

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département des sciences alimentaires

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de master en sciences alimentaires
Spécialité : Agro-alimentaire et contrôle de qualité



Thème :

**Qualité nutritionnelle et degré de
transformation des aliments industriels pour
enfants: Cas des chips**

Présenté par :

HOCINE Amira

SI AMMOUR Cylia

Devant le jury :

Présidente : M^{me} LAMMI S.

Maître de conférences B (UMMTO)

Examineur : M. FACI M.

Maître assistant B (UMMTO)

Promotrice : M^{me} BENTAYEB S.

Maître de conférences B (UMMTO)

Année universitaire 2023/2024

Remerciements

« Merci Dieu Tout Puissant »

*Celui qui nous a protégé, aidé et surtout soutenu jusqu'à pouvoir »
mener la graine au fruit » pour son soutien providentiel.*

Tous d'abord, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à Madame BENTAYEB S maître de conférences B a l'ummo pour avoir supervisé ce travail.

Nous avons eu le plaisir de travailler sous votre direction. Nous vous remercions pour votre gentillesse et spontanéité avec lesquelles vous avez dirigé ce travail, ainsi que pour votre disponibilité et vos conseils que grâce à eux nous avons pu améliorer notre travail

Nous remercions également Mme LAMMI S. d'avoir accepté de présider le jury et M. FACIM. d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Remerciements et reconnaissances à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation pour le savoir qu'ils nous ont transmis.

Enfin, nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents Boualem et Fatiha

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitte jamais assez. Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive

A mon chère frère Nafaa

Votre présence joyeuse a illuminé chaque instant de ma vie et votre encouragement a été un moteur pour mes réalisations. Vous êtes une source de soutien et de réconfort pour moi et je suis reconnaissante de t'avoir dans ma vie

A ma binôme Cylia

Pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon fiancé Sofiane et mon amie d'enfance Imène pour leur soutien inconditionnel tout au long de ce parcours académique

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidé à mener à bien ce projet. Votre soutien et vos conseils ont été précieux pour moi

AMIRA

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents Rabah et Chabha

Je dédie ce travail à mes parents, pour l'amour qu'il m'ont toujours donné, leur encouragement et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération, et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être.

Trouvez ici, chère mère et cher père, dans ce modeste travail, le fruit de tant de dévouements et de sacrifices ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour. Que Dieu leur accorde le bonheur, la santé et une longue vie

A mes sœurs Lydia, Mélissa

Pour votre affection, votre écoute et votre bienveillance. Vous avez toujours été là pour me remonter le moral et me conseiller dans les moments de doute. Votre présence chaleureuse a été une source de réconfort et de motivation. Merci de m'avoir soutenu avec tant de générosité et de compréhension

A mon chère frère Mohamed

Ta présence et ton soutien constant ont été des piliers essentiels tout au long de ce voyage académique. Tes conseils, ton écoute et ta patience m'ont apporté la force nécessaire pour surmonter les moments de doute et de difficulté. Ta présence joyeuse a illuminé chaque instant dans ma vie. Ta confiance en moi et ton encouragement m'ont profondément inspiré.

Merci pour tout ce que tu as fait et pour être toujours là

À ma binôme, Amira

Pour ta collaboration, ton amitié et ta solidarité. Ensemble, nous avons surmonté les défis et célébré les réussites. Merci pour ces moments partagés et pour votre soutien indéfectible.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma copine Imène pour son soutien inconditionnel tout au long de ce parcours académique

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidé à mener à bien ce projet. Votre soutien et vos conseils ont été précieux pour moi

CYLIA

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction ----- 1

Chapitre 1. Généralités

1.1	Historique -----	3
1.2	Description des snacks -----	3
1.3	Définition réglementaire des snacks salés -----	4
1.4	Classification des snacks salés -----	4
1.4.1	Les snacks de première génération : Des snacks simplement extrudés -----	6
1.4.2	Les snacks de deuxième génération : snacks expansés-----	6
1.4.3	Snack de troisième génération : Demi-produits ou granulés -----	7
1.5	La composition des snacks salés -----	9
1.5.1	Les principaux ingrédients utilisés dans la fabrication des snacks-----	9
1.5.2	Les Additifs alimentaires -----	11

Chapitre 2. Processus de fabrication

2.1	Les principaux processus impliqués (utilisés) dans la fabrication des snacks ---	13
2.1.1	Friture-----	13
2.1.2	Cuisson -----	14
2.1.3	La cuisson par extrusion -----	15
2.2	Les procédés de fabrication des principaux snacks -----	19
2.2.1	Processus de fabrication des chips -----	19
2.2.2	Chips de maïs et de tortilla -----	22

Chapitre 3. Degré de transformation et effet matrice des aliments

3.1	Classification des aliments selon leur degré de transformation -----	25
	Groupe 1 : Les aliments peu ou pas transformés-----	26
	Groupe 2 : Les ingrédients culinaires -----	28
	Groupe 3 : Les aliments transformés -----	28
	Groupe 4 : Les aliments ultra-transformés -----	29
3.2	Impact des aliments ultra transformés sur la santé -----	31
3.2.1	Surpoids, obésité et diabète de type 2 : maladies déclencheuses-----	31
3.2.2	Cancers, maladies cardiovasculaires : maladies terminales -----	32
3.2.3	Autres maladies -----	33
3.3	L'effet matrice -----	33
3.3.1	Définition de la matrice d'un aliment-----	33
3.3.2	L'effet matrice et la santé -----	34
3.3.3	L'effet matrice et le potentiel satiétogène -----	35
3.3.4	L'effet matrice et le métabolisme glucidique -----	35

Chapitre 4. Matériels et méthodes

4.1	Cadre d'étude -----	37
4.2	Collecte des produits -----	37
4.3	Traitement de données -----	37
4.3.1	Catégories -----	37

4.3.2	Classification NOVA	38
4.3.3	La valeur nutritionnelle moyenne des catégories	38
4.3.4	Les seuils nutritionnelles (FSA)	38
4.4	Le traitement statistique des données nutritionnelles	39

Chapitre 5. Résultats et discussions

5.1	Répartition des produits par catégories selon les principaux composants	40
5.2	Répartition des snacks salés selon la classification NOVA	41
5.3	Estimation de la valeur nutritionnelle	43
5.3.1	Valeur énergétique	43
5.3.2	Teneur en glucides	43
5.3.3	La teneur en protéines	44
5.3.4	Teneur en matière grasse :	45
5.3.5	Teneur en acides gras saturés :	47
5.3.6	Teneur en sel	49
5.3.7	La teneur en sucres totaux	51

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

3G : Troisième génération.

AET : Apport énergétique total

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

AGS : Acide gras saturé.

ANOVA : L'analyse des variances.

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

AUT : Aliment ultra-transformé.

DT2 : Diabète type 2.

ESA: Européen Snacks Association.

FSA: Food Standard Agency.

HS : Hautement significative.

Kcal : kilocalorie.

Kcal/j : Kilocalories par jour.

MCV : **Maladie** Cardio Vasculaire.

NPCI : National Potato Chip Institute.

OMS : Organisation mondiale de la Santé.

PME : Pectine méthylestérase.

AM : Atmosphère modifié.

ATM : Atmosphère modifié.

Liste des tableaux

Tableau I. Classification des snacks en fonction de leur source alimentaire et de leurs principales caractéristiques.

Tableau II. Formulation typique d'un snack de troisième génération.

Tableau III. Aliments de groupe 1 classés selon leurs traitements technologiques.

Tableau IV. Les ingrédients culinaires.

Tableau V. Aliments transformés.

Tableau V. Aliments ultra-transformés.

Tableau VII. Critères pour 100 g de denrées alimentaires (qu'elles soient ou non vendues au volume).

Liste des figures

Figure 1. Snacks de première génération	6
Figure 2. Chips de tortilla.....	6
Figure 3. Chips de maïs soufflé.....	6
Figure 4. Snacks de troisième génération.....	7
Figure 5. Réactions et composés chimiques produits lors de la friture des aliments.	14
Figure 6. Phénomènes impliqués dans le processus d'expansion pendant l'extrusion. (A) Phénomène de gonflement de la matrice et (B) la vaporisation de l'eau dans la matrice extrudée	17
Figure 7. Organigramme de la fabrication des snacks à expansion directe et de troisième ...	18
Figure 8. Organigramme du processus de friture conventionnel pour des frites ordinaires....	19
Figure 9. Diagrammes de fabrication des tortillas et des chips de maïs	23
Figure 10. Les groupe d'aliments selon la classification NOVA	25
Figure 11. Relations entre les dix principales maladies chroniques partiellement liées à une alimentation déséquilibrée	33
Figure 12. L'importance de l'effet "matrice" dans la caractérisation du potentiel santé d'un aliment	34
Figure 13. Répartition des produits par catégories selon les principaux composants.....	40
Figure 14. Répartition en pourcentage des snacks salés selon le système de classification NOVA	41
Figure 15. Energie (en Kcal/100g) pour différentes catégories de produits.....	43
Figure 16. Teneur en glucides (g/100g) de différents types de produit.....	44
Figure 17. La teneur en protéines (g/100g) pour différentes catégories de produits.....	45
Figure 18. Teneur en matière grasse en (g /100g) des catégories des chips.....	46
Figure 19. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels	46
Figure 20. Teneur en acides gras saturés AGS (g/100g) des différents produits.	48
Figure 21. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels	48
Figure 22. Teneur en NaCl (g/100g) de différents produits	49
Figure 23. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels	50
Figure 24. Teneur en sucre en g/100gde défèrent produit.....	51
Figure 25. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels	52



Introduction

Introduction

Les produits ultra-transformés ont envahi les rayons de nos supermarchés. Ils sont caractérisés dans leur formulation par l'ajout d'ingrédients et/ou additifs cosmétiques à usage principalement industriel et ayant subi un procédé de transformation excessif pour imiter, exacerber, masquer ou restaurer des propriétés sensorielles (arôme, texture, goût et couleur). Il peut aussi s'agir de procédés technologiques très dénaturants (pré-friture, cuisson-extrusion, soufflage...) (Caballero et al., 2016).

Les snacks salés font partie des principaux aliments ultra-transformés (Fardet, 2017). Ils représentent un segment important de l'industrie alimentaire mondiale, en particulier dans les pays développés (Caballero et al., 2016).

À partir des années 90, l'ouverture de l'Algérie au libre-échange et l'entrée des produits importés, principalement fabriqués et emballés tels que les chips, ont créé un nouveau mode de consommation pour les Algériens. L'encouragement de l'état algérien au développement des entreprises agroalimentaires nationales a attiré plusieurs investisseurs privés pour la production et la commercialisation des produits tels que les chips. Ces entreprises ont rejoint activement l'association «ESA» (Européen Snacks Association) (Chikhi et Berrouiguet, 2020).

Les snacks les plus vendus dans le monde sont sans aucun doute ceux qui sont dérivés des grains, principalement des céréales, suivis des tubercules. De nombreux autres types de snacks proviennent de fruits à coque, de fruits/légumes, de lait, de différentes viandes et de produits marins (Serna-Saldivar, 2022).

La consommation de snacks augmente en raison de facteurs tels que l'augmentation du nombre de ménages composés d'une seule personne, une proportion plus élevée de parents qui travaillent et un plus grand nombre d'enfants en âge scolaire qui prennent leurs propres repas, une population très mobile et la disponibilité de snacks prêts à consommer dans les magasins de proximité et les distributeurs automatiques (Caballero et al., 2016).

Dans différentes parties du monde, les enfants et les adolescents ont une alimentation essentiellement malsaine, avec la consommation régulière d'aliments ultra-transformés au détriment d'une alimentation basée sur des aliments frais ou peu transformés (Mescoloto, 2023).

De nombreux scientifiques tirent la sonnette d'alarme sur les conséquences à long terme, de la consommation d'aliments ultra-transformés, notamment chez les enfants. Ils ont montré qu'il existe un lien entre l'alimentation et l'apparition de maladies chroniques à long terme. En effet, le développement de ces maladies est lié à un mode de vie globale notamment à une mauvaise alimentation, responsable d'un certain nombre de dérégulations métaboliques puis de maladies chroniques à plus long terme (Pigois, 2021).

