnésium, ainsi que de la vitamine E et de la vitamine B6. En revanche, la vitamine C est présente seulement à l'état de traces en raison de sa destruction lors de la friture.

Tableau 02: Composition nutritionnelle de 100 g des chips de pomme de terre *(ANSES, 2020)*

Composition nutritionnelle pour 100 g	**Les macronutriments**	**Les minéraux**	**Les vitamines**
Énergie : 536 kcal (2244 kJ) Eau : 1.9 g	Protéines : 6.6 g Glucides : 49.3 g dont sucres : 0.7 g Lipides : 35.0 g dont acides gras saturés : 3.3 g Fibres alimentaires : 4.2 g	Sel : 1.2 g Sodium : 480 mg Potassium : 1200 mg Magnésium : 60 mg Phosphore : 150 mg	Vitamine E : 9 mg Vitamine B6 : 0.3 mg Vitamine C : traces (faible, détruite par la friture)

7.2.Effets sur la santé

Les chips classiques présentent plusieurs risques pour la santé liés à leur composition. Leur teneur élevée en lipides, notamment en acides gras saturés et parfois en acides gras trans issus de la friture, favorise l'augmentation du cholestérol LDL et accroît le risque de maladies cardiovasculaires. Par ailleurs, leur forte teneur en sel est associée à une élévation de la pression artérielle et constitue un facteur de risque majeur d'hypertension. Enfin, certains additifs alimentaires (arômes, exhausteurs de goût, conservateurs) peuvent, en cas de consommation

excessive, être liés à des effets indésirables tels que des troubles métaboliques ou des réactions d'hypersensibilité chez certains individus **(***World Health Organization ,2015).*

7.2.1 Sel

Le sel, défini par Codex Alimentarius Commission comme un produit composé majoritairement de chlorure de sodium (NaCl), est largement utilisé dans l'industrie alimentaire, notamment dans les produits transformés comme les chips. Une consommation excessive de sodium est associée à des effets néfastes sur la santé, notamment une élévation de la pression artérielle, augmentant ainsi le risque de maladies cardiovasculaires. Dans les produits transformés riches en sel, comme les snacks, cette teneur élevée contribue à dépasser rapidement les apports recommandés. Par conséquent, même si le Codex réglemente la qualité du sel utilisé, il reconnaît implicitement l'importance de limiter son incorporation dans les aliments afin de protéger la santé des consommateurs (*Codex Alimentarius ,1985).*

7.2.2. Lipides

Les rapports scientifiques conjoints FAO/OMS utilisés dans les travaux du Codex indiquent que : une consommation élevée d'acides gras trans — présents dans certaines huiles partiellement hydrogénées utilisées dans les aliments frits et transformés — est associée à une augmentation des facteurs de risque cardio-vasculaires, notamment une réduction du bon cholestérol (HDL) et une augmentation des événements coronariens. Les normes et lignes directrices du Codex intègrent ces données pour définir des critères d'étiquetage et des recommandations nutritionnelles qui permettent au consommateur d'éviter des apports excessifs en lipides à risque, comme les graisses saturées et trans, dans son alimentation. Ainsi, le Codex contribue à réduire les risques liés à une trop forte consommation de lipides nocifs en orientant l'élaboration de normes sur l'étiquetage nutritionnel, les allégations santé et les profils nutritionnels des aliments, afin d'informer et protéger le consommateur**.**

7.3. Recommandations nutritionnelles

Les chips classiques sont des produits transformés riches en lipides, en sel et parfois en sucres ajoutés, ce qui peut avoir un impact négatif sur la santé si leur consommation est excessive. Les recommandations nutritionnelles internationales permettent de limiter ces risques :

7.3.1 Lipides

Les graisses saturées et trans présentes dans les chips frites doivent être consommées avec modération. L'OMS recommande que les graisses saturées représentent moins de 10% de l'apport énergétique total et les graisses trans moins de 1%.Cette limitation permet de réduire le risque de maladies cardiovasculaires et d'élévation du cholestérol LDL. *(WHO, 2020;Codex Alimentarius, 2018)*

6.3.2. Sel / Sodium

Les chips industrielles contiennent souvent des niveaux élevés de sel.La consommation quotidienne de sodium ne doit pas dépasser 2 g (soit environ 5 g de sel) chez l'adulte, afin de prévenir l'hypertension et les maladies cardiovasculaires *(WHO, 2020; Codex Alimentarius, 2018).*

6.3.3. Sucres ajoutés

Bien que les chips salées contiennent peu de sucres, certains snacks aromatisés peuvent en contenir. L'OMS recommande que les sucres libres ne dépassent pas 10% de l'apport énergétique quotidien, idéalement moins de 5*% (WHO, 2020; Codex Alimentarius, 2018)*

CHAPITRE 02: SNACKS HYBRIDES VIANDES LEGUMES

1. TENDANCE DES PRODUITS HYBRIDES DANS LE MONDE

Les produits hybrides représentent une tendance croissante à l'échelle mondiale dans l'industrie agroalimentaire. Ils sont définis comme des aliments combinant plusieurs catégories d'ingrédients ou de technologies (par exemple : végétal + animal, nutrition + plaisir, ou fusion de cuisines). Cette tendance est principalement portée par l'évolution des attentes des consommateurs vers des produits plus sains, durables et innovants. En effet, l'essor du régime flexitarien et les préoccupations environnementales encouragent le développement d'aliments hybrides intégrant des protéines végétales et animales afin de réduire l'impact écologique tout en conservant les qualités sensorielles *(Data Bridge Market Research, 2024).* Cette dynamique s'inscrit également dans une recherche d'équilibre entre plaisir, santé et naturalité, devenue centrale dans les tendances alimentaires actuelles *(SIAL Insights / Kantar, 2024).*

2. APPLICATIONS ACTUELLES DES PRODUITS HYBRIDES

Le tableau 03 représente quelques exemples des snacks hybrides dans le monde et leurs avantages.

Tableau 03: Exemples des snacks hybrides dans le monde et leur avantages *(Grasso, 2020)*

Types de snack	Avantages	Pays
Snack hybride à base de pois chiche + viande de porc	Un snack innovant combinant protéines végétales (pois chiche) et une faible proportion de protéines animales (porc) a été étudié pour évaluer la satiété et l'acceptabilité une bonne acceptabilité sensorielle et modification de certains marqueurs métaboliques après consommation.	Espagne
Saucisses snack hybrides (viande + céréales/graines)	Des saucisses semi-séches prêtes à consommer (type snack) ont été développées en combinant : viande de poulet ; ingrédients végétaux (orge, graines de lin, légumes) ; amélioration du profil nutritionnel et réduction de la teneur en viande tout en conservant les qualités sensorielles	Pologne Université des Sciences de la Vie de Varsovie (SGGW)
Produits hybrides viande-végétal (base pour snacks modernes)	Les recherches sur les produits hybrides montrent qu'ils combinent ingrédients animaux et végétaux pour répondre aux régimes flexitariens et améliorer la durabilité. Ces produits sont souvent utilisés pour développer : snacks protéinés ; barres alimentaires hybrides ; chips enrichies en protéines	Pologne

3. COMPOSITION CHIMIQUE ET NUTRITIONNELLE DU POULET

Le poulet est une excellente source de protéines de haute valeur biologique. Il contient généralement entre 20 et 25 g de protéines pour 100 g de viande, avec une faible teneur en lipides, notamment au niveau du blanc de poulet. Il apporte également des vitamines du groupe B (B3, B6, B12) ainsi que des minéraux essentiels tels que le phosphore, le sélénium, le zinc et le fer. De plus, la viande de poulet est naturellement exempte de glucides, ce qui en fait un aliment adapté à une alimentation équilibrée **(***Gordana Kralik et al., 2001)*.

4. QUALITE DES PROTEINES DU POULET

Les protéines du poulet possèdent une excellente qualité nutritionnelle grâce à leur richesse en acides aminés essentiels. Elles présentent une digestibilité élevée et contribuent efficacement à la croissance, au maintien de la masse musculaire et à la réparation des tissus. Pour cette raison, la viande de poulet est largement recommandée dans l'alimentation des enfants, des sportifs et des personnes âgées **(***Gordana Kralik et al., 2001)*.

5. INTERET TECHNOLOGIQUE DU POULET DANS LES SNACKS

Dans les snacks hybrides, le poulet améliore la valeur nutritionnelle grâce à son apport élevé en protéines. Il participe également à la texture du produit, favorise la cohésion de la pâte, améliore les propriétés sensorielles et augmente la satiété du consommateur. Il constitue ainsi un ingrédient de choix pour le développement de snacks sains et riches en protéines. AGRIS *(Toldrá,. (2017) Feiner, (2006).*

6. LEGUMES DANS LES SNACKS HYBRIDES

Les légumes occupent une place importante dans la formulation des snacks hybrides en raison de leur richesse en vitamines, minéraux, fibres alimentaires et composés bioactifs. Leur incorporation permet d'améliorer la valeur nutritionnelle du produit tout en apportant une couleur, une saveur et une texture plus attractives. Dans cette étude, la pomme de terre, la carotte et la betterave ont été sélectionnées pour leurs propriétés technologiques et nutritionnelles, ainsi *que pour leur complémentarité avec les protéines de poulet (FAO, 2020 ; Slavin et Lloyd, 2012).*

7. Valeur nutritionnelle des légumes

7.1 Pomme de terre

La pomme de terre est une excellente source de glucides complexes sous forme d'amidon. Elle contient également de la vitamine C, de la vitamine B6, du potassium et une quantité modérée de fibres alimentaires. Grâce à sa richesse en amidon, elle contribue à la texture croustillante des chips et joue un rôle essentiel dans la structure du produit. (*CIQUAL (ANSES). 2024.*

7.2 Carotte

La carotte est reconnue pour sa forte teneur en β-carotène, précurseur de la vitamine A. Elle apporte également des fibres alimentaires, de la vitamine K, du potassium ainsi que plusieurs composés antioxydants. Son incorporation améliore la valeur nutritionnelle des snacks tout en leur conférant une couleur orange naturelle (*CIQUAL ANSES, 2024)*

7.3 Betterave

La betterave est riche en fibres alimentaires, en folates, en potassium et en pigments naturels appelés bétalaïnes. Ces composés possèdent une activité antioxydante importante et contribuent à protéger les cellules contre le stress oxydatif. La betterave améliore également la couleur rouge naturelle des snacks (*Clifford et al., 2015).*

8. FIBRES ALIMENTAIRES

Les fibres alimentaires sont des glucides non digestibles qui jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement du système digestif. Elles favorisent le transit intestinal, augmentent la sensation de satiété et participent à la prévention de nombreuses maladies chroniques telles que le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et l'obésité. L'incorporation de légumes dans les snacks permet d'augmenter significativement leur teneur en fibres (*FAO/WHO, 1998 ; Slavin, 2013)*.

9. COMPOSES BIOACTIFS ET ANTIOXYDANTS

Les légumes sont une source importante de composés bioactifs tels que les caroténoïdes, les polyphénols et les bétalaïnes. Ces molécules possèdent une activité antioxydante qui permet de neutraliser les radicaux libres responsables du vieillissement cellulaire. Elles contribuent également à réduire le risque de plusieurs maladies chroniques et augmentent la valeur fonctionnelle des aliments (*Shahidi et Ambigaipalan, 2015 ; Kaur et Kapoor, 2001)*.

10. ACCEPTABILITE DES CONSOMMATEURS

L'acceptabilité des consommateurs constitue un facteur déterminant dans le succès commercial d'un nouveau produit alimentaire. Elle dépend de plusieurs critères, notamment la couleur, le goût, l'odeur, la texture et l'apparence générale. Un snack hybride doit présenter une qualité sensorielle satisfaisante tout en offrant un bénéfice nutritionnel afin d'être accepté par les consommateurs *(ISO 11136 :2014 ; Stone et Sidel, 2004).*

11. PERCEPTION SENSORIELLE ET INTERET DES CONSOMMATEURS POUR DES PRODUITS SAINS « CLEAN LABEL »

Les consommateurs manifestent aujourd'hui un intérêt croissant pour les aliments « clean label », caractérisés par une liste d'ingrédients courte, simple et naturelle. Les produits riches en protéines, en fibres et élaborés à partir d'ingrédients naturels répondent à cette nouvelle demande. La perception sensorielle demeure néanmoins essentielle, car un produit nutritionnellement intéressant doit également être apprécié sur le plan gustatif pour assurer son succès *(ISO 11136:2014 ; Asioli et al., 2017).*

CHAPITRE 03 : SECHAGE ET CONSERVATION

1. HISTORIQUE DU SECHAGE

L'une des plus anciennes techniques pour étendre la durée de conservation des aliments est le séchage. Dans le passé, on utilisait la chaleur solaire et le sel marin pour déshydrater les aliments. À cette époque, il n'était pas possible de maîtriser les conditions de séchage. Suite à des siècles d'évolution des méthodes et des outils de séchage, les humains peuvent désormais maîtriser les facteurs de séchage, comme le temps, la température et la pression *(Richter Reis, 2014).*

2. DEFINITION DE SECHAGE

Le séchage est le processus visant à retirer l'eau d'un objet humide par le biais de l'évaporation. Cette opération nécessite un transfert de chaleur (fourniture de chaleur pour modifier l'état du liquide) et un transfert de masse (liquide saturant le solide qui se convertit en vapeur dans l'air asséché). Dans le secteur de la chimie, le processus de séchage est fréquemment employé en complément d'autres techniques comme la sédimentation, la filtration ou l'essorage *(Yahiaoui ,2018).*

3. BUT DU SECHAGE

Le but du séchage est d'éliminer ou d'évaporer la teneur en eau grâce à l'application de la chaleur *(Arditti, 1972).* L'objectif principal du séchage est de réduire la teneur en eau des produits afin de prolonger leur durée de conservation, de diminuer les besoins en emballage et d'optimiser les coûts de transport. Cette technique joue un rôle majeur dans les industries agricole et chimique, en améliorant la stabilité des produits par la réduction de leur activité de l'eau, ce qui limite la croissance microbienne et les altérations physico-chimiques *(Harma,2020).*

4. PRINCIPE DU SECHAGE

Selon *Ben Cheikch, (2011)* les deux transferts se décomposent en une phase externe et une phase interne :

- Transfert de chaleur externe, de la source de chaleur vers la surface du produit ;
- Transfert de chaleur interne, de la surface vers le cœur du produit ;
- Transfert de masse interne, du cœur vers la surface du produit ;
- Transfert de masse externe, de la surface du produit vers le milieu **(***Ben Cheikch, 2011)*.

5. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU SECHAGE

Selon Yahiaoui *(2018),* les principaux objectifs du séchage peuvent être résumés comme suit :

- Réduire l'activité de l'eau afin d'améliorer la conservation des produits et d'atténuer le caractère saisonnier de certaines productions agricoles ou industrielles.
- Diminuer la masse et le volume des produits, facilitant ainsi leur stockage et leur transport.
- Conférer au produit une présentation, une structure ou des propriétés fonctionnelles particulières, comme dans le cas des flocons de purée de pomme de terre ou du café lyophilisé.

Malgré ses nombreux avantages, le séchage présente également certains inconvénients :

- Il peut entraîner des modifications de la texture, de la forme ainsi que des qualités organoleptiques (couleur, saveur, arôme) et nutritionnelles du produit.
- Il s'agit d'une opération fortement consommatrice d'énergie. En effet, le séchage représente une part importante de la consommation énergétique dans l'industrie. Selon Boughali (2010), cette opération constitue environ 14 % de la consommation énergétique industrielle en France. Dans le secteur agroalimentaire, les opérations de séchage représentent près de 40 % de la consommation totale d'énergie.

6. DIFFERENTES METHODES DE SECHAGE

a) Séchage mécanique : C'est l'élimination du liquide par des forces purement mécaniques (pressage, centrifugation, compression et filtration) *(Chouicha, 2010)*

b) Séchage chimique : C'est un procédé basé sur l'utilisation des produits déshydratants par équilibre osmotique pour extraire l'eau (chlorure de calcium, ...) .**(**Ba*hadj, 2012*)

c) Séchage thermique : Ce genre de processus consiste principalement en un déplacement de volume qui nécessite au préalable une « activation » de l'eau par une certaine quantité d'énergie fournie par un échange thermique *(Ben Cheikch, 2011).*

7. TYPES DE SECHAGE

a. Le séchage à l'air chaud

Est une méthode de déshydratation utilisant une source de chaleur artificielle, développée au début du XXe siècle, avec un premier procédé apparu au XVIIIe siècle *(Ratti, 2009).*

Cette méthode, la plus facile et la moins coûteuse, est employée pour éliminer l'humidité de la majorité des fruits et légumes. Elle s'appuie sur l'interaction entre l'air réchauffé et le matériau humide, impliquant des échanges de chaleur et de masse par convection, y compris le

passage de l'eau à la surface et l'expulsion de la vapeur d'eau**.** *(Chakraverty, 2003 ; Mujumdar, 2007).*

La vitesse et le temps de séchage dépendent de quatre facteurs : les propriétés physiques des aliments, l'agencement des produits, les propriétés de l'air et la conception du séchoir.Le choix de la méthode dépend de la qualité du produit, des matières premières et des considérations économiques. Les séchoirs utilisés comprennent l'étuve, le four à air chaud et le séchoir tunnel.Les séchoirs utilisés comprennent le séchoir en silo ou en cellule, le séchoir pneumatique et le séchoir à bande. Parmi ceux-ci, l'étuve et le séchoir en cellule sont des techniques discontinues, le séchoir à bande est continu, et le séchoir à tunnel est semi-continu *(Jayaraman et Das Gupta, 2006).* La figure 06 présente une étuve universelle ventillée.



Fig. 01: Exemple d'une étuve universelle ventilée XU (*France-étuves, 2010*)

b. Avantages

Le processus opératoire est simple alors que l'équipement est généralement simple et à coût peu élevé *(Ratti, 2009)*.

c. Inconvénients

L'opération pourrait facilement aboutir à un retrait considérable du produit (principalement au début de l'opération) et à une perte notable de la qualité nutritionnelle (en fin de l'opération en raison du temps de séchage généralement important) *(Ratti, 2009).*

d. Lyophilisation

La lyophilisation repose sur le phénomène de sublimation de l'eau dans un milieu à basse température (inférieure à -20°C), suivi d'une exposition à une pression très basse. Cela entraîne la transformation de la glace directement en vapeur, sans passer par l'état liquide. On préconise

fréquemment l'utilisation de cette méthode pour le séchage des aliments sensibles à la chaleur, car elle conserve majoritairement les caractéristiques organoleptiques *(Dumortier, 1997)*.