C'est dans ce contexte que se pose la problématique de cette étude, à savoir l'estimation de la qualité nutritionnelle d'un aliment ultra-transformé très apprécié par les enfants : le snack salé, communément dénommé chips. Pour ce faire, on a traité la base de données recueillie sur le marché algérien en se focalisant sur les points suivants :

- Classer les snacks salés selon leurs principaux ingrédients.
- Classer les snacks salés selon leur degré de transformation, en appliquant le système NOVA.
- Estimer la valeur nutritionnelle telle qu'indiquée dans l'étiquetage des produits.

Ce travail, est structuré en deux grandes parties : la première partie consiste en une synthèse bibliographique portant sur des généralités sur les snacks salés ainsi que leur processus de fabrication. La deuxième partie est dédiée à l'analyse des données concernant les différents produits présents sur le marché algérien



Partie Bibliographie



Chapitre 1
Généralités

Chapitre 1. Généralités

Le snacking ou le grignotage représente l'un des nouveaux modes alimentaires. Il se définit comme l'action de manger sans faim, de l'anglais snack qui signifie « en-cas ». Si le collation a toujours subsisté, les pratiques de consommation dans le domaine du grignotage se distinguent de façon importante d'un pays à l'autre (Chikhi et Berrouguet, 2020).

1.1 Historique

En 1853, le magnat des chemins de fer, le Commodore Cornelius Vanderbilt, passait ses vacances à Saratoga Springs, dans l'État de New York. Un soir, lors du dîner, il renvoya ses pommes de terre frites au chef, se plaignant qu'elles étaient trop épaisses. Le chef, George Crum, décida que la plainte de Vanderbilt méritait une réponse sarcastique. Il coupa donc les pommes de terre en tranches très fines, les fit frire dans l'huile jusqu'à ce qu'elles soient croustillantes, les sala et les renvoya au commodore. Le commodore Vanderbilt les adore et les appelle "Crunchpotato slices" (tranches de pommes de terre croustillantes) (Lusas & Rooney, 2001).

Les chips sont devenues très populaires et l'industrie des snacks a évolué depuis la création de la Snack Food Association en 1937. Cette dernière est maintenant nommée SNAC International et c'est l'association commerciale internationale de l'industrie des snacks, représentant plus de 400 fabricants et fournisseurs de snacks dans le monde (Anonyme, 2024).

D'autres associations existent également telle que l'Européen Snacks Association dont la mission est dédiée à l'avancement du secteur des snacks salés. L'ESA compte un large éventail de membres internationaux composés de fabricants et d'entreprises fournissant des équipements, des ingrédients et des services à l'industrie. Les membres de l'ESA regroupent quelque 200 entreprises de toutes tailles dans 40 pays, représentant environ 80 % du marché européen des snacks de marque (ESA, 2024).

1.2 Description des snacks

Les snacks sont décrits comme des aliments servis ou pris de manière informelle en petites quantités entre les repas et sont également décrits comme des repas légers, occasionnels ou pressés. La plupart des snacks sont des produits prêts à être consommés, riches en huile et généralement assaisonnés avec du sel ou des arômes à base de sel, bien que de nombreux snacks sucrés à base de fruits ou de légumes soient de plus en plus prisés dans le monde entier (Serna-Saldivar, 2022).

Les snacks se distinguent principalement par le fait qu'il s'agit de produits de longue conservation à température ambiante, car la plupart d'entre eux sont déshydratés par friture, grillage, cuisson ou salage. L'emballage de ces produits vise à préserver leur fraîcheur et à éviter l'absorption d'humidité et le rancissement de l'huile (Serna-Saldivar, 2022).

1.3 Définition réglementaire des snacks salés

Le Codex Alimentarius 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) (Codex alimentarius, 2021).

1.4 Classification des snacks salés

Les en-cas sont généralement classés en fonction de leur source alimentaire et de leur processus de fabrication. Du point de vue de la transformation, la plupart des snacks commerciaux entrent dans les catégories de première, deuxième ou troisième génération (tableau I) (Serna-Saldivar, 2022).

Tableau I. Classification des snacks en fonction de leur source alimentaire et de leurs principales caractéristiques (Serna-Saldivar, 2022)

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 graux.	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 curls 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.

1.4.1 Les snacks de première génération : Des snacks simplement extrudés

Les snacks de première génération sont tous les produits peu transformés, les plus faciles à fabriquer et se composent de produits naturels, à ingrédient unique tels que les céréales complètes grillées, les cacahuètes, les noix, les fruits et légumes secs, le pop-corn et les chips de pommes de terre ordinaires (figure 1) (Wrigley et Corke, 2016).



Figure 1. Snacks de première génération (Anonyme 2, 2024)

1.4.2 Les snacks de deuxième génération : snacks expansés

Tous les snacks appartenant à cette catégorie sont à ingrédient unique, de forme simple et directement expansés (Caballero et al., 2016). Ils sont fabriqués sur des extrudeuses à haut cisaillement.

Ces snacks, dans lesquels sont classés la plupart des snacks extrudés, ont généralement une faible densité apparente et sont souvent commercialisés en tant que produits riches en fibres, hypocaloriques, protéinés et nutritionnels (Wrigley et Corke, 2016)

Quelques exemples sont les chips de tortilla de maïs (figure 2), les boucles de maïs soufflés (figure 3). Ces types d'en-cas peuvent être agrémentés d'une variété d'arômes, d'huiles, de sel, de sucres, etc (Wrigley et Corke, 2016).

La plupart des en-cas consommés aujourd'hui appartiennent à la catégorie de la deuxième génération (Wrigley et Corke, 2016).



Figure 2. Chips de tortilla (Anonyme 3, 2024)



Figure 3. Chips de maïs soufflé
(Anonyme 4, 2024)

Snacks co-extrudés

Il s'agit d'une technologie relativement nouvelle introduite en 1984 pour l'industrie des snacks. Dans ce processus, deux matériaux différents sont extrudés à partir d'une seule filière. Les deux matières peuvent provenir de deux extrudeuses ou d'une extrudeuse et d'une pompe. Ce procédé permet de produire un snack avec deux saveurs différentes, deux textures ou deux couleurs. Le snack le plus couramment produit par coextrusion est un tube extérieur à base de céréales avec un fourrage au fromage à l'intérieur. Il existe trois types principaux de snacks co-extrudés sur le marché : les tubes à base de céréales avec des garnitures à base de céréales, les tubes à base de céréales avec des garnitures à base de matières grasses et les tubes à base de céréales avec des garnitures à base d'eau (Wrigley et Corke, 2016).

1.4.3 Snack de troisième génération : Demi-produits ou granulés

Les snacks de troisième génération (3G) ou granulés sont également appelés semi-produits ou demi-produits (figure 4) (Sevatson et Huber, 2000). Ils sont produits presque de la même manière que les snacks de deuxième génération, mais lorsque le produit sort de l'extrudeuse, il a la forme de la filière, c'est-à-dire qu'il n'est pas expansé et qu'il est séché sous cette forme. L'expansion du produit est obtenue ensuite par friture, chauffage à l'air chaud ou au four à micro-ondes (Caballero et al., 2016).



Figure 4. Snacks de troisième génération (Anonyme 5, 2024)

Après expansion, les produits sont épicés, puis emballés et vendus comme snacks prêts à consommer (Ready-to-eat). Ils peuvent également être aromatisés avant l'expansion et vendus sous forme de granulés à préparer à la maison.

Ce type de produit présente une faible teneur en humidité (entre 7 et 10 %), une densité élevée et une stabilité qui lui permet d'être stocké pendant une longue période sans subir de dommages microbiologiques (Serna-Saldivar, 2022).

Les matières premières généralement utilisées sont les suivantes : farines (maïs, pomme de terre, riz, blé, avoine, etc.), amidon (maïs, blé, pomme de terre, tapioca), shortenings liquides et monoglycérides. Il est possible d'ajouter des ingrédients contenant des arômes ou des nutriments tels que de la viande (crevette, crabe, poulet, bœuf), des poudres de légumes ou des sous-produits de l'industrie alimentaire (pulpe de betterave sucrière, marc de pomme, marc de tomate, son, etc.), des composants du lait (yaourt, fromage, lactosérum) ou tout autre arôme susceptible d'intéresser le consommateur (pizza, jambon, oignon, etc.) (tableau II) (Serna-Saldivar, 2022).

Tableau II. Formulation typique d'un snack de troisième génération (Wrigley et al., 2016)

Ingrédients	Proportion (%)
A base de maïs	-
Texture dure et croquante	-
Maïs moulu	94,5
Amidon de Maïs	5,0
Monoglycéride	0,5
Texture douce et mousseuse	-
Amidon de Maïs	55,2
Amidon de blé	27,5
Fécule de tapioca	14
Graisse liquide	2,5
Monoglycéride	0,8
A base de pommes de terre	-
Dure et croquante	-
Flocons de pommes de terre	49
Farine de blé dur	30
Amidon de blé	20
Monoglycéride	1
Croustillant	-
Flocons de pommes de terre	47
Farine de blé dur	30
Amidon de blé	20
Huile végétale	3
Doux	-
Flocons de pommes de terre	49
Farine de maïs	30
Amidon de blé	20
Monoglycéride	1

1.5 La composition des snacks salés

1.5.1 Les principaux ingrédients utilisés dans la fabrication des snacks

À l'heure actuelle, les produits à grignoter sont fabriqués à partir d'une variété d'ingrédients. Les sources d'ingrédients les plus courantes sont le maïs, le blé, le riz, la pomme de terre, le tapioca et l'avoine (Wrigley et al., 2016).

1.5.1.1 Le maïs

Le maïs est l'ingrédient principal de nombreux produits en granulés. Pour la plupart des snacks extrudés à base de maïs, on utilise de la semoule de maïs moulue à sec. De grandes quantités de farine de maïs sont utilisées dans la production de snacks extrudés soufflés et une partie est utilisée dans les chips de maïs. Le choix de la granulation dépend du type de snack et du type d'extrudeuse. Par exemple, pour une texture et une structure cellulaire fines, ou pour un goût plus doux, il convient d'utiliser une granulation fine de farine de maïs, alors que pour une texture croquante avec une structure cellulaire légèrement plus importante, une granulation plus grossière de farine de maïs est souhaitable (Wrigley et al., 2016).

Aujourd'hui, on trouve sur le marché des amidons de maïs à forte teneur en amylose ou en amylopectine. Les amidons de maïs à haute teneur en amylose sont utilisés lorsque le snack doit être croustillant et résistant. Pour augmenter l'expansion du snack, on peut utiliser des amidons de maïs à haute teneur en amylopectine (amidon cireux). Le maïs cireux contient très peu d'amylose, alors que le maïs normal contient 25 à 35 % d'amylose (Wrigley et al., 2016).

1.5.1.2 Le riz

Aux États-Unis, les ingrédients à base de riz ne sont pas couramment utilisés dans la formulation des snacks. Au Japon, la plupart des snacks sont fabriqués avec du riz ou de la farine de riz. L'une des principales raisons est le coût du riz par rapport à celui d'autres ingrédients (Wrigley et al., 2016).

Les brisures de riz peuvent être utilisées comme ingrédient dans les produits de grignotage expansés ou soufflés, car le riz possède de bonnes qualités d'expansion. Les granules d'amidon de riz sont les plus petits (2-8 mm) de tous les amidons de céréales et peuvent être digérés très facilement (Wrigley et al., 2016).

Le riz est couramment utilisé comme support pour d'autres arômes, car sa saveur est fade. Par rapport à d'autres produits, le riz nécessite la température la plus élevée pendant l'extrusion pour la cuisson d'un en-cas (Wrigley et al., 2016).

La farine de riz pourrait être utilisée pour améliorer la texture des snacks multigrains. La farine de riz peut être mélangée avec de la farine de masa, des flocons de pommes de terre ou des flocons d'haricots. Les chips fabriquées avec 100 % de farine de riz absorbent 20 à 30 % d'huile en moins pendant la friture (Wrigley et al., 2016).