Fig. 02: Lyophilisateur Pilote LPCCPLS15 et lyophilisateur de production ***(Cryotec, 2015)***

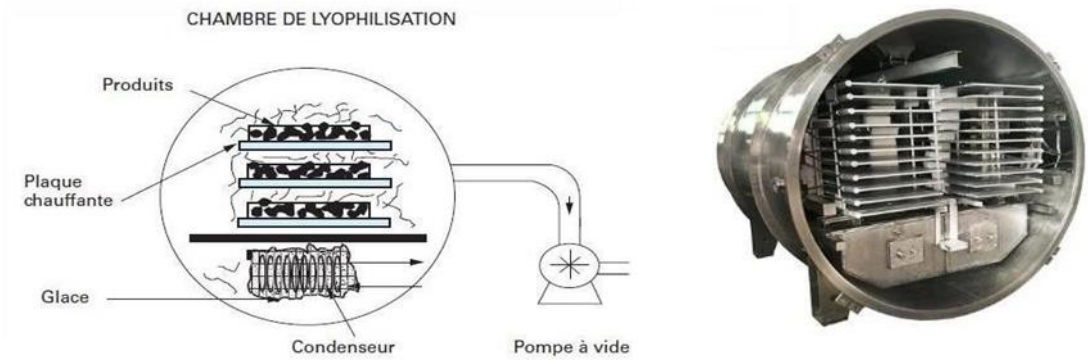


Fig. 03: Processus de lyophilisation ***(Dumortier, 1997)***

E. Séchage par micro-onde

Les ondes pénètrent dans les matériaux et subissent une atténuation de puissance liée au transfert. Avec des micro-ondes, il est possible de sécher à des épaisseurs plus importantes qu'avec l'infrarouge *(Ngoné, 2019)*.

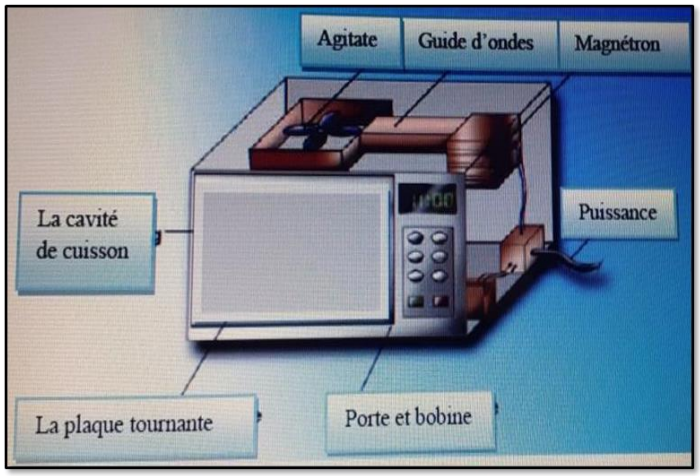


Fig. 04: Séchage par micro onde *(Mathavi et al., 2013)*

F. Principe et mécanisme du chauffage par microonde

Le taux de séchage est directement influencé par le niveau de puissance utilisé, parmi d'autres facteurs qui peuvent interférer avec le séchage par micro-ondes. Des niveaux bas peuvent provoquer un ralentissement du processus de séchage, alors que des niveaux élevés peuvent l'accélérer, tout en risquant de compromettre la qualité du produit final *(De Souza, 2022)*.

Tableau 04: Comparaison entre les types de séchage

Méthode de séchage	Inconvénients	Avantages	Reference
Micro-onde	• Difficile d'être appliqué à l'échelle industrielle • Distribution non uniforme de la température, qui peut conduire à une distribution inégalede l'humidité provoquant une surchauffe et une détérioration de la qualité à certains degrés • Les propriétés diélectriques peuvent refléter l'uniformité du chauffage par microondes et affecter la capacité des aliments à convertir l'énergie des microondes en chaleur	Des taux de chauffage élevés en raison du chauffage volumétrique Un temps de séchage raccourci. Une consommation d'énergie réduite. Une facilité d'utilisation et un faible coût. Les composants nutritionnels des matériaux alimentaires par le chauffage par microondespeuvent être plus préservés par rapport au chauffage conventionnel pendant le processus deséchage.	*(Salazar-González et al., 2012)*

	pendant les processus de séchage		
Lyophilisation	• Méthode coûteuse : frais d'investissement et d'exploitation élevés à cause de la forte consommation d'énergie • Nécessité d'un emballage étanche car le produit est très hydrophile • Procédé applicable uniquement aux aliments en poudre ou en petits morceaux sinon la durée de séchage et la consommation d'énergie sont trop importantes	• Préservation de la structure initiale du produit ; • Conservation du produit pendant plusieurs années sous vide et dans un emballage opaque sans perte de vitamines, sans modification des caractéristiques organoleptiques (valeur • nutritive pratiquement identique au produit frais à la congélation) • Conservation à température ambiante • Réhydratation instantanée avec de l'eau froide ou chaude grâce à la structure poreuse	*(Nguyen, 2015)*
Air chaud	L'opération pourrait facilement aboutir à un retrait considérable du produit (principalement au début de l'opération) et à une perte notable de la qualité nutritionnelle (en fin de l'opération en raison du temps de séchage généralement important)	Le processus opératoire est simple alors que l'équipement est généralement simple et àcoût peu élevé.	*(Ratti, 2009)*

8. EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES ALIMENTS

- Modifications physiques et mécaniques ;
- Le séchage provoque des changements physiques et mécaniques dans la plupart des plantes. ;
- Les caractéristiques sont représentées par la migration des solutés vers la surface :
- En plus d'affecter l'apparence du produit, cette accumulation de sucre ou d'autres solutés à la surface est également préjudiciable à la aleur du produit lorsqu'il est réhydraté pour être consommé *(Manaa, 2017).*

9. FONTE ET MIGRATION DES GRAISSES

Changements de forme: D'une manière générale, la perte d'humidité du produit entraînera l'affaissement du produit de lui-même. Dans certains cas cependant, la perte rapide d'eau et la présence d'une matrice solide permettent d'obtenir des produits Même volume mais avec une structure poreuse *(Manaa, 2017).*

10. EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES ALIMENTS

Selon Fourrrier *(2003)*, le séchage des aliments permet:

• La méthode est généralement simple et offre un rendement appréciable ;

• Elle permet une conservation des aliments déshydratés sur plusieurs mois ;

• Cette technique désactive les enzymes qui dégradent les aliments ;

• Elle empêche la prolifération des micro-organismes grâce à la diminution de l'activité d'eau ;

• Elle est utilisable à des fins commerciales, ce qui réduit les pertes de récoltes ;

• Cela entraîne une réduction des coûts financiers et environnementaux liés au transport des marchandises grâce à la réduction de leur masse.

ANNEXE : ETUDE ECONOMIQUE DU PROJET

Projet : Formulation d'un nouveau produit alimentaire sain à base d'ingrédients d'origines mixtes

1. NOM DE L'EQUIPE

NutriMix

L'encadreur : Dr Bechiri Loubna

Co- encadreur : Dr. Louahem Basma Amel

Étudiants de master 02 : Agro-Alimentaire et Qualité des Produits.

-Ouachem Douaa

-Menzer Aya



Fig.05: Model d'emballage de chips hybride (Canva)

2. L'IDEE DU PROJET

Le projet porte sur l'innovation et le développement d'un snack '' clean label' ' de type chips hybride, combinant des sources alimentaires végétales et animales, en associant du poulet à une sélection de légumes locaux algériens ainsi qu'un mélange d'épices dans une formulation à la fois saine et gourmande. Ce produit représente une alternative nutritionnellement améliorée aux chips industrielles classiques, destinée aux consommateurs cherchant à diversifier leur alimentation, tout en bénéficiant d'un apport naturel en protéines, fibres et micronutriments.

Le produit se distingue par une densité nutritionnelle élevée et une densité énergétique réduite, permettant un effet de satiété adapté aux collations et aux repas légers. La teneur en sel est rigoureusement contrôlée afin de concilier les exigences de santé publique avec les préférences sensorielles des consommateurs.

Le procédé de fabrication employé est sain et respectueux des qualités nutritionnelles, utilisant des ingrédients 100 % naturels et locaux, sans additifs chimiques ni substances synthétiques. Cette démarche confère au produit un profil nutritionnel supérieur à celui des snacks conventionnels, tout en valorisant les ressources locales et en intégrant des principes de durabilité et de bien- être.

L’emballage choisi est pratique et pensé dans une démarche responsable et écologique visant à limiter l’impact environnemental.

Le produit est destiné à tous les segments de la population, notamment les enfants, les étudiants et les adultes actifs, en particulier les consommateurs recherchant des alternatives plus équilibrées ou souhaitant diversifier leur alimentation. Il répond également aux attentes des personnes n’appréciant pas certains groupes alimentaires classiques souvent perçues comme peu attractifs ou insuffisamment savoureux, et cherchant des alternatives plus équilibrées et plus adaptée à leurs préférences gustatives, tout en conservant une forte attractivité sensorielle.

Les ingrédients utilisés, notamment une sélection de légumes locaux algériens, sont reconnus pour leurs propriétés nutritionnelles, en particulier leur richesse en fibres, en vitamines et en composés bioactifs aux effets antioxydants et anti-inflammatoires. Ils sont intégrés sous forme déshydratée ou transformée, afin d’assurer une meilleure conservation tout en concentrant leurs apports nutritionnels et en préservant leurs qualités organoleptiques.

À ces matières premières à forte identité locale s’ajoutent des sources protéiques de qualité, telles que le poulet, ainsi qu’un assemblage d’épices soigneusement sélectionnées pour leurs propriétés fonctionnelles et leur contribution à l’équilibre gustatif du produit. Ainsi, la formulation repose sur :

- Des protéines animales poulet apportant des acides aminés essentiels et favorisant la satiété ;
- Des légumes riches en fibres, en vitamines (notamment bêta-carotène) et en minéraux.
- Des épices aux propriétés bénéfiques, notamment pour la digestion et la santé cardiovasculaire.

Cette combinaison innovante permet de proposer une expérience sensorielle originale, tout en répondant aux exigences de la nutrition moderne : sans additifs ni conservateurs, à teneur réduite en matières grasses et en sel, et riche en protéines, fibres et micronutriments essentiels. En associant des matières premières locales, notamment des légumes algériens et des sources protéiques de qualité comme le poulet, le projet s’inscrit dans une démarche de valorisation des ressources nationales et de promotion d’une alimentation saine, fonctionnelle et accessible.

Au-delà de ses qualités nutritionnelles, le produit vise également à offrir une expérience gustative différenciée, reposant sur une texture croustillante optimisée et un équilibre subtil d'épices inspirées du terroir algérien. Chaque bouchée est conçue pour allier plaisir et bien-être, en répondant aux attentes des consommateurs modernes en quête de produits à la fois savoureux, pratiques et responsables. Cette approche s'intègre dans une logique de production maîtrisée, favorisant les circuits courts et contribuant au développement d'une offre locale innovante sur le marché des snacks.

3. D'où vient l'idée du projet ?

Les principaux éléments à l'origine du projet sont :

3.1. Popularité et croissance rapide de la consommation des chips

Ces dernières années, la consommation de snacks a fortement augmenté à l'échelle mondiale, notamment en raison du manque de temps et de la demande croissante pour des collations pratiques. Dans de nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire, l'urbanisation rapide et les transitions économiques et de mode de vie ont favorisé la consommation de snacks préparés hors domicile et d'aliments emballés et prêts à consommer.

3.2. Une prédominance des snacks a faible qualité nutritionnelle

La majorité de snacks disponibles sur le marché sont caractérisés par une faible valeur nutritionnelle « calories vides » , riches en énergie mais pauvres en fibres et déséquilibrés sur le plan nutritionnel, avec des niveaux élevés de graisses saturées, de sucre et de sel. Leur consommation croissante est associée à une augmentation de l' indice de masse corporelle (IMC), ainsi qu' à des niveaux élevés de glucose plasmatique et de pression artérielle, contribuant ainsi à la progression de l' obésité et des maladies cardio-métaboliques.

3.3. Un manque d'offre adaptée sur le marché algérien des snacks '' Clean Label"

Le marché algérien reste dominé par des produits industriels, avec une offre limitée en snacks « clean label »**.**

3.4. Demande croissante pour des snacks sains, protéinés et équilibrés

Au cours des dernières années, les habitudes alimentaires des consommateurs ont considérablement évolué. De plus en plus de personnes recherchent des aliments offrant à la fois praticité, goût et valeur nutritionnelle. Cette tendance est particulièrement observée chez les jeunes, les sportifs et les personnes soucieuses de leur santé.

Les snacks traditionnels, tels que les chips classiques, sont souvent riches en matières grasses, en sel et en glucides, mais pauvres en protéines. Face à cette réalité, la demande pour des alternatives plus saines ne cesse d'augmenter.

Le produit Chips NutriMixrépond parfaitement à cette tendance grâce à sa teneur élevée en protéines provenant de la viande de poulet et à la présence de légumes naturels riches en vitamines, minéraux et fibres alimentaires. Cette combinaison permet de proposer une collation équilibrée qui contribue à la satiété tout en apportant des nutriments essentiels à l'organisme.

Ainsi, le projet s'inscrit dans un marché en pleine expansion caractérisé par un intérêt croissant pour les produits alimentaires fonctionnels et nutritifs.

3.5. Valorisation des ressources agricoles locales

La valorisation des ressources agricoles locales constitue un enjeu majeur pour le développement économique durable. L'utilisation de matières premières produites localement permet de réduire les coûts de transport, de soutenir les agriculteurs et de stimuler l'économie régionale.

Le projet Chips NutriMixrepose principalement sur l'utilisation de produits facilement disponibles sur le marché local tels que :

- Poulet ;
- Pomme de terre ;
- Carotte ;
- Betterave.

L'intégration de ces matières premières dans un produit innovant contribue à augmenter leur valeur ajoutée et à promouvoir leur utilisation dans l'industrie agroalimentaire.

Par ailleurs, cette approche favorise une meilleure traçabilité des ingrédients, améliore la fraîcheur des matières premières et réduit l'empreinte environnementale liée au transport des produits importés.

3.6. Un positionnement unique sur le marché des produits « Clean Label »

Le concept « Clean Label » désigne les produits alimentaires élaborés à partir d'ingrédients simples, naturels et facilement compréhensibles par le consommateur. Aujourd'hui, les consommateurs accordent une attention particulière à la composition des aliments et privilégient les produits contenant peu d'additifs artificiels.

Dans ce contexte, le Chips NutriMixadopte une stratégie de positionnement basée sur la transparence et la naturalité de sa formulation.

Le produit est élaboré à partir d'ingrédients naturels tels que :

- Viande de poulet ;
- Carotte ;
- Betterave ;
- Pomme de terre ;
- Amidon alimentaire ;
- Épices naturelles.

Cette composition permet de répondre aux attentes des consommateurs recherchant des produits plus authentiques, plus sains et moins transformés.Grâce à cette approche, les Chips ‘’NutriMix’’ peut se différencier des snacks conventionnels et renforcer son image de produit innovant et nutritif

3.7. L’influence des nouvelles textures (croustillant et fondant) dans la consommation

La texture croustillante joue un rôle essentiel dans l’acceptation et l’appréciation des chips hybrides par les consommateurs. Elle procure une sensation de fraîcheur, de qualité et de plaisir lors de la dégustation. Le son caractéristique du « croquant » et la texture agréable en bouche renforcent la satisfaction du consommateur et augmentent son envie d’acheter et de consommer le produit. Ainsi, le croustillant constitue un facteur clé dans le succès commercial des chips hybrides.

4. TYPE D’ACTIVITE

Le projet NutriMix s’inscrit dans le domaine de la transformation agroalimentaire innovante, avec une orientation vers la nutrition saine, la valorisation des ressources locales et le développement de produits alimentaires à forte valeur ajoutée.

L’activité principale consiste en la conception, la fabrication et la commercialisation de chips hybrides élaborées à partir d’un mélange de viande de poulet et de légumes soigneusement sélectionnés. Cette combinaison originale permet d’obtenir un produit riche en protéines, en fibres et en nutriments essentiels, tout en offrant une texture croustillante et un goût attractif.

L’objectif est de proposer une alternative plus saine aux chips traditionnelles, en répondant aux attentes des consommateurs à la recherche de snacks nutritifs, pratiques et savoureux. Le projet met également l’accent sur l’utilisation d’ingrédients naturels et sur des procédés de fabrication garantissant la qualité et la sécurité alimentaire.

L’aspect innovant de NutriMix repose sur le développement d’un concept de chips hybrides, associant les avantages nutritionnels des protéines animales et des légumes dans un seul produit. Cette approche permet de créer une nouvelle catégorie de snacks fonctionnels adaptés aux sportifs, aux enfants et aux consommateurs soucieux de leur alimentation.

Grâce à ce positionnement original, NutriMix se distingue sur le marché agroalimentaire en combinant innovation, qualité nutritionnelle et plaisir gustatif, offrant ainsi une solution moderne aux nouvelles tendances de consommation**.**

5. VALEURS SUGGERES

5.1 Qualité nutritionnelle et équilibre nutritionnel

Le produit Nutrimix a été conçu dans le but d'offrir une collation saine et équilibrée. Grâce à l'incorporation de viande de poulet comme source principale de protéines et de légumes tels que la pomme de terre, la carotte ou la betterave, le produit présente une valeur nutritionnelle intéressante. Il contribue principalement à l'apport en protéines animales , protéines végétales, fibres, vitamines ,minéraux et autres nutriments essentiels nécessaires à une alimentation équilibrée**.**

5.2 Naturalité du produit « Clean Label »

Le concept « Clean Label » repose sur l'utilisation d'ingrédients simples et naturels, facilement reconnaissables par le consommateur. Nutrimix est élaboré sans conservateurs artificiels et sans friture, répondant ainsi aux attentes actuelles des consommateurs en matière de transparence et de naturalité des aliments.

5.3 Valorisation des ressources locales

Le projet privilégie l'utilisation de matières premières disponibles localement, notamment les légumes cultivés en Algérie et la viande de poulet produite localement. Cette approche permet de soutenir l'agriculture nationale, de réduire les coûts d'approvisionnement et de promouvoir les ressources alimentaires locales**.**

5.4 Innovation technologique

L'innovation du produit repose sur l'association d'une source protéique animale et de légumes sous forme de chips déshydratées. L'utilisation de la déshydratation par séchage permet de prolonger la durée de conservation tout en préservant au mieux les qualités nutritionnelles et organoleptiques des matières premières.