1.5.1.3 Blé

La semoule (grosse particule), généralement produite par la mouture du blé dur, est également utilisée dans la formulation des produits de grignotage. La semoule a un taux d'expansion et une densité en vrac à peu près identiques à ceux de la farine de maïs. Les produits à grignoter entièrement à base de semoule ont une texture très croustillante (Wrigley et al., 2016).

Dans les snacks extrudés, le gluten de blé apporte une valeur nutritionnelle, du croustillant et la texture souhaitée. En général, 1 à 2 % de gluten de blé sont utilisés dans les snacks (Wrigley et al., 2016).

Les produits à grignoter fabriqués avec du blé ont généralement une saveur douce et une couleur blanche à blanc cassé. L'utilisation du blé dans la formulation des snacks est limitée en raison de son coût (Wrigley et al., 2016).

1.5.1.4 Pomme de terre

Différentes formes de pommes de terre (granulés, flocons, farines et amidons) sont utilisées dans les formulations de snacks. La fécule de pomme de terre est souvent utilisée dans les snacks pour leur donner plus d'expansion. Elle possède un excellent pouvoir de gonflement et de liaison (Wrigley et al., 2016).

Dans les snacks, elle a une saveur définie et donne une couleur dorée à brun clair au produit. Elle nécessite une température de cuisson basse car ses granules se désagrègent facilement (Wrigley et al., 2016).

La farine de pomme de terre est l'ingrédient principal de deux produits de grignotage courants, à savoir le grignotage à expansion directe (produit ressemblant à des frites) et les chips fabriquées (Wrigley et al., 2016).

1.5.2 Les Additifs alimentaires

Par additif alimentaire, on entend toute substance qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire, ni utilisée normalement comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire, qu'elle ait ou non une valeur nutritive

Son addition intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique ou organoleptique à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage et du transport peut entraîner son incorporation ou celle de ses dérivés dans cette denrée ou en affecter d'une autre façon les caractéristiques (Codex alimentarius, 2021).

Les colorants : Ils donnent une couleur spécifique ou renforcent une couleur déjà existante.

Exemple : (extrait de paprika, norbixine de rocou, annattonorbixine, extrait de curcuma, oléorésine de paprika, poudre de caramel, Curcumine, colorant (SIN 110 - SIN 160C, oléorésine de paprika, rouge orangé.

Les conservateurs : Ils prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations dues aux micro-organismes. Exemple : Diacétate de sodium, glutamate de monosodique, acide lactique, oignon déshydraté, diacétate de sodium.

Les épaississants : Ils augmentent la viscosité des crèmes ou des sauces notamment. Exemple : Maltodextrines.

Les gélifiants : Ils confèrent de la consistance à la denrée alimentaire, en solidifiant un liquide sous forme de gel.

Les stabilisants : Ils maintiennent les propriétés physico-chimiques des aliments.

Les exhausteurs de goût : Ils renforcent le goût et/ou l'odeur d'une denrée alimentaire. Exemple : 5'-Ribonucléotide Disodique, glutamate monosodique, (SIN 621, SIN635), guanylate disodique, inosinate disodique, arôme piment, arôme fromage, arômes chawarma.

Les amidons modifiés : Ils sont obtenus à partir d'amidons alimentaires, ils agissent sur la texture du produit. Exemple : Amidon modifié (E1450-).

Les édulcorants : Ils donnent une saveur sucrée au produit.

Les anti-agglomérants : dioxyde de silicium, SIN 551.-Antioxydant : phosphate tricalcique, vitamine E, lactates de calcium, lactate de calcium

Les poudres à lever : elles libèrent des gaz et accroissent le volume d'une pâte

Les sels de fonte : Ils dispersent les protéines contenues dans le fromage pour entraîner une répartition homogène des matières grasses et des autres composants.

Les régulateurs d'acidité : acide citrique, acide malique.



Chapitre 2
Processus de fabrication

Chapitre 2. Processus de fabrication

La plupart des transformateurs de snacks concentrent leurs technologies sur l'amélioration de la durée de conservation de leurs produits du point de vue rancissement oxydation des graisses et de la texture (Serna-Saldivar, 2022).

Ces paramètres critiques sont principalement contrôlés par la sélection des huiles de friture appropriées, le processus de friture, l'utilisation d'additifs artificiels ou naturels, et surtout la technologie d'emballage qui, dans la plupart des cas, utilise des matériaux qui excluent l'humidité, l'oxygène et la lumière UV pour protéger la croustillance et la rancidité du produit (Serna-Saldivar, 2022).

2.1 Les principaux processus impliqués (utilisés) dans la fabrication des snacks

2.1.1 Friture

La friture est considérée comme l'une des méthodes les plus universelles de cuisson des aliments et est encore largement utilisée par pratiquement toutes les cultures de la planète. Ce processus est fortement influencé par la source, le type et l'état de l'huile de friture ainsi que par les paramètres de traitement (Serna-Saldivar, 2022).

La friture consiste à placer l'aliment dans de l'huile chaude pendant un certain temps afin d'obtenir la texture et la saveur souhaitées des aliments frits. Plusieurs réactions se produisent instantanément dans l'huile de friture et dans l'aliment frit (figure 5) (Serna-Saldivar, 2022).

Lorsqu'un aliment est introduit dans une friteuse, l'oxygène entre et contribue aux réactions d'oxydation ; l'eau entre également, ce qui entraîne l'hydrolyse des graisses et l'augmentation des acides gras, des mono et diglycérides et de la glycérine. Les métaux lixiviables et les composés colorés restent dans l'huile avec une partie des lipides de l'aliment (Serna-Saldivar, 2022).

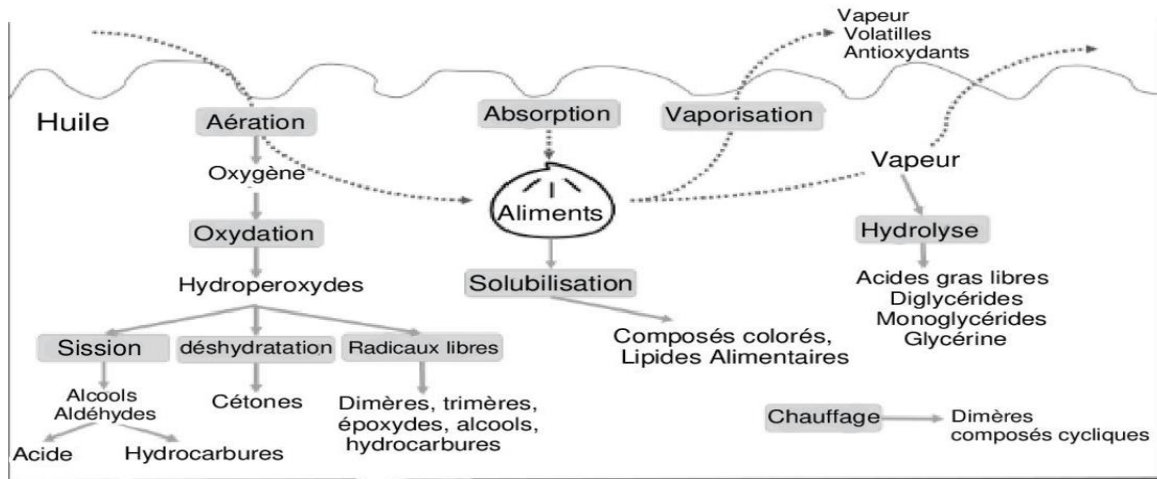


Figure 5. Réactions et composés chimiques produits lors de la friture des aliments (Serna-Saldivar, 2022).

Les graisses/huiles utilisées dans la préparation des snacks peuvent être divisées en deux catégories en fonction de leur consistance à température ambiante :

- Les huiles liquides telles que la plupart des huiles végétales comme le soja, le coton, le tournesol, le carthame, l'arachide, l'olive, le canola ;
- Les solides et semi-solides tels que les shortenings, le saindoux, le beurre, la margarine, la noix de coco et le palmiste.

La principale différence entre ces deux catégories est le degré d'insaturation. Les triglycérides des huiles liquides sont principalement composés d'AG polyinsaturés et monoinsaturés, tandis que les graisses solides, sont riches en AG saturés. Les huiles liquides sont les plus couramment utilisées ou conviennent le mieux pour la friture (Serna-Saldivar, 2022).

Les caractéristiques de l'huile ou de la graisse de friture sont d'une importance capitale pour la qualité finale des en-cas, car elles sont étroitement liées à la saveur, à la qualité gustative et à la sensation en bouche (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.2 Cuisson

Par rapport à la friture, la cuisson est une option qui permet d'obtenir des produits de grignotage à faible teneur en matières grasses ou sans matières grasses. Pour l'industrie des snacks, la cuisson réduit l'humidité dans le but d'obtenir les propriétés organoleptiques souhaitées et une durée de conservation plus longue (Serna-Saldivar, 2022).

La température est l'un des principaux paramètres à prendre en compte car elle contrôle la réaction de Maillard qui conduit à des qualités sensorielles souhaitables telles que la couleur, le goût et le croustillant. Pour cette raison, la cuisson est considérée comme l'un des processus les plus sensibles car elle influence les qualités chimiques, physiques et sensorielles des snacks ainsi que les coûts de production (Serna-Saldivar, 2022).

L'industrie est constamment à la recherche de fours permettant d'accélérer le processus, d'augmenter le rendement et de réduire les coûts tout en conservant ou en améliorant la qualité du produit (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.3 La cuisson par extrusion

La cuisson par extrusion est l'une des technologies les plus utilisées pour produire des snacks. Elle comprend plusieurs opérations unitaires, telles que le mélange, le formage, la texturation, la cuisson, la coupe, le soufflage et le séchage, qui se déroulent presque simultanément (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.3.1 Les extrudeuses

Les extrudeuses alimentaires sont considérées comme un équipement de fabrication efficace en raison de l'énergie thermique et mécanique produite pour provoquer des modifications physicochimiques des matières premières, ce qui entraîne une homogénéisation complète des ingrédients extrudés (Serna-Saldivar, 2022).

À l'origine, l'extrudeuse était utilisée pour produire une matière première non cuite nécessitant un processus de friture ultérieur. Néanmoins, les nouveaux modèles d'extrudeuses permettent la production de matériaux moins denses adaptés au séchage ou au grillage (Serna-Saldivar, 2022).

Les extrudeuses à double vis ont été plus largement utilisées, principalement, en raison de la capacité de cette technologie à créer une grande variété de formes, de textures et même d'arômes. La température, l'humidité et le cisaillement produit par les deux vis sont des variables essentielles du processus qui modifient les caractéristiques et la qualité finale du produit (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.3.2 Le procédé d'extrusion

2.1.3.2.1 La matière première

La matière première, généralement utilisée pour la production de snacks extrudés, est constituée de grains décortiqués ou de farines raffinées à forte teneur en amidon et donc à faible teneur en composés phytochimiques et en fibres alimentaires (Serna-Saldivar, 2022).

Les fractions raffinées sont préférées en raison de leur teneur plus élevée en amidon qui améliore la fonctionnalité des snacks et des aliments prêts à consommer (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.3.2.2 Les mécanismes impliqués dans le processus d'extrusion

Aujourd'hui, le processus d'extrusion se caractérise par un processus de chauffage rapide et par la formation d'un extrudât en un temps relativement court. Les extrudats sortent de la filière avec des taux d'expansion élevés (Serna-Saldivar, 2022).

Les conditions nécessaires pour maintenir les produits extrudés avec une structure vitreuse sont la faible humidité et la température. Habituellement, un aliment dont l'humidité est inférieure à 5% conserve sa texture croustillante à une température ne dépassant pas 40°C. Au-delà de cette température, l'aliment se transforme en matière plastique ou viscoélastique (Serna-Saldivar, 2022).

Pendant le processus d'extrusion, les conditions de température et d'humidité sont élevées, ce qui entraîne généralement plusieurs réactions qui produisent des couleurs et des arômes, telles que la réaction de Maillard, la dégradation des lipides et des vitamines, et la dégradation des acides aminés (Serna-Saldivar, 2022).