5.5 Durabilité et responsabilité environnementale

Le séchage constitue une alternative plus durable à la friture, car il ne génère pas de déchets huileux et contribue à réduire les pertes alimentaires grâce à une meilleure conservation des produits. Le développement d'un produit à base d'ingrédients locaux participe également à la réduction de l'impact environnemental lié au transport des matières premières.Et l'emballage

5.6 Caractéristiques gustatives uniques sans culpabilité

Nutrimix offre une texture croustillante et une saveur appréciée des consommateurs tout en présentant une faible teneur en matières grasses grâce à l'absence de friture. Il constitue ainsi une alternative plus saine aux chips conventionnelles, permettant de concilier plaisir gustatif et alimentation équilibrée.

6.OBJECTIFS

Les objectifs du projet s'articulent autour de plusieurs axes stratégiques visant à assurer la viabilité économique, l'innovation produit et l'impact positif sur la santé du consommateur ainsi que sur l'environnement.

6.1. Développer et commercialiser des produits sains et innovants

L'objectif principal est de concevoir une gamme de produits alimentaires de haute qualité, alliant des ingrédients locaux naturels à des méthodes de fabrication préservant la qualité

nutritionnelle du produit et ces produits doivent répondre auxattentes croissantes des consommateurs en matière de santé, de bien-être et de produits sans additifs.

6.2. Valoriser les ressources agricoles locales

Utiliser des matières premières locales (pommes de terre, légumes et céréales) afin de soutenir l'agriculture locale et réduire les coûts d'approvisionnement.

6.3. Offrir une alternative saine aux chips industriels classiques en répondant à la demande croissante en snacks sains

Proposer des chips hybrides à valeur nutritionnelle améliorée, avec une teneur réduite en matières grasses et riches en nutriments.

6.4. Pénétrer le marché du fitness et des collations scolaires

Cibler les sportifs, les élèves et les consommateurs soucieux de leur santé en offrant une collation pratique, nutritive et savoureuse

6.5. Promouvoir un mode de production durable et responsable

Adopter des pratiques respectueuses de l'environnement, notamment à travers :

- Réduire les pertes alimentaires ;
- Utilisation d'ingrédients locaux ;
- Utiliser un procédé de transformation qui préserve les qualités nutritionnelles ;
- Utiliser Un emballage écoresponsable.

.6. Offrir une expérience sensorielle naturelle différenciée et diversifiée

Développer un produit alliant texture croustillante, équilibre gustatif et diversité aromatique.

7.Calendrier du projet

7.1Phase 01(Mois 1-4)

7.1 .1 Identification des fournisseurs

Tableau 05: Identification des fournisseurs

Matière première	Fournisseur
Viande poulet	ORAVIE et les battoirs de EST de Skikda
Légume	Le marché gros -Salah Bouchaour -Skikda
Sel	Grossistes en produits alimentaire de Skikda
Epices	Grossistes en épices et produits alimentaire Skikda
Matériel industriel	Fournisseurs de matériel agroalimentaire industriel
Sacs d'emballage	Page en linge (Ouipack)
Matériel de laboratoire et contrôle qualité	Fournisseurs d'équipements et consommables de laboratoire

7.1.2 Développement des recettes

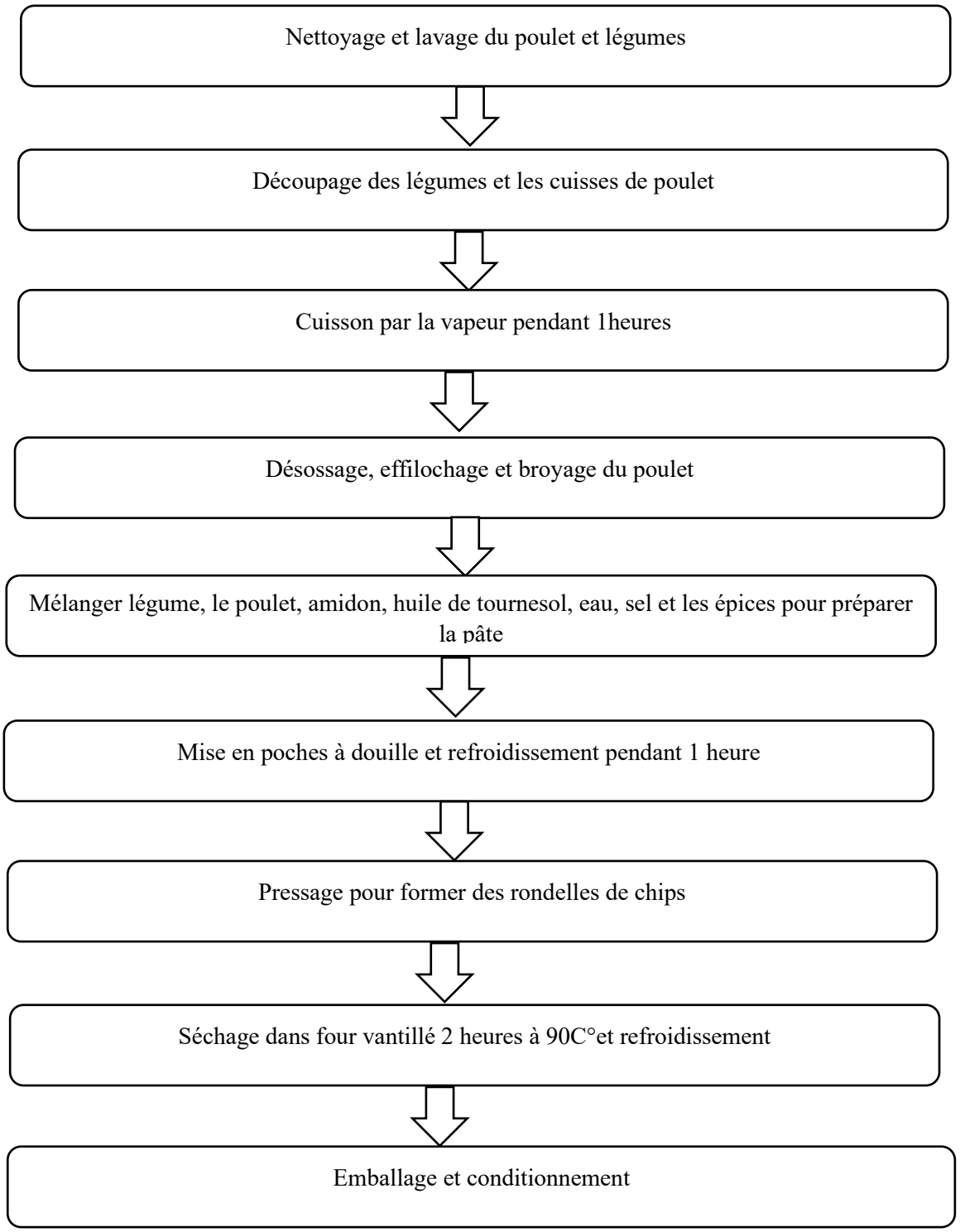


Fig.10. Diagramme de fabrication des chips de Nutrimix.

1.3 Analyses physico -chimique

*** Cendres (AOAC, Official Method 930.15 / FAO Appendix XVI)**

Protocole

- Peser 5 g des chips broyé ;

- Mettre dans un four a moufle a 550 c° pendant 4-6 h ;

-Calculs :

$$\text{cendres } \% = \frac{\text{m2} - \text{m0}}{\text{m1} - \text{m0}} . 100$$

*** Humidité (IS0 18411 :1996)**

Protocole

-Peser 5g des chips ;

-Mettre dans un ètuve a 105 c° pendant 24 h ;

-Calculs :

$$\text{MS}(\%) = \frac{. \text{m1} - \text{m2}}{\text{ms}} . 100$$

*** Dosage des lipides totaux : (AOAC, Official Method 984.13/FAO Appendix XVI)**

Protocole

-Peser environ 2 g de chips broyé ;

-Extraction acide avec Hcl ;

- Chauffage pendant 1h et filtrationsur papier Whtaman n°1 ;

-Introduire le filtrat dans une cartouche à extraction ;

-Placer dans l'extracteur Randall avec de l'hexane pendant 90min ;

- Évaporer le solvant et peser le résidu gras.

Calculs :

$$MG\ \% = \frac{poids\ du\ ballon\ avec\ lipide - poids\ du\ ballon\ vide}{poids\ d'échantillon} * 100$$

*** Dosage des protéines (AOAC, Official Method 942.05 / FAO Appendix XVI)**

Protocole

-Peser environ 1 g de chips broyé ;

-Ajouter les catalyseurs (10 g K2SO4 + 0.7 Cu2+) ;

- Ajouter environ 20 ml d''acide sulfurique ;

- Chauffage pendant 70 min dans le minéralisateur ;

-Ajouter environ 25 ml d'acide borique + indicateur coloré ;

- Placer dans le distillateur pendant 5 min ;

- Titration avec Hcl ;

-Calculs :

$$N\% = \frac{(Ve - V\ b).N \cdot 14.007}{m.10}$$

$$\boldsymbol{prot\grave{e}ines}\ (\%) = \mathbf{6.25}\ .\boldsymbol{N}(\%)$$

*** Dosage du NaCl : (AOAC, Official Method 920.39 / FAO Appendix XVI)**

Protocole

- Peser environ 5 g de chips broyé ;

-Ajouter 40 ml d'eau distillé chaud laisser 60 min avec agitation ;

- Filtration ;

- Ajouter 50 ml d'eau distillé + 10 ml de solution filtré + 1 ml d'indicateur coloré ;

- Titration avec le nitrate d'argent ;

-Calculs

$$\boldsymbol{NaCl}(\%) = \frac{\boldsymbol{V.N.58,5.100}}{\boldsymbol{m.1000}}$$

*** Dosage des fibres AOAC978.10**

Protocole

- Peser 20 g des chips broyé ;

-Jouter 200 ml de solution d'acide sulfurique ;

-Chauffer pendant 30 min avec agitation ;

-Filtrer la solution et laver avec l'eau distillé chaude ;

- Ajouter 200 ml de solution de NaOH (40%) ;

- Chauffer pendant 30min avec agitation ;

- Filtrer l'échantillon et laver avec l'eau distillé chaude ;

- Mettre l'échantillon dans un étuve pendant 2 h à 230 c° ;

- Après dans un four a moufle a 550 c° pendant 2h ;

- Peser l'échantillon,

- **Calculs**

$$\boldsymbol{crude\ fibre}(\%) = \frac{\boldsymbol{W1_{W2}}}{\boldsymbol{W2}}.\boldsymbol{100}$$

- **Calcul des glucides (Carbohydrates)**

Les glucides sont calculés par différence, selon la formule de **Dabasso et al.,(2018)** à l'aide de la formule suivante **:**

Carbohydrates =100- (Protéines +lipides +fibres +cendres)

- **Calcul de l'énergie totale**

L'énergie brute (GE) est calculée selon la formule recommandée par l'OMS **(WHO) (Dabasso et al 2018) :**

GE= (protéines x 4)+(lipides x9) +(carbohydrates x 4)

7.1.4 Analyses microbiologiques

*** Flore aérobie Mésophile Totale – FTAM– ISO 4833-1 :1991**

Protocole

- Peser 10 g de l échantillon finement broyé ;

- Ajouter à 90 mLd'eaupeptonèe stérile ;

- Réaliser les dilutions décimales (10^{-1}, 10^{-2});

- Ensemencer 1 mL de chaque dilution dans des boîtes de Pétri. ;

- Ajouter le milieu PCA (Plate Count Agar) ;

- Homogénéiser le contenu en effectuant des mouvements circulaires en forme ;

de « 8 » sur une surface fraiche et horizontale pour permettre à l'inoculum de

- se mélanger ;

- Incuber à 30° C pendant 72 heure.

*** Coliformes Totaux -ISO 4831 :1991**

Protocole

- Prélever 10 g d'échantillon finement broyé

- Ajouter 90 mL d'eau peptonée stérile ;

- Réaliser des dilutions décimales successives ;

- Ensemencer 1 mL de chaque dilution dans des boîtes de Pétri ;

- Ajouter le milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar) ;

- Incuber à 30° C pendant 24 h

*** Salmonella -ISO 6579- :1990**

Protocole

- Prélever 25 g d'échantillon ;

- Ajouter 225 mL d'eau peptonée tamponnée ;

- Incuber à 37° C pendant 18 à 24 h (pré-enrichissement) ;

- Effectuer un enrichissement sélectif dans un milieu approprié ;

- Ensemencer sur un milieu sélectif Hektoen ;

- Incuber à 37° C pendant 24 h ;

- Un résultat positif est indiqué par des colonies se présentent sous forme de colonies incolore et jaunâtres avec ou sans centre noir (production de H2S).

*** Clostridium perfringens ISO 7937 :1985**

Protocole

- Prélever 10 g de l'échantillon dans des conditions aseptiques ;

- Ajouter 90 mL d'eau peptonée stérile et homogénéiser ;

- Prélever 1 mL de la suspension et l'ensemencer dans un tube contenant le milieu Viande- Foie (VF) ;

- Incuber à 37° C pendant 24 à 48 heures en anaérobiose.

*** Levures et moisissure ISO 7954 :1987**

- Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales selon l'ISO 6887 ;

- Transfert de 1 mL de l'échantillon ou de la dilution dans des boîtes de Pétri stériles ;

- Ajout d'environ 15 mL de gélose à l'extrait de levure et glucose (YGC) fondue ;

- Homogénéisation du mélange et laisser solidifier le milieu ;

- Retournemen Suivi des ventes et satisfaction des clients.t des boîtes et incubation à 25 ± 1 °C pendant

7.2 Phase 2 (Mois 4-6)

* Mise en place de l'approvisionnement.

* Essais de production et contrôle qualité.

7.3 Phase 3 (Mois 7-9) :

* Installation de l'unité de production.

* Formation du personnel.

* Mise en place du contrôle qualité.

* Obtention des autorisations nécessaires.

7.4 Phase 4 (Mois 10-12)

* Lancement commercial du produit.

*Campagne marketing et promotion.

* Distribution dans les points de vente et en ligne.

* Suivi des ventes et satisfaction des clients.t des boîtes et incubation à 25 ± 1 °C pendant 3 à 5 jours.

8. PROTOTYPE

8.1 Chips poulet + pomme de terre

Tableau 06: Ingrédient de chips de pomme de terre pour 50 g

Ingrédients	(g) / 50 g
Poulet	25
Pomme de terre	20
Sel	02
Amidon	1,50
Eau	1,50

Tableau 07: Tableau nutritionnel pour 100 g de chips de pomme de terre

Valeur énergétique (kcal	**326.47**
Matière sèche	09,53 g
Eau	06,47 g
Protéines	54,40 g
Glucides	26,61 g
Lipides	0,27 g
Sel	0,40 g
cendres	0,40g
Fibres	2,49 g



Fig. 11 : Chips de pomme de terre Nutrimix

Code QR de Pomme de Terre

8.2 Chips poulet + carotte

Tableau 08: Ingrédient pour 50 g

Ingrédients	**(g) / 50 g**
Poulet	25
Carotte	20
Sel	02
Amidon	1,50
Eau	1,50

Tableau 09: composition pour 100 g de chips de carotte/poulet

Valeur énergétique (kcal)	**307.85**
Matière sèche	94,68 g
Eau	05,32 g
Protéines	35,83 g
Glucides	40,39 g
Lipides	0,33 g
Sel	0,40 g
Cendres	08,91 g
Fibres	07,54 g



Fig. 12 : Chips de carotte Nutrimix

Code QR de Carotte

8.3 Chips de poulet + betterave

Tableau 10: Ingrédient pour 50 g

Ingrédients	**(g) / 50 g**
Poulet	25
Betterave	20
Sel	02
Amidon	1,50
Eau	1,50

Tableau 11: Composition nutritionnelle pour 100 g de chips de betterave/poulet

Valeur énèrgitique (kcal)	**307.49**
Matière sèche	94,00 g
eau	06,00 g
protéines	42,50 g
Glucides	33,72 g
Lipides	0,29 g
Sel	0,40 g
cendres	12,85 g
Fibres	04,91 g



Fig. 13: Chips de betterave Nutrimix

Code QR de Betterave

La gamme de produit Nutrimix présente une qualité microbiologique conforme aux normes de sécurité alimentaire en vigueur selon le Journal Officiel Algérien et est considéré comme sûr pour la consommation dans les conditions de conservation recommandées.

9. ASPECT INNOVANT

- ✓ Association de viande de poulet et de légumes dans une seule chips ;
- ✓ Produit riche en protéines (animales et végétales) et en nutriments et en fibres ;
- ✓ Alternative saine aux chips classiques ;
- ✓ Faible teneur en matières grasses et sans friture ;
- ✓ Utilisation d'ingrédients naturels ;
- ✓ Texture croustillante et goût original ;
- ✓ Produit adapté aux sportifs et aux enfants ;

- ✓ Valorisation des légumes dans un snack innovant ;
- ✓ Procédé de séchage permettant une meilleure conservation ;
- ✓ Combinaison unique entre plaisir et valeur nutritionnelle ;
- ✓ Produits naturels avec zéro additifs chimiques.

10. ANALYSE DE MARCHE

- ✓ Demande croissante pour les snacks sains et nutritifs ;
- ✓ Intérêt des consommateurs pour les produits riches en protéines et faibles en matières grasses ;
- ✓ Absence de chips hybrides à base de poulet et de légumes sur le marché algérien ;
- ✓ Opportunité de développer un produit innovant et local ;
- ✓ Possibilité d'élargir le marché vers d'autres wilayas et à l'international.

Cibles :

- ✓ Sportifs recherchant des collations riches en protéines ;
- ✓ Enfants et les adolescents (éducation nutritionnelle pour les aliments sains) ;
- ✓ Familles soucieuses d'une alimentation équilibrée ;
- ✓ Consommateurs à la recherche d'alternatives saines aux chips classiques.

11-PLAN D'ORGANISATION ET DE PRODUCTION

Organisation :

- ✓ Directeur du projet ;
- ✓ Responsable de production ;
- ✓ Responsable de qualité et hygiène ;
- ✓ Responsable de marketing et commercialisation ;
- ✓ Opérateurs de production.

Production :

- o Approvisionnement en viande de poulet, légumes, céréales et épices auprès de fournisseurs locaux ;
- o Préparation, mélange et transformation des matières premières ;
- o Séchage et broyage du mélange ;
- o Mise en forme et conditionnement des chips hybrides ;
- o Contrôle de qualité et respect des normes d'hygiène à chaque étape de production.