L'expansion de mélange se produit principalement lorsqu'elle sort de la filière et dépend essentiellement de deux mécanismes :

- ✓ Le premier est connu sous le nom de phénomène de gonflement de la filière, où l'augmentation de volume se produit en raison de la différence de pression entre la pression interne de la filière et la pression extérieure ;
- ✓ L'expansion produite par l'évaporation soudaine de l'eau dans la matière fondue, où de petites bulles se forment dans un processus connu sous le nom de nucléation. Le premier mécanisme est considéré comme plus pertinent dans les aliments. Les bulles augmentent leur volume en fonction de la viscosité (figure 6) (Serna-Saldivar, 2022).

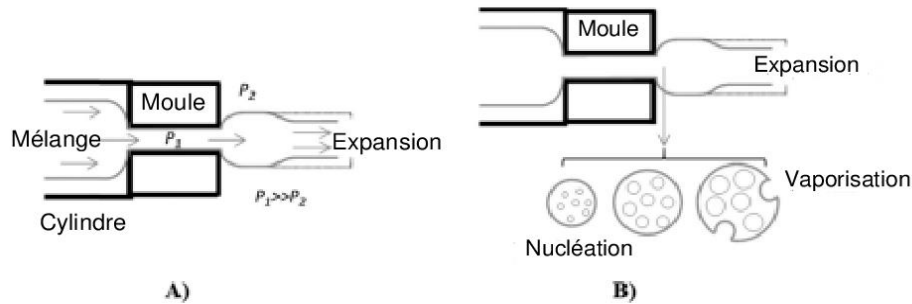


Figure 6. Phénomènes impliqués dans le processus d'expansion pendant l'extrusion. (A) Phénomène de gonflement de la matrice et (B) la vaporisation de l'eau dans la matrice extrudée (Serna-Saldivar, 2022).

2.1.3.2.3 Les types de snacks produits par extrusion

L'extrusion peut être utilisée pour cuire, former et élargir des matériaux connus sous le nom de snacks directement élargis, qui sont des produits prêts à être consommés ; toutefois, cette technologie peut produire des granulés utilisés pour la production de snacks de troisième génération. Ces derniers sont connus pour être des matériaux compacts ou denses qui nécessitent une opération unitaire supplémentaire, essentiellement la friture, pour produire l'élargissement et les caractéristiques souhaitées dans les produits finis. Le diagramme de la figure 7 montre le processus de base pour produire des snacks directement élargis et des snacks extrudés de troisième génération (Serna-Saldivar, 2022).

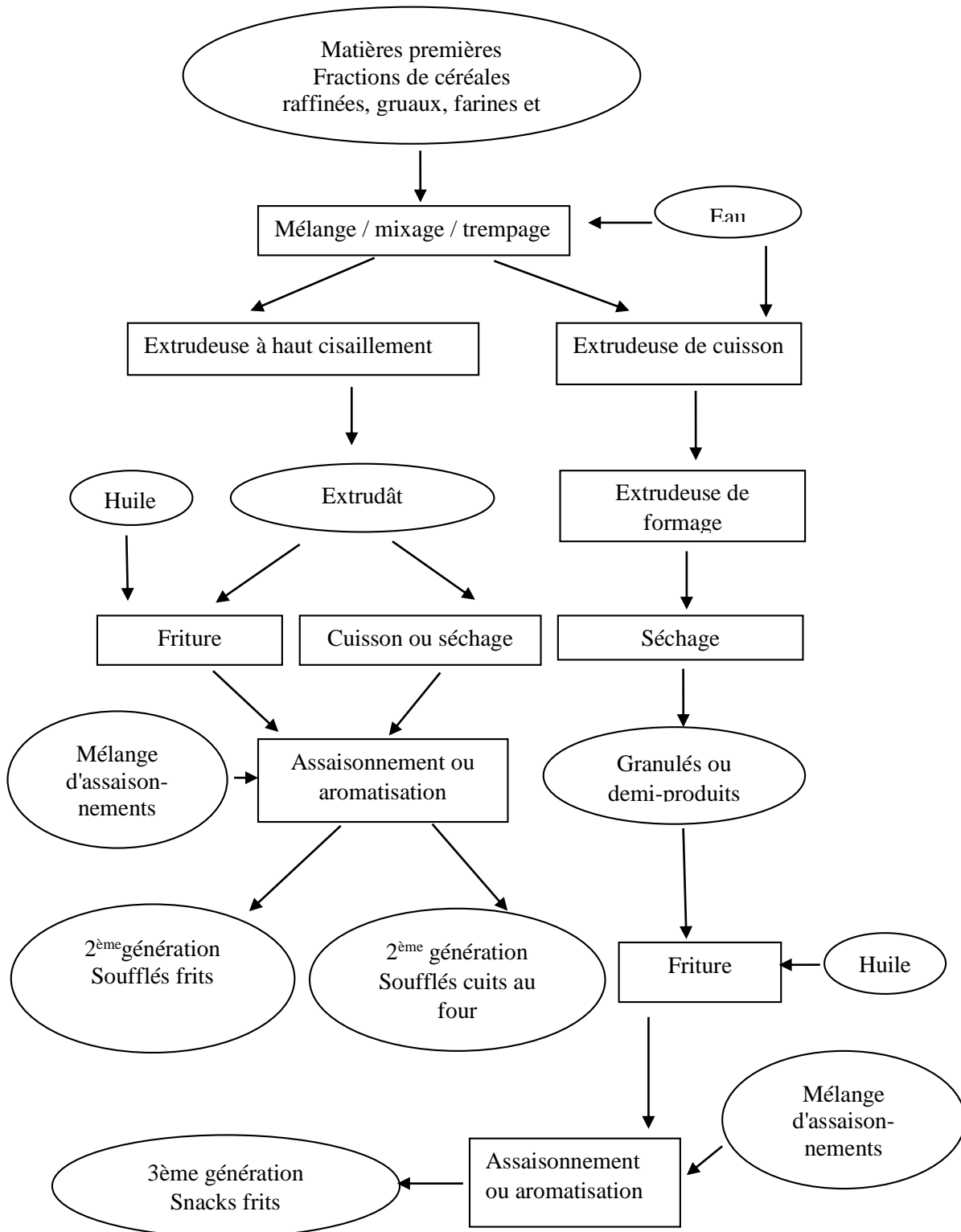


Figure 7. Organigramme de la fabrication des snacks à expansion directe et de troisième génération (Serna-Saldivar, 2022).

2.2 Les procédés de fabrication des principaux snacks

2.2.1 Processus de fabrication des chips

Les chips de pomme de terre constituent le secteur le plus important des aliments de grignotage dans tous les marchés (Wrigley et Corke, 2016)

Le diagramme de flux de base du processus original de fabrication des chips comprend neuf opérations principales : peler, couper, trancher, laver, égoutter, frire, inspecter, assaisonner et emballer (figure 8) (Caballero et al., 2016).

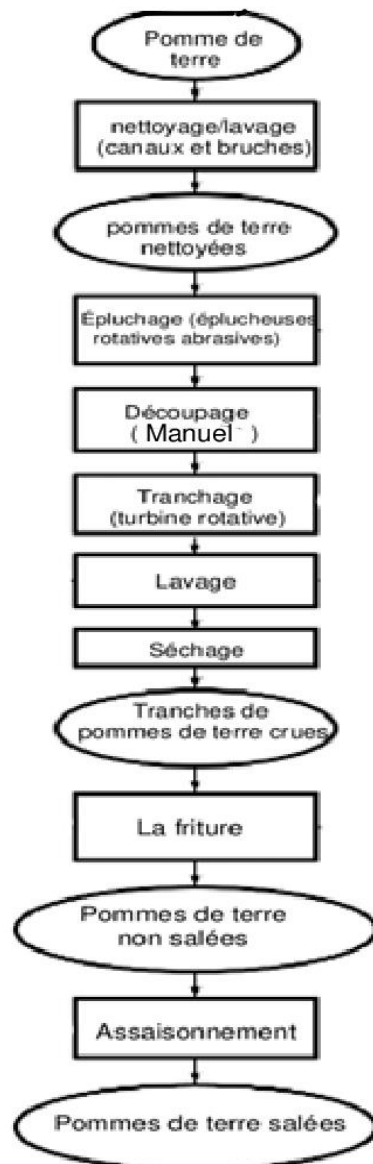


Figure 8. Organigramme du processus de friture conventionnel pour des frites ordinaires (Serna-Saldivar, 2022).

2.2.1.1 Pomme de terre (matière première)

Les chips traditionnelles sont fabriquées à partir de pommes de terre entières et crues, coupées en tranches (Wrigley et Corke, 2016).

2.2.1.2 Pelage et parage

Les pommes de terre sont déplacées à l'aide de trémies et de convoyeurs afin d'éliminer toute matière étrangère et d'être nettoyées afin d'éliminer la saleté adhérente (Serna-Saldivar, 2022).

Les méthodes de pelage les plus couramment utilisées sont les rouleaux abrasifs, les brosses, les deux avec un rinçage continu et, dans certaines installations, la lessive ou la vapeur (Serna-Saldivar, 2022).

Après l'épluchage, les tubercules défectueux doivent être enlevés par des convoyeurs et les parties endommagées doivent être parées manuellement (Serna-Saldivar, 2022).

2.2.1.3 Tranchage

L'épaisseur de la tranche est cruciale pour la croustillante caractéristique des chips, car elle permet une perte d'humidité rapide et la formation d'une croûte pendant la friture. Les pommes de terre brutes sont généralement tranchées à une épaisseur qui varie entre 1,27 et 1,78 mm pour les tranches droites et entre 2,54 et 3,05 mm pour les frites (Caballero et al., 2016).

Ces coupes peuvent avoir une surface droite, rainurée, plissée ou plate (Wrigley et Corke, 2016).

2.2.1.4 Lavage des tranches

Lors du tranchage, les tissus de la pomme de terre sont rompus, ce qui libère le contenu des parois cellulaires tel que l'amidon et l'eau interne. Si les tranches non lavées sont placées directement dans la friteuse, elles ont tendance à se coller les unes aux autres, retenant l'humidité et l'huile entre les tranches (Caballero et al., 2016).

Pour éviter ces défauts, les tranches de pommes de terre sont lavées dans des tambours à mailles par immersion et/ou avec des pulvérisateurs d'eau à haute pression. On estime qu'entre 10 et 20 % du poids initial des pommes de terre sont perdus au cours de cette opération (Caballero et al., 2016).

2.2.1.5 Préchauffage

Le rinçage des tranches de pommes de terre dans de l'eau chaude à une température inférieure à la gélatinisation de l'amidon (55-60 °C) est une opération facultative appelée "préchauffage", qui peut être appliquée pour réduire les sucres réducteurs ou pour améliorer la texture des pommes de terre stockées. L'eau chaude augmente la solubilité du glucose et du fructose, évitant ainsi les défauts de brunissement (Caballero et al., 2016).

2.2.1.6 Égouttage des tranches

Afin de minimiser l'absorption d'huile pendant la friture, l'excès d'eau de lavage doit être éliminé généralement par un mouvement continu qui, dans certains cas, comprend également l'injection d'air ou un tapis roulant à mailles vibrantes avec aspiration par le vide. Les dispositifs centrifuges sont également très efficaces (Caballero et al., 2016).

2.2.1.7 Friture

Après les opérations de transformation précédentes, les tranches de pommes de terre brutes, sont prêtes pour la friture (Caballero et al., 2016).

La clé de la fabrication d'une chips croustillante est la perte rapide d'humidité ; la tranche passe d'un taux d'humidité de 78 à 1,5 % en 2 minutes. Une température initiale typique pour l'huile de friture serait de 177 °C (Caballero et al., 2016).

Toute graisse hydrogénée ou non hydrogénée peut être utilisée et peut inclure une ou un mélange d'huiles telles que l'huile de maïs, d'olive, de soja, de palme, de coton, de canola, de colza, de tournesol et d'arachide, parmi d'autres (Caballero et al., 2016).

Avec les changements émergents dans l'étiquetage alimentaire, qui inclut la déclaration de la teneur en acides gras trans, l'industrie des snacks s'est orientée vers l'utilisation d'huiles non hydrogénées pour éliminer les graisses trans de leurs produits dans le cadre d'une stratégie de marketing liée à la santé (Caballero et al., 2016).

2.2.1.8 Assaisonnement

La plupart des chips sont salées ou assaisonnées avant d'être emballées. Le sel et/ou l'assaisonnement sont généralement saupoudrés sur les chips lorsqu'ils sont chauds lorsqu'elles passent sur une bande transporteuse ou lorsqu'elles tournent dans un tambour rotatif.

Le sel est généralement ajouté en cristaux très fins et représente habituellement 1 à 2 % du poids du produit fini.

Les assaisonnements sont généralement des mélanges d'épices avec d'autres ingrédients et additifs. De nombreux arômes peuvent être trouvés sur le marché, les plus courants étant le barbecue, le fromage cheddar, la crème aigre et l'oignon, et le vinaigre. Les niveaux d'utilisation des arômes varient mais peuvent représenter de 5 à 10 % du poids du produit fini (Caballero et al., 2016).

2.2.1.9 Emballage

L'emballage est la dernière étape du processus de fabrication des chips. L'industrie innove et évolue en permanence pour produire de nouveaux aliments emballés dans des matériaux attrayants et fonctionnels afin de préserver leur fraîcheur pendant de plus longues périodes.

Les emballages modernes de chips sont des laminés complexes de matériaux polymères synthétiques. Le plus couramment utilisé est le polypropylène métallisé, fabriqué par aspersion d'aluminium sur un pli de polypropylène (Caballero et al., 2016).

Le polypropylène apporte une résistance mécanique, une bonne étanchéité, de bonnes propriétés de barrière à l'humidité, une faible perméabilité à l'oxygène et une protection contre la lumière, qui accélère les réactions d'oxydation (Caballero et al., 2016).

Les chips sont emballées à un taux d'humidité de 1,5 %, et lorsque l'humidité augmente à 4 %, elles deviennent molles (Caballero et al., 2016).

2.2.2 Chips de maïs et de tortilla

Après les chips de pomme de terre, les chips de maïs et de tortilla représentent la deuxième catégorie la plus importante de snacks salés.

La principale différence entre les chips de tortilla et les chips de maïs est l'étape de cuisson supplémentaire nécessaire à la fabrication des chips de tortilla (figure 9) (Wrigley et al., 2016).

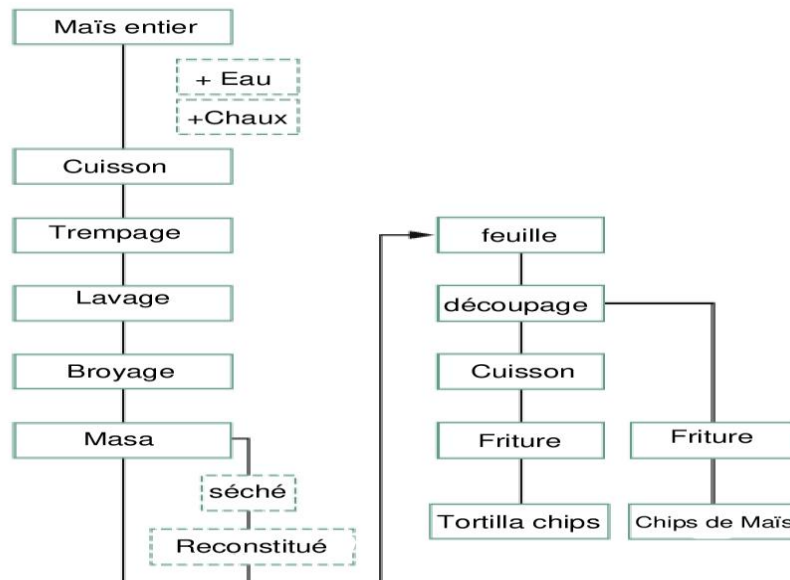


Figure 9. Diagrammes de fabrication des tortillas et des chips de maïs (Wrigley et al., 2016).

Dans le processus actuel, le maïs entier est cuit jusqu'à 3 heures à 80-100 °C avec une agitation fréquente dans un excès d'eau de 120-300% contenant 0,1-2,0% de chaux hydratée. Le maïs cuit est ensuite mis à tremper, généralement pendant une nuit. Les étapes de cuisson et de trempage permettent à l'endosperme de s'hydrater et de se ramollir, ce qui favorise la gélatinisation partielle de l'amidon. Un lavage ultérieur permet d'éliminer le péricarpe et le calcaire résiduel (Colin et al., 2016).

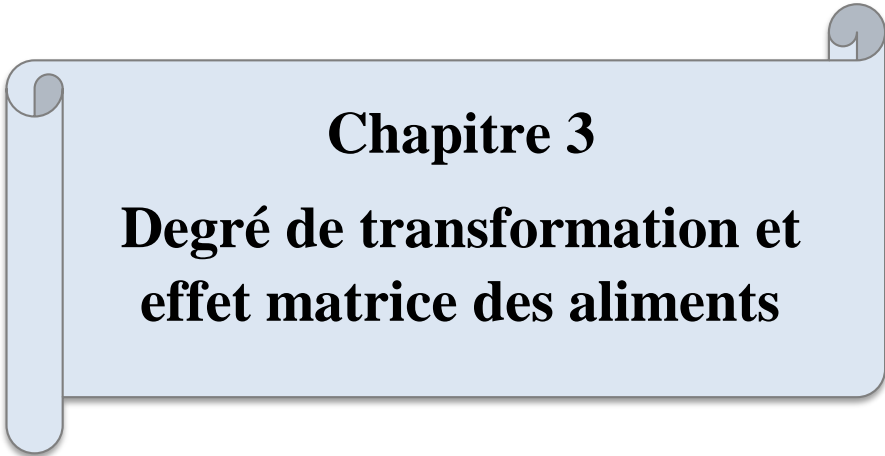
La matière lavée est ensuite traditionnellement broyée à la meule de pierre, ce qui permet d'obtenir de la masa fraîche, qui est ensuite mise en feuilles, coupée et soit cuite et frite pour produire des chips de tortilla, soit simplement frite après avoir été mise en feuilles et coupée pour produire des chips de maïs (Colin et al., 2016).

Dans le cas des chips de maïs, la masa peut être directement extrudée et coupée dans l'huile de friture au lieu d'être étalée et coupée (Colin et al., 2016).

En moyenne, les chips de maïs contiennent 35 % de matières grasses, alors que les tortilla chips de bonne qualité en contiennent 25 %. Cela s'explique par l'étape préliminaire de cuisson des chips de tortilla, qui fixe la structure, minimisant ainsi l'absorption d'huile pendant la friture (Colin et al., 2016).

Les arômes et les colorants peuvent être soit ajoutés à la pâte, ce qui peut entraîner une perte d'arôme importante due à la volatilisation ou à la dégradation pendant la friture, soit ajoutés sous forme de poudre ou de spray d'huile après la friture (Colin et al., 2016).

De nouvelles méthodes simples de production de chips de maïs et de tortilla ont été mises au point. De nombreux fabricants d'aliments à grignoter aiment utiliser des farines de masa sèches qui se déclinent en une variété de couleurs et de granulométries. En ajoutant de l'eau à la farine de masa précuite, il est possible de fabriquer différentes formes de snacks à l'aide d'une extrudeuse de fromage. Ces snacks peuvent être frits, aromatisés et emballés pour la vente. La friture a augmenté le marché des snacks à base de masa, car après la friture, le produit final a un goût et une texture excellents et une longue durée de conservation (Colin et al., 2016).



Chapitre 3
Degré de transformation et
effet matrice des aliments

Chapitre 3. Degré de transformation et effet matrice des aliments

Le système de classification NOVA regroupe tous les aliments en fonction de la nature, de l'étendue et des objectifs des processus industriels auxquels ils sont soumis. Il s'agit de techniques physiques, biologiques et chimiques utilisées après que les aliments ont été séparés de la nature et avant qu'ils ne soient consommés ou transformés en plats et en repas (Monteiro et al., 2019).

3.1 Classification des aliments selon leur degré de transformation

En 2010, certains épidémiologistes brésiliens se sont inquiétés de l'augmentation rapide de la prévalence de l'obésité et du diabète de type 2 dans la population brésilienne, en particulier chez les enfants et les adolescents, ce qui les a incités à élaborer une nouvelle classification des aliments basée sur le degré de transformation des aliments, à savoir la classification internationale NOVA. Ils classent les aliments dans les catégories suivantes : crus/minimalement transformés, ingrédients culinaires transformés, transformés et ultra-transformés (Fardet, 2019).

En effet ce ne sont pas les groupes alimentaires tels qu'on les connaît qui posent problème en tant que tels pour la santé, mais plutôt la façon dont on les transforme. La classification NOVA (« nouveau » en portugais) définit 4 groupes technologiques (figure 10).

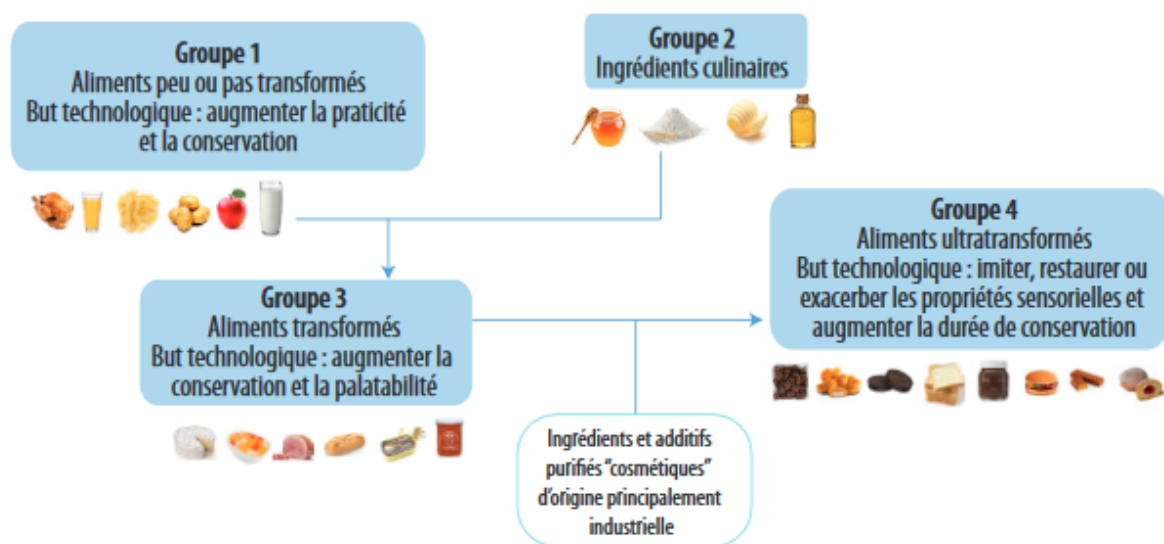


Figure 10. Les groupe d'aliments selon la classification NOVA (Fardet, 2018)

Le système de classification NOVA regroupe tous les aliments en fonction de la nature, de l'étendue et des objectifs des processus industriels auxquels ils sont soumis. Il s'agit de techniques physiques, biologiques et chimiques utilisées après que les aliments ont été séparés de la nature et avant qu'ils ne soient consommés ou transformés en plats et en repas (Monteiro et al., 2019) .

Groupe 1 : Les aliments peu ou pas transformés

Les aliments peu ou pas transformés sont les parties comestibles des végétaux (graines, fruits, feuilles, tiges, racines) ou des animaux (muscles, abats, œufs, lait) et aussi des champignons et des algues, et l'eau (Tableau I) (Fardet, 2018).