12-ANALYSES DE SWOT :

FORCES :

- ✓ Produit innovant sur le marché algérien ;
- ✓ Snack sain d'origine mixte à base de viande de poulet et légumes frais ;
- ✓ Sans friture ;
- ✓ Sans additifs artificiels chimiques ;
- ✓ Riche en protéines animales, végétales et d'autre nutriments (fibres, vitamines, minéraux, antioxydants) ;
- ✓ Répond à la tendance de consommation d'un aliment sain ;
- ✓ Matières premières algériennes locale ;

FAIBLESSES :

- ✓ Besoin d'équipements (sécheurs …) ;
- ✓ Cout de production plus élevé que les chips classiques ;
- ✓ Produit nouveau nécessitant la sensibilisation du consommateur

OPPORTUNITE :

- ✓ Augmentation de la demande pour les produits sains ;
- ✓ Faible concurrence directe dans ce segment de produits sains ;
- ✓ Possibilité de vente en ligne ;
- ✓ Partenariat avec écoles, universités, supermarchés et salle de sport ;
- ✓ Possibilité d'exportation future

MENACES :

- ✓ Concurrences des marques connus des chips classiques non sains (Mehboul, Master chips …) ;
- ✓ Variation et fluctuation des prix des matières premières sur le marché ;
- ✓ Changement des habitudes alimentaires de consommateurs ;
- ✓ Difficultés règlementaires de l'entreprise

13. BMC (business model canva)

Tableau 12: Business model canva du projet

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Partenaires clés
-fournisseurs de poulet et légumes
-fournisseurs d’emballage
-distributeurs
-magazins et supermarchés
-sociétés de livraison</td>
<td>Activités clés
-préparation de la recette
-production et séchage
-contrôle de qualité
-marketing et promotion
-développement de nouveaux gouts</td>
<td rowspan="2">Propositions de valeurs
-chips saines à base de poulet et légumes
-sans friture
-sans additifs artificiels
-riches en protéines mixtes
-produits croustillant et savoureux</td>
<td>Relations avec clients
-service client en ligne
-promotionsert a des réductions
-réseaux sociaux
-fidélisation clients
-collecte des avis clients</td>
<td rowspan="2">Segments clients

-les enfants et adolescents
-jeunes /étudiants
Les sportifs
Personnes soucieuses de santé
-parents recherchant des snacks sains pour leur enfants</td>
</tr>
<tr>
<td>Ressources clés
-matière première
-machines de production
-équipe de travail
-marque Nutrimix
-capital financier</td>
<td>Canaux de distribution
-supermarchés
-épiceries
-vente en gros
-vente en ligne
-salles de sport
-écoles/ université</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Structure des couts
-achat des matières premières
-emballage
-transport
-marketing et publicité
-salaires
-électricité et maintenance
-frais administratifs</td>
<td colspan="2">Sources de revenus
-vente à l’unité
-vente en packs familiaux
-vente en gros aux distributeurs
-contrats avec universités et salles de sport
-commandes en ligne</td>
</tr>
</table>

14.PLAN BUDGETAIRE

14.1Estimation des couts du projet

14.1.1 Estimation du montant total de l'investissement : (coût du projet)

Tableau 13 : Evaluation du montant global de l'investissements

Désignation	Montant (DA)
Machine et Equipment de production (four ventilé, plaques de cuisson, mixeur professionnel, réfrigérateur, four de cuisson, équipements de cuisson)	5 000 316 DA
Aménagement du local (zone agroalimentaire, revêtement hygiénique, installations sanitaires et électriques)	500 000DA
Matériel roulant	1 200 000 DA
Matériel bureau	800 000 DA
Matériel informatique	1 500 000 DA
Matériel audiovisuel	500 000 DA
Matériel de télécommunications	300 000 DA
Frais généraux liés à la création (étude, autorisation, formation)	120 000 DA
Found de (matière première, emballage)	45 000 DA
Montant total de l'investissement (coût du projet)	4965316 DA

14.1.2 Estimation des achats de matière première du projet

Tableau 14 : estimation des achats de matière première du projet

Liste des matières premières	**Année 1**	**Année 2**	**Année 3**
Matière première 1 : Cuisse de poulet	Qnt achetée : 8000 kg	10000 kg	12000 kg
Prix unité	270 DA	270 DA	270 DA
Coût d'achat de la matière première 1	2160000 DA	270000 DA	3240000 DA
Matière première 2 : Légumes (carottes, pomme de terre, betteraves)	Qnt achetée : 5000 kg	6000 kg	7000kg
Prix unité	120 DA	130 DA	140 DA
Coût d'achat de la matière première 2	600000 DA	780000 DA	980000 DA
Matière première 3 : Huile, sel, épices, autre ingrédients	Qnt achetée :lot	lot	lot
Prix unité	800000 DA	900000 DA	1000000 DA
Coût d'achat de la matière première 3	800000 DA	900000 DA	1000000 DA
Montant total des achats de matières premières	3560000 DA	4380000 DA	5220000 DA

14.1.3 Estimation des coûts de main d'œuvre

Tableau 15 : Estimation des coûts de main d'œuvre

Intitulé du poste	Nombre de travailleurs			Montant du salaire mensuel (DA)		
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 1	Année 2	Année 3
Le gérant	1	1	1	80 000	90 000	100 000
Cadres (ingénieur agroalimentaire, responsable qualité, marketing)	3	3	5	70 000	80 000	90 000
Agents de maîtrise (technicien de production, magasinier, Secrétariat)	3	4	4	45 000	50 000	55 000
Agents d'exécution (opérateurs, chauffeur, agent d'entretien)	2	4	5	35 000	40 000	45 000

Tableau 16: Coût annuel estimé de la main-d'œuvre

Catégorie	Année 1 (DA/an)	Année 2 (DA/an)	Année 3 (DA/an)
Gérant	960 000	1 080 000	1 200 000
Cadres	2 520 000	2 880 000	5 400 000
Agents de maîtrise	1 620 000	2 400 000	2 640 000
Agents d'exécution	840 000	1 920 000	2 700 000
Total annuel	**5 940 000**	**8 280 000**	**11 940 000**

14.1.4 Estimation des coûts externes du projet

Tableau 17 : Estimation des coûts externes du projet

Désignation	**Année 1 (DA)**	**Année 2 (DA)**	**Année 3 (DA)**
Frais d'électricité / de gaz / d'eau	500 000	650 000	900 000
Coûts de maintenance et de réparation	300 000	400 000	550 000
Frais de location	1 200 000	1 200 000	1 200 000
Frais d'assurance du matériel et des équipements	100 000	150 000	250 000
Frais de marketing (publicité et promotion)	200 000	300 000	500 000
Coûts de formation et d'entraînement	100 000	150 000	200 000
Autres frais généraux (charges externes)	200 000	300 000	400 000
Total des coûts externes	**2 600 000**	**3 150 000**	**4 000 000**

14.1.5 Estimation des coûts d'amortissement des investissements

Tableau 18: Estimation des coûts d'amortissement des investissements

Désignation	**Durée d'amortissement (années)**	**Annuité d'amortissement (DA)**
Machines et équipements de production (18 500 000 DA)	10	500 032
Matériel roulant (1 200 000 DA)	5	240 000
Matériel de bureau (800 000 DA)	10	8 000
Matériel informatique (1 500 000 DA)	5	300 000
Matériel audiovisuel (500 000 DA)	5	100 000
Matériel de télécommunication (300 000 DA)	5	60 000
Montant total	/	**1 28 032 DA/an**

14.2 Estimation des revenus du projet

14.2.1 Estimation du volume de ventes annuelles

Hypothèse :

-Sac de chips: 60 g

-Prix de ventes moyen: 200 DA

Tableau 19 : Volume de vente annuelles

Désignation	**Année 1**	**Année 2**	**Année 3**
Produit 1: NutriMix (pomme de terre)			
Quantité vendue	18 000	220 000	260 000
Prix unitaire	200 DA	200 DA	200 DA
Valeur des ventes	3 600 000	44 000 000	52 000 000
Produit 2 : NutriMix (carottes)			
Quantité vendue	120 000	150 000	180 000
Prix unitaire	200 DA	200 DA	200 DA
Valeur des ventes	24 000 000	30 000 000	36 000 000
Produit 3 : NutriMix (betterave)			
Quantité vendue	10 000	13 000	16 000
Prix unitaire	200 DA	200 DA	200 DA
Valeur des ventes	2 000 000	2 600 000	3 200 000
Chiffre d'affaires total	29 600 00	76 600 000	120 000 000

14.2.2 Calcul du résultat annuel

Tableau 20 : Calcul du résultat annuel

Désignation	**Année 1 (DA)**	**Année 2 (DA)**	**Année 3 (DA)**
Chiffre d'affaires (1)	29 600 000	76 600 000	91 200 000
Achats consommés (2)	3 560 000	4 380 000	5 220 000
Charges externes (3)	2 600 000	3 150 000	4 000 000
Valeur ajoutée (1 − 2 − 3)	23 440 000	69 070 000	81 980 000
Salaires et charges sociales (4)	5 940 000	8 280 000	11 940 000
Excédent brut d'exploitation	17 500 000	60 790 000	70 040 000
Amortissements	1 208 032	1 208 000	1 208 032
Résultat d'exploitation	**16 291 968**	59 581 968	68 831 968
Impôts (≈15 %)	2 443 795	8 937 295	10 324 795
Résultat net	13 848 173	50 644 673	58 507 173
Évolution du chiffre d'affaires	—	+158,8%	19,1 %

CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous avons développé un produit innovant sous forme de chips hybrides à base de pomme de terre, carotte et betterave, dans le but de proposer une alternative plus nutritive et plus attractive aux chips conventionnelles. Cette formulation permet de valoriser les qualités nutritionnelles des légumes tout en offrant un produit aux caractéristiques sensorielles appréciées par les consommateurs.