Les aliments peu transformés sont des aliments naturels soumis à un ou des traitements, surtout physique, qui ne modifient pas substantiellement les propriétés nutritionnelles et les utilisations des aliments d'origine. Ces procédés sont utilisés pour prolonger la durée de vie des aliments non transformés, et pour faciliter ou diversifier la préparation des aliments comme dans le cas du retrait des parties non comestibles, l'écrasement ou le broyage des graines, le grillage des grains de café ou des feuilles de thé et la fermentation du lait pour fabriquer des yaourts (Fardet, 2018).

Le Groupe 1 inclut également les aliments complétés avec des vitamines et des minéraux généralement ajoutés pour remplacer les nutriments perdus durant la transformation tels que les farines de blé ou de maïs enrichies en fer ou acide folique (Fardet, 2018)

Tableau VI. Aliments de groupe 1 classés selon leurs traitement technologique (Fardet, 2018).

Groupes technologiques	Traitements technologiques	Aliments représentatifs
<p>Groupe 1 : Les aliments pas ou peu transformés</p>	<p>Nettoyage et l'élimination des fractions non comestibles Lavage Filtrage Vannage Tamisage Dépeçage, découpage et désossage Mise en portions Mise en filet Mise en bouteille, récipient ou container Râpage Pelage Décorticage Broyage Flaconnage des grains Séchage Réfrigération Refroidissement Congélation Pasteurisation Stérilisation Cuisson à l'eau bouillante Réduction de matières grasses et écrémage Emballage simple, sous vide ou en présence de gaz Pressage Maltage (avec addition d'eau) et fermentation (addition de microorganismes vivants) sans production d'alcool</p>	<p>Viandes rouges, volailles, poissons et fruits de mer. Œufs Laits entier, demi-écrémé et écrémé frais, pasteurisé ou en poudre Laits fermentés comme le yaourt nature sans sucre ou édulcorant ajouté Céréales entières (grain de blé cuit, riz brun) ou polies incluant tous les types de riz (riz blanc, précuit) Graines de légumineuses (lentilles, haricots et pois chiche) Pâtes alimentaires, couscous ou polenta faits de farine, flocons ou gruaux et d'eau Farines, flocons ou gruaux de maïs, blé, avoine ou manioc Fruits frais, refroidis, congelés, comprimés, emballés sous vide ou séchés Jus de fruits ou légumes frais ou pasteurisés non reconstitués et sans sucres, édulcorants ou arômes ajoutés Légumes feuille ou racine frais, congelés, comprimés, emballés sous-vide ou séchés Champignons frais ou secs Fruits à coque et autres graines oléagineuses sans sucre ou sel ajouté Herbes fraîches ou séchées (thym, menthe) Thé Café Eau du robinet, de source, filtrée ou minérale</p>

Groupe 2 : Les ingrédients culinaires

Les ingrédients culinaires sont des substances extraites du Groupe1 par des transformations physiques et chimiques, tels que le pressage, le raffinage, la meunerie, le broyage et le séchage par pulvérisation, ou provenant directement de la nature comme le sel (Fardet, 2018).

L'objectif de ces transformations est de fabriquer des produits utilisables dans des préparations culinaires diversifiées (soupes, pains, conserves, salades ...). La plupart fournissent essentiellement de l'énergie. Cependant, ils ne sont généralement pas consommés directement en tant que tels (Fardet, 2018).

Par ailleurs, les éléments de ce groupe peuvent contenir des additifs utilisés pour préserver les propriétés originales du produit : les huiles végétales avec ajout d'antioxydants, et le vinaigre avec ajout de conservateurs qui préviennent la prolifération des micro-organismes (Tableau IV) (Fardet, 2018).

Tableau VII. Les ingrédients culinaires (Fardet, 2018)

Groupes technologiques	Traitements technologiques	Aliments représentatifs
Groupe 2 : Les ingrédients culinaires	Raffinage Broyage Pressage Mouture Mise en poudre Hydrolyse	Huiles végétales Graisses animales Sucres et sirops (Miel, sirop d'érable) Amidons Vinaigres Sels

Groupe 3 : Les aliments transformés

La plupart des aliments transformés sont constitués d'un ou deux ingrédients. Les procédés incluent des méthodes de conservation et de cuisson variées, et dans le cas du pain et du fromage des fermentations non alcooliques (Tableau V) (Fardet, 2018).

Les aliments transformés peuvent contenir des additifs utilisés pour conserver leurs propriétés originales ou pour résister à la contamination microbienne.

Chapitre 3. Degré de transformation et effet matrice des aliments

Dans ce groupe la technologie permet d'améliorer le goût de l'aliment, sa durée de conservation, parfois même sa densité nutritionnelle comme avec les fermentations (Fardet, 2018).

Tableau V. Aliments transformés (Fardet, 2018)

Groupes technologiques	Traitements technologiques	Aliments représentatifs
<p style="text-align: center;">Groupe 3 : Les aliments transformés</p>	<p>Cuissons (autres qu'à l'eau bouillante) Séchage Fumage Fermentations (alcooliques, pains et fromages) Mise en conserve, en bouteille ou en bocal avec de l'huile, du sucre, du sirop ou du sel Autres méthodes de conservation comme le salage, le marinage, le fumage.</p>	<p>Légumes et légumineuses mises en conserve ou bouteille et préservés dans une saumure Fruits pelés ou tranchés préservés dans du sirop Viandes et poissons transformés mais non reconstitués tels que le jambon, le bacon et le poisson fumé Poisson entier ou en morceaux conservés dans de l'huile Fromages Pains Graines (dont fruits à coque) salées Frites</p>

Groupe 4 : Les aliments ultra-transformés

Les aliments ultra-transformés ont des formulations industrielles réalisées à partir typiquement de cinq ou plus d'ingrédients, le plus souvent très nombreux (Tableau VI) (Fardet, 2018).

Les ingrédients que l'on ne trouve que dans les aliments ultra-transformés incluent des substances non communément utilisées dans les préparations culinaires et des additifs dont le but est d'imiter les qualités sensorielles des aliments du Groupe 1 ou de masquer les qualités sensorielles indésirables des produits finaux (Fardet, 2018).

Les substances trouvées seulement dans les produits ultra-transformés incluent :

- 1) Celles directement extraites des aliments comme la caséine, le lactose, le lactosérum et le gluten.

2) Celles dérivées d'une transformation supplémentaire des constituants alimentaires telles que les huiles hydrogénées ou inter-estérifiées, les protéines hydrolysées, les maltodextrines, les amidons modifiés, le sucre inverti (mélange équimolaire de glucose et de fructose obtenu par hydrolyse du saccharose) et les sirops de maïs à teneur élevée en fructose.

Les classes d'additifs trouvés seulement dans les aliments ultra-transformés incluent les colorants, les stabilisants de couleurs, les arômes, les exhausteurs de saveurs, les édulcorants et les aides technologiques telles que la carbonatation, les épaississants, les agents de charge, les anti-moussants, les agents antiagglomérants, les agents de glaçage, les émulsifiants, les séquestrants et les agents humectants (Fardet, 2018).

Au final, ce sont des aliments très denses en énergie et pauvres en micronutriments protecteurs (Fardet, 2018).

Plusieurs procédés industriels sans aucun équivalent domestique sont utilisés dans la fabrication des produits ultra-transformés comme l'extrusion, le moulage et les prétraitements pour la friture (Fardet, 2018).

L'objectif principal de l'ultra-transformation industrielle est de créer des produits qui sont prêts à l'emploi ou à être chauffés (Fardet, 2018).

Les attributs communs des produits ultra-transformés sont l'hyper-palatabilité, une très grande accessibilité, des emballages sophistiqués et attrayant, des allégations santé, une forte rentabilité, et ils appartiennent généralement à de grandes marques de compagnies transnationales (Fardet, 2018).

Tableau VIII. Aliments ultra-transformés (Fardet, 2018)

Groupes technologiques	Traitements technologiques	Aliments représentatifs
<p align="center">Groupe 4 : Les aliments ultra-transformés</p>	Recombinaison, reconstitution et formulation à partir d'ingrédients, notamment ceux du groupe 2 Ajout en grand nombre de stabilisants, liants, conservateurs, épaississants, émulsifiants, édulcorants, exhausteurs de goût, colorants et autres additifs (agents technologiques) Ajout d'eau et/ou d'air pour augmenter le volume Ajout de micronutriments Hydrogénation Hydrolyse Cuisson-extrusion Mise en forme et remodelage Prétraitements par friture ou cuisson	Margarines et pâtes à tartiner Saucisses et charcuteries Hamburgers Extraits de poulet et autres viandes Nuggets et bâtonnets de poulet ou de poisson Chips Laits concentrés Yaourts aux fruits Desserts préparés Gâteaux, cakes, biscuits, viennoiseries et pâtisseries Pain de mie, brioches et pains emballés Conserves de confitures Céréales du petit-déjeuner Bonbons Nectars de fruits Café instantané Bières et vins sans alcool Snacks sucrés, salés et/ou gras Glaces Chocolats Soupes Boissons lactiques Boissons gazeuses, sucrée ou énergétiques (les sodas) Sauces instantanées Plats cuisinés industriels Laits Produits préparés pour bébés Extraits de levures

3.2 Impact des aliments ultra transformés sur la santé

3.2.1 Surpoids, obésité et diabète de type 2 : maladies déclencheuses

De nombreuses études montrent qu'une alimentation ultra transformée est en faveur de l'apparition de surpoids ou obésité, et d'un diabète type 2 (DT2). Ce sont des maladies chroniques pouvant augmenter le risque d'autres maladies chroniques plus graves comme

certaines cancers et les MCV, prédominantes également dans le cadre d'une mauvaise alimentation (Pigois, 2021).

La méta-analyse réalisée par Fardet et Boirie, (2015) a conduit à un résultat important : la confirmation du rôle central de l'obésité et du diabète de type 2(DT2) comme principaux facteurs de risque pour le développement de toutes les autres maladies chroniques. Elles sont qualifiées de « maladies déclencheuses » (Pigois, 2021).

L'obésité est devenue un problème majeur de santé publique, responsable indirectement de 2 à 3 millions de décès chaque année (Pigois, 2021).

Selon l'OMS, (2024), une personne sur huit était obèse en 2022 et 37 millions d'enfants de moins de 5 ans étaient en surpoids.

Autrefois, considéré comme un problème des pays à revenu élevé, le surpoids est en hausse dans les pays à revenu faible et intermédiaire. En Afrique, le nombre d'enfants de moins de 5 ans en surpoids a augmenté de près de 23 % depuis 2000. Près de la moitié des enfants de moins de 5 ans en surpoids ou obèses vivaient en Asie. Alors que seulement 2 % des enfants et des adolescents de 5 à 19 ans étaient obèses en 1990 (31 millions de jeunes), en 2022, 8 % d'entre eux étaient obèses (160 millions de jeunes) (Pigois, 2021).

Ce phénomène résulte en partie d'une modification des habitudes alimentaires avec une alimentation riche en produits transformés et donc riche en énergie et ce dès le plus jeune âge (Pigois, 2021).

3.2.2 Cancers, maladies cardiovasculaires : maladies terminales

Ces maladies sont dites « terminales » dans le sens où elles résultent ou sont généralement la conséquence d'autres maladies et qu'elles sont associées à une forte mortalité.

Une revue médicale britannique (British Medical Journal) a évalué l'association entre la consommation d'AUT et le risque de cancers avec les résultats de la cohorte NutriNet Santé. La corrélation entre la consommation d'AUT et le risque de cancer global, du sein, de la prostate et colorectal a été étudié. La proportion d'AUT (en grammes par jour) a été calculée pour 104 980 participants sans cancer au départ. Au cours du suivi, 2228 cas de cancers ont été diagnostiqués et validés, parmi lesquels 739 cancers du sein, 281 cancers de la prostate et 153 cancers colorectaux (Pigois, 2021).

Des chercheurs ont examiné les données issues de l'étude Globen Burden of Diseases sur l'alimentation, les résultats concluent qu'à chaque fois qu'on augmente de 5% la part des calories ingérées sous forme d'AUT, les paramètres de santé cardiovasculaire évoluent dans le mauvais sens. Les adultes qui consomment environ 70 % de leurs calories sous forme d'AUT sont deux fois moins susceptibles d'avoir une bonne santé cardiovasculaire comparé à ceux qui n'en consomment que 30 %. La santé cardiovasculaire est ici définie par des mesures de la tension artérielle, du cholestérol et de la glycémie, de l'évitement du tabac, d'une bonne nutrition, d'un IMC normal et d'une activité physique adéquate (Pigois, 2021).

3.2.3 Autres maladies

D'autres maladies peuvent être dues à une mauvaise alimentation telles que les maladies digestives, les maladies du foie, les maladies du rein et les maladies mentales (figure 11). On les qualifie de maladies « passerelles » (Pigois, 2021).

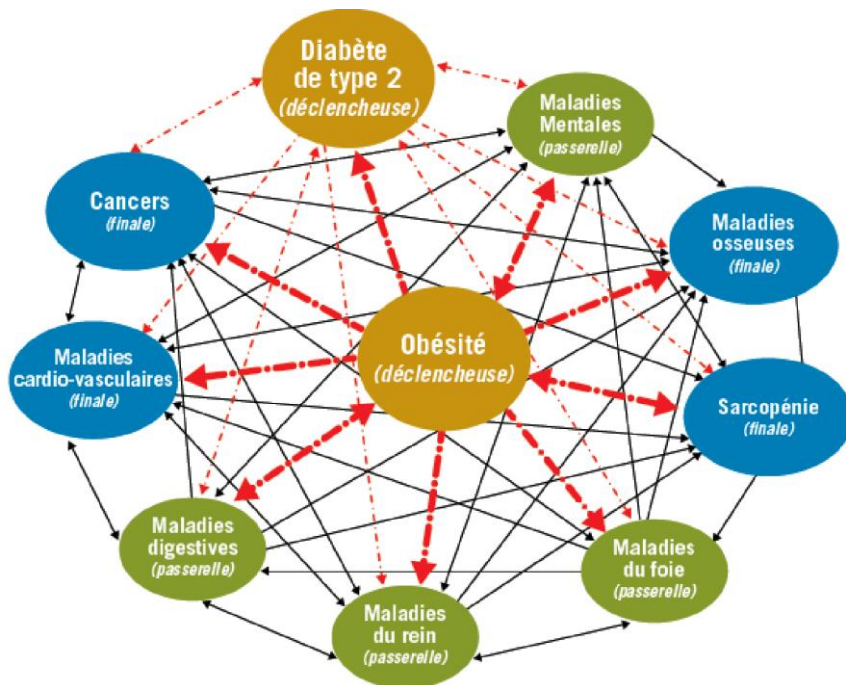


Figure 11. Relations entre les dix principales maladies chroniques partiellement liées à une alimentation déséquilibrée (Fardet, 2022).

3.3 L'effet matrice

3.3.1 Définition de la matrice d'un aliment

Le mot matrice vient du mot latin *matrix* (*matricis*), lui-même dérivé de *mater* qui signifie "mère" un élément qui fournit un appui ou une structure et qui sert à entourer, à reproduire ou à construire.

La matrice d'un aliment est donc sa structure physique visible à l'œil nu et qui peut être caractérisée par des mesures physicochimiques (porosité, dureté, capacité à retenir l'eau...) ou rhéologiques (texture solide, semi-solide, liquide). Par exemple, la matrice d'une pomme est plus ou moins ronde, solide, poreuse et constituée de cellules végétales entourées d'une membrane fibreuse et gorgée de sucres. Celle d'un yaourt est plutôt semi-solide, voire visqueuse ; elle est le fruit d'une interaction complexe entre ses différents constituants (glucides, lipides, protéines, minéraux et vitamines) (Fardet, 2017b).

Deux aliments, à composition strictement identique mais avec des matrices différentes, n'auront pas le même impact sur l'organisme et donc, à plus long terme, sur la santé (Fardet, 2017).

3.3.2 L'effet matrice et la santé

L'effet "matrice" participe au potentiel santé d'un aliment, pas seulement sa composition nutritionnelle (figure 12). Pourtant, jusqu'à très récemment, le potentiel santé d'un aliment était défini par sa seule composition en nutriments, ce que les anglosaxons appellent le nutritionnisme, ou réductionnisme nutritionnel. Ce n'est que depuis la fin des années 1990 que l'effet "matrice" des aliments est étudié (Fardet, 2017).

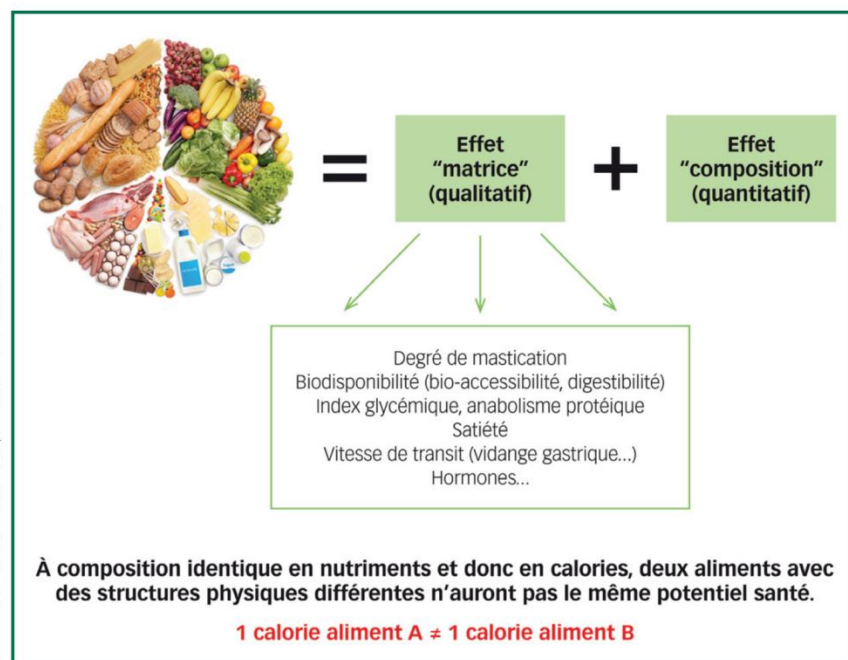


Figure 12. L'importance de l'effet "matrice" dans la caractérisation du potentiel santé d'un aliment (Fardet, 2017)

3.3.3 L'effet matrice et le potentiel satiétogène

La matrice joue un rôle crucial sur la satiété, un paramètre santé trop largement négligé jusqu'à aujourd'hui et qui est pourtant crucial car en lien direct avec les problèmes de surpoids et d'obésité.

En effet, la nécessité de mastiquer les aliments durs ou visqueux augmente le temps d'exposition orosensoriel (temps passé dans la cavité buccale) et cette stimulation sensorielle est censée informer le corps que les nutriments ont été consommés, ce qui déclenche des réactions de satiété ; lorsque la stimulation sensorielle est faible (par exemple lorsque des liquides sont consommés), le contrôle des nutriments ingérés peut être compromis et les réponses de satiété minimales » (Pigois, 2021).

La complexité texturale d'une alimentation saine et variée (beaucoup de fruits, de légumes et de céréales complètes, certains produits laitiers et dérivés, et certains haricots, légumineuses, poissons, œufs, viandes maigres et autres protéines) pourrait signifier qu'en plus de tous les autres avantages pour la santé, est plus satiétogène (et donc plus protectrice contre la surconsommation) que les régimes à base d'aliments transformés et de boissons très énergétiques » (Pigois, 2021).

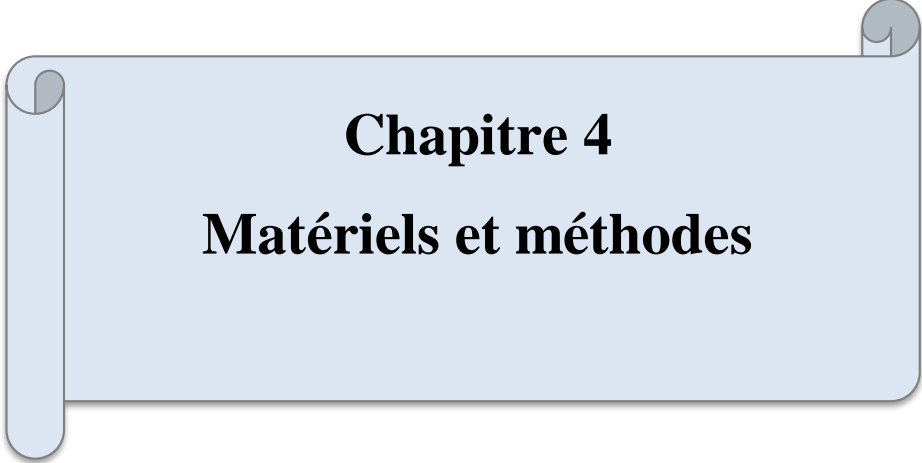
En d'autres termes, un aliment solide est plus satiétogène qu'un aliment visqueux ou semi-solide ou encore liquide, notamment parce que les temps plus longs de mastication et de contact avec la muqueuse digestive favorisent une meilleure sécrétion des hormones de satiété (Fardet, 2017).

3.3.4 L'effet matrice et le métabolisme glucidique

L'effet "matrice" a tout d'abord été mis en évidence pour le métabolisme glucidique, la matrice des aliments pouvant moduler leur impact glycémique. Ainsi, plus un produit céréalier présente des tailles de particules élevées, plus sa réponse glycémique sanguine est étalée dans le temps. Par ailleurs, des pains de composition identique, mais avec des mies de densité inégales, génèrent des réponses glycémiques diverses, une mie plus dense étant une source de sucres plus lentement absorbables. Enfin, des pâtes alimentaires de diverses formes et épaisseurs ont des impacts glycémiques significativement différents (Fardet, 2017b).

Haber et al., (1977) ont montré que la suppression des fibres dans les aliments, ainsi que leur déstructuration physique, peuvent entraîner une ingestion plus rapide et plus facile, une

diminution de la satiété et une perturbation de l'homéostasie du glucose, probablement due à une libération inappropriée d'insuline. Ces effets favorisent la suralimentation et, s'ils se répètent souvent, peuvent conduire au diabète sucré.



Chapitre 4
Matériels et méthodes

Chapitre 4. Matériels et méthodes

4.1 Cadre d'étude

Cette étude vise à identifier les différentes dénominations des chips et à les catégoriser en fonction de leur degré de transformation selon le système NOVA, tout en évaluant leur valeur nutritionnelle afin de comprendre leur impact spécifique sur la santé des enfants et des adolescents, les principales cibles de ces produits.

4.2 Collecte des produits

Les données relatives aux produits ont été collectées au niveau des magasins de proximité sis à Tizi-ouzou.

Au total, 112 produits sont concernés. La durée de récolte de données s'est étalée du mois de Février au mois d'Avril 2024.

Afin de créer une base de données contenant les principales informations, nous avons pris des photos des emballages des produits présents sur les étalages de vente (annexes 1 et 2). Les informations recueillies comprennent :

- Marque.
- Dénomination.
- Poids.
- Type de conditionnement.
- Composition.
- Valeur nutritionnelle.
- Producteur.
- Prix.

4.3 Traitement de données

4.3.1 Classification en fonction des principaux ingrédients

Les snacks salés sont classés en catégories en fonction des principaux ingrédients, à savoir le type de céréales et/ou de tubercules. L'objectif de cette classification est de distinguer les produits de première génération (snacks peu transformés, se composant de produits naturels, à ingrédient unique tels que les céréales complètes et les pommes de terre) (Wrigley et Corke, 2016) de ceux de la deuxième génération (snacks extrudés à ingrédient unique) (Caballero et

al., 2016) et ceux de troisième génération (snacks extrudés avec un mix de matières premières) (Serna-Saldivar, 2022).

4.3.2 Classification NOVA

Les snacks salés sont classés selon leur degré de transformation en suivant la classification NOVA (décrite dans le chapitre 3), en quatre groupes :

- NOVA 1 : Aliments peu ou pas transformés.
- NOVA 2 : Ingrédients culinaires.
- NOVA 3 : Aliments transformés.
- NOVA 4 : Aliments ultratransformés.