Afin de garantir la qualité et la sécurité du produit élaboré, plusieurs analyses physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques ont été réalisées pour évaluer ses principales caractéristiques. Par ailleurs, une dégustation a été effectuée afin d'apprécier l'acceptabilité du produit sur les plans de la couleur, du goût, de la texture et de l'aspect général. Les résultats obtenus ont montré une bonne qualité globale en matière de nutriments et qualité microbiologiques saine ainsi qu'une appréciation favorable de la part des dégustateurs.

Ainsi, cette étude a permis de démontrer la faisabilité de la fabrication de chips hybrides associant la pomme de terre, la carotte et la betterave et la viande du poulet. Ce produit présente un potentiel intéressant pour répondre à la demande croissante des consommateurs en matière de snacks innovants, savoureux et à meilleure valeur nutritionnelle.

Des études complémentaires pourraient être envisagées afin d'optimiser davantage la formulation, d'améliorer la conservation du produit et d'évaluer son potentiel de commercialisation à plus grande échelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Alarcón-García, M. A., Pérez-Álvarez, J. A., López-Vargas, J. H., & Pagán-Moreno, M. J. (2021). Meat snacks consumption: Aspects that consumers look for to consider them a healthy food. Foods, 10(4), 773. https://doi.org/10.3390/foods10040773
2. AOAC International. (2019). Official Method 920.39: Ash of Fruits and Fruit Products. In Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). AOAC International.
3. AOAC International. (2019). Official Method 930.15: Moisture in Animal Feed. In Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). AOAC International.
4. AOAC International. (2019). Official Method 942.05: Ash of Animal Feed. In Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). AOAC International.
5. AOAC International. (2019). Official Method 984.13: Protein (Crude) in Animal Feed and Pet Food—Kjeldahl Method. In Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). AOAC International.
6. Asioli, D. et al. (2017). Consumer demand for clean label food. Food Research International.
7. Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Naes, T., & Varela, P. (2017). Making sense of the "clean label" trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. Food Research International, 99(Part 1), 58–71. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022
8. Bahadj, A. (2014). Étude expérimentale de séchage solaire de la pomme de terre (Mémoire de master). Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
9. Baune, M. C., et al. (2023). Meat hybrids: Nutritional properties and consumer perception. Bencheikh, H., Ould Sidimed, M., & Draoui, Y. (2011). Conception et réalisation d'un séchoir solaire indirect opérant en mode convectif (Mémoire d'ingénieur d'État). Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
10. Chakraverty, A. (2003). Conversion and utilization of biomass. In H. S. Ramaswamy, G. S. V. Raghavan, A. Chakraverty, & A. S. Mujumdar (Eds.), *Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices* (pp. 797–819). Marcel Dekker.
11. Chouicha, S. (2010). *Étude expérimentale du séchage solaire des dattes humides et impact sur la qualité* (Mémoire de magister). Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.

12. CIQUAL (ANSES). (2024). *Table de composition nutritionnelle des aliments*. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

13. CIQUAL (ANSES). (2024). *Table de composition nutritionnelle des aliments*. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). https://ciqual.anses.fr/

14. Cryotec. (2015). *Concepteur et fabricant de lyophilisateurs et d'enceintes climatiques*. http://www.cryotec.fr/nosproduis/lyophilisateur/

15. Dasiewicz, K., et al. (2024). *Hybrid meat products and nutritional quality*.

16. Data Bridge Market Research. (2024). Global Hybrid Food Market – Industry Trends and Forecast. Data Bridge Market Research.]

17. Dumortier, B. (1997). *Traité du Grand Attracteur*. FeniXX.

18. E Souza, A. U., Corrêa, J. L. G., Tanikawa, D. H., Abrahão, F. R., De Jesus Junqueira, J. R., & Jiménez, E. C. (2022). Hybrid microwave–hot air drying of osmotically treated carrots. *LWT*, *156*, 113046. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.113046

19. FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation* (FAO Food and Nutrition Paper No. 92). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

20. FAO. (2020). *Fruit and vegetables – Your dietary essentials: The international year of fruits and vegetables, 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

21. FAO. (2020). *Fruit and vegetables – Your dietary essentials: The International Year of Fruits and Vegetables 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

22. FAO/WHO. (1998). *Carbohydrates in human nutrition* (FAO Food and Nutrition Paper No. 66). Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.

23. FAO/WHO. (1998). *Carbohydrates in human nutrition* (FAO Food and Nutrition Paper No. 66). Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.

24. Fardet, A. (2018). Aliments ultra-transformés : définition, impacts sur la santé et applications. *L'Information Diététique*, *4*, 31–42.

25. Feiner, G. (2006). *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. Woodhead Publishing.

26. Ganpule, A., Dubey, M., Pandey, H., Srinivasapura Venkateshmurthy, N., Green, R., Brown, K. A., Maddury, A. P., Khatkar, R., Jarhyan, P., Prabhakaran, D., & Mohan, S. (2023). Snacking behavior and association with metabolic risk factors in adults from North and South India. *The Journal of Nutrition, 153*(2), 523–531. https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2022.12.032

27. Gordana, K., Škrtić, Z., & Kralik, G. (2001). *Poultry meat as a source of high-quality proteins*. **Référence à compléter** (ouvrage ou revue non précisés).

28. Harma, W. (2020). *L'étude d'un capteur solaire thermique à air (théorique et expérimentale)* (Mémoire de master). Université Ahmed Draia, Adrar, Algérie.

29. ISO. (1985). *ISO 7937:1985. Microbiology—General guidance for the enumeration of Clostridium perfringens—Colony-count technique*. International Organization for Standardization.

30. ISO. (1987). *ISO 7954:1987. Microbiology—General guidance for the enumeration of yeasts and moulds—Colony-count technique at 25 °C*. International Organization for Standardization.

31. ISO. (1990). *ISO 6579:1990. Microbiology—General guidance for the detection of Salmonella spp.* International Organization for Standardization.

32. ISO. (1991). *ISO 4831:1991. Microbiology—General guidance for the detection and enumeration of coliforms—Most probable number technique*. International Organization for Standardization.

33. ISO. (1991). *ISO 4833:1991. Microbiology—General guidance for the enumeration of microorganisms—Colony-count technique at 30 °C*. International Organization for Standardization.

34. ISO. (2014). *ISO 11136:2014. Sensory analysis—Methodology—General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area*. International Organization for Standardization

35. Jayaraman, K. S., & Das Gupta, D. K. (2006). Drying of fruits and vegetables. Dans A. S. Mujumdar (Éd.), *Handbook of Industrial Drying* (3rd ed., pp. 606–634). CRC Press.

36. Jin, W., Mujumdar, A. S., Zhang, M., & Shi, W. (2018). Novel drying techniques for spices and herbs: A review. *Food Engineering Reviews, 10*(1), 34–45. https://doi.org/10.1007/s12393-017-9177-9

37. Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables – The millennium's health. *International Journal of Food Science & Technology*, *36*(7), 703–725. https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00513.x

38. Mathavi, V., Sujatha, G., Ramya, S. B., & Devi, B. K. (2013). New trends in food processing. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, *5*(2), 176–182.

39. Mujumdar, A. S. (Éd.). (2006). *Handbook of Industrial Drying* (3rd ed.). CRC Press.

40. Nguyen, T. C. (2015). *Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux* (Thèse de doctorat). Université de Bretagne-Sud, France.

41. Ratti, C. (2009). *Advances in Food Dehydration*. CRC Press.

42. Richter Reis, F. (2014). Introduction to low pressure processes. Dans *Vacuum Drying for Extending Food Shelf-Life* (pp. 1–6). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03191-0_1

43. Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, *18*, 820–897. https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018

44. SIAL Insights, & Kantar. (2024). *Tendances alimentaires mondiales 2024*. SIAL Paris.

45. Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices* (3rd ed.). Academic Press.

46. Toldrá, F. (2017). *Lawrie's Meat Science* (8th ed.). Woodhead Publishing.

47. USDA. (2024). *FoodData Central*. U.S. Department of Agriculture. https://fdc.nal.usda.gov/

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة
كلية العلـــــوم
قسم العلوم الفلاحية

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : BENDIB Riad Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : MENZER Aya

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Formulation d'un nouveau produit alimentaire sain à base d'ingrédients d'origines mixtes

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Mr. BENDIB Riad

Scanned with TapScanner

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences كلية العلـوم
Dpartement D' Agronomie قسم علوم الفلاحة
Réf : / D S AGRO/20262026 / ق ع ف /

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
كلية العلـوم جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة

Skikda le : 08/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : BENDIB Riad Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : OUACHEM Douaa

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Formulation d'un nouveau produit alimentaire sain à base d'ingrédients d'origines mixtes

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Mr. BENDIB Riad

Scanned with TapScanner