4.3.3 La valeur nutritionnelle moyenne

La valeur nutritionnelle (VN) est estimée à partir du tableau nutritionnel mentionné sur l'étiquetage des produits. Les valeurs prises en considération sont celles relatives à la valeur énergétique (Kcal), la teneur en protéines (g/100g), la teneur en glucides (g/100g), la teneur en sucres totaux (g/100g), la teneur en matière grasse (g/100g), la teneur en acides gras saturés (g/100g) et la teneur en sel. La VN moyenne de chaque catégorie a été prise en considération.

4.3.4 Les seuils nutritionnelles (FSA)

Les snacks salés sont répartis en fonction de leur qualité nutritionnelle, en se basant sur les seuils établis par la Food Standard Agency Britannique (FSA). Ces seuils sont fixés suivant la composition nutritionnelle du produit pour 100g dans les éléments suivants : Matière grasse (g), Acides gras saturés (g), sucres simples (g) et sel (mg). Une échelle de trois couleurs (vert, orange, rouge) distingue les trois seuils : faible, moyen, gras (FSA, 2016) (Tableau VII).

Tableau VII. Critères pour 100 g de denrées alimentaires (qu'elles soient ou non vendues au volume) (FSA, 2016).

Texte	Faible	Moyen	Elevé
Code de couleur	Vert	Orange	Rouge
Matière grasse	$\leq 3.0\text{g}/100\text{g}$	$>3.0\text{g}$ à $\leq 17.5\text{g}/100\text{g}$	$>17.5\text{g}/100\text{g}$
Acides gras saturés	$\leq 1.5\text{g}/100\text{g}$	$>1.5\text{g}$ à $\leq 5.0\text{g}/100\text{g}$	$>5.0\text{g}/100\text{g}$
Sucres totaux	$\leq 5.0\text{g}/100\text{g}$	$>5.0\text{g}$ à $\leq 22.5\text{g}/100\text{g}$	$>22.5\text{g}/100\text{g}$
Sel	$\leq 0.3\text{g}/100\text{g}$	$>0.3\text{g}$ à $\leq 1.5\text{g}/100\text{g}$	$>1.5\text{g}/100\text{g}$

4.4 L'analyse des résultats de la valeur nutritionnelle moyenne

Les valeurs nutritionnelles moyennes et l'écart type sont obtenus par le logiciel Excel. L'analyse statistique est réalisée par le logiciel XLSTAT 2024.2.1. Il est effectué par l'application du test ANOVA qui consiste en une analyse de la variance et le test de comparaison des moyennes (Tukey). Le seuil de signification est de 0,05.

L'intégration des résultats de nos analyses s'est faite selon les seuils de probabilité suivants :

- Probabilité $\geq 0,05$ *différence non significative (NS).
- Probabilité $\leq 0,01$ *différence significative (S).
- Probabilité $\leq 0,05$ **différence hautement significative (HS).
- Probabilité $\leq 0,001$ ***différence très hautement significative (THS)



Partie
Résultats et discussion

Chapitre 5. Résultats et discussions

5.1 Répartition des produits par catégories selon les principaux composants

Nous avons recueilli des données sur 112 produits répartis dans 15 catégories de snacks salés, comme indiqué dans la figure 13.

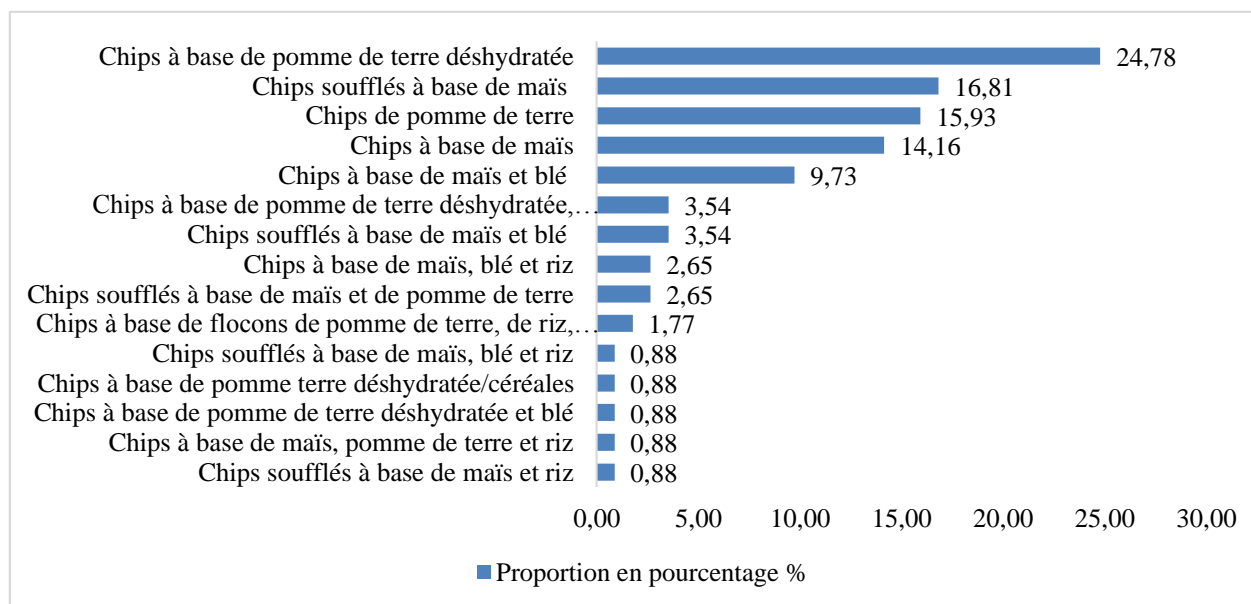


Figure 13. Répartition des produits par catégories selon les principaux composants

D'après cette présentation, on note que les principaux ingrédients des produits sont les tubercules de pomme de terre, ainsi que diverses céréales, principalement le maïs, avec également des proportions de blé et de riz plus faibles.

Selon les données, la majorité des produits qui sont représentés par 3 catégories : les chips à base de pomme de terre déshydratés 24,78% , les chips soufflées à base de maïs, représentant 16,81 %, et les chips à base de maïs, représentant 14,16 % appartiennent à la deuxième génération, étant des produits à ingrédient unique, de forme simple et directement expansés (Caballero et al., 2016).

Les chips de pomme de terre, représentant 15,13 %, sont identifiées comme la seule catégorie de snacks salés appartenant à la première génération. Ces snacks se caractérisent par un faible degré de transformation et une composition principalement basée sur des produits naturels, souvent constitués d'un seul ingrédient (Wrigley et Corke, 2016).

5.2 Répartition des snacks salés selon la classification NOVA

Le système NOVA est de plus en plus utilisé pour explorer les relations entre la consommation d'aliments ultra-transformés et la qualité du régime alimentaire, ainsi que pour évaluer les politiques de santé publique et les interventions (Fardet, 2017).

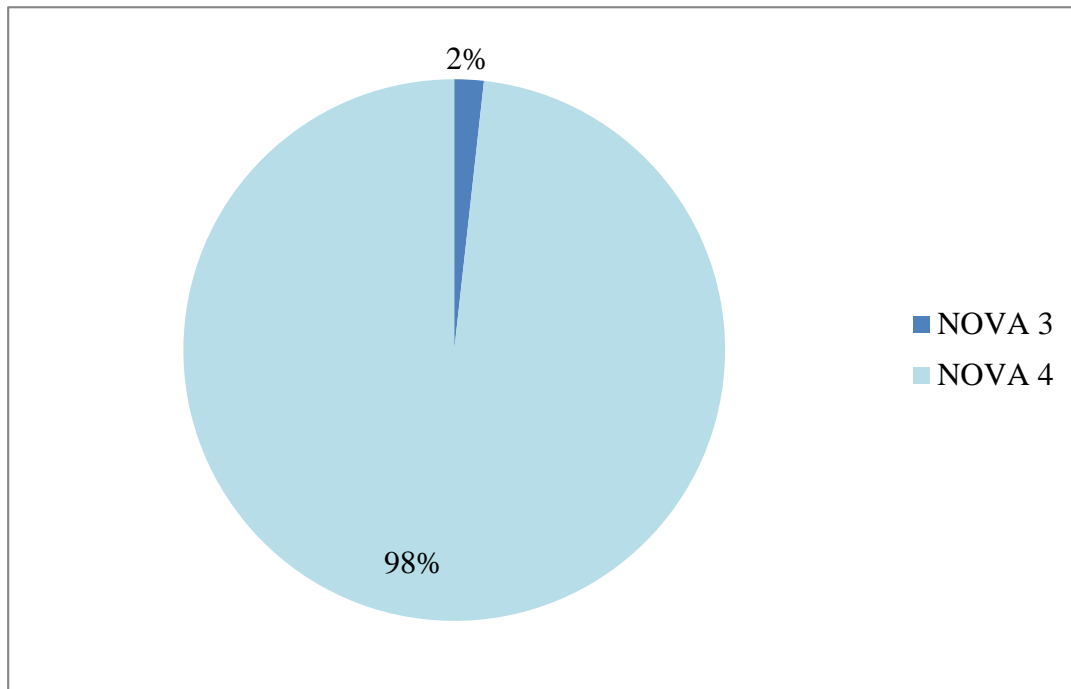


Figure 14. Répartition en pourcentage des snacks salés selon le système de classification NOVA

La figure 14 indique le pourcentage des snacks salés répartis selon le système de classification NOVA.

D'après les données recueillies, il apparaît que la quasi-totalité des produits sont classés dans la catégorie NOVA 4, ce qui signifie qu'ils sont ultra-transformés, représentant 98% du total. Les 2% restants sont classés dans la catégorie NOVA 3, correspondant à des produits transformés.

Le concept d'aliment ultra-transformé (AUT) a aujourd'hui 10 ans. Il s'inscrit dans une refonte de la classification des aliments selon leur degré de transformation plutôt que sur leur teneur en nutriments. La vingtaine d'études réalisées chez l'Homme montre une association positive entre la consommation d'AUT et l'augmentation du risque de plusieurs pathologies chroniques et de dérégulations métaboliques (Fardet, 2019).

L'implication de plusieurs mécanismes a été proposée afin de lier la consommation d'aliments ultra-transformés aux conséquences néfastes auxquelles elle est associée (Krauth, 2023).

Tout d'abord, les aliments ultra-transformés sont en moyenne de moins bonne qualité nutritionnelle que les autres aliments : ils sont plus riches en énergie, en graisses saturées, en sucre et en sel, tout en étant plus pauvres en protéines, en fibres, en vitamines et en minéraux. Par ailleurs, les opérations de transformation modifient la structure physique de la matrice alimentaire et ont un impact à travers celle-ci sur le degré de mastication, induisant des effets sur la vitesse d'ingestion et sur le sentiment de satiété. Ces effets sont amplifiés par l'utilisation d'arômes qui, d'une part, favorisent l'alimentation hédonique et annulent le contrôle homéostatique (Krauth, 2023).

En outre, les AUT apparaissent comme hyperglycémiant, pauvres en composés protecteurs, peu rassasiants, et contiennent des composés étrangers à l'organisme humain (Fardet, 2019).

Des associations ont été établies entre la consommation d'aliments ultra-transformés et des effets néfastes sur la santé pendant l'enfance et l'adolescence, tels que le surpoids, l'obésité, l'inactivité physique, les maladies cardiovasculaires et les maladies périodontales (Neri et al., 2022).

Les enfants et les adolescents de différentes régions du monde ont une alimentation essentiellement malsaine, avec une consommation régulière d'aliments ultra-transformés au détriment d'une alimentation basée sur des aliments frais ou peu transformés (Neri et al., 2022).

Combinée à d'autres facteurs de risque, cette pratique contribue aux résultats qui indiquent une augmentation de l'obésité infantile chez les écoliers, une forte prévalence de l'inactivité physique et un mode de vie sédentaire, en plus de représenter un risque à la fois pour le développement des maladies chroniques non transmissibles et cardiovasculaires et des caries dentaires pendant l'enfance et l'adolescence (Neri et al., 2022).

5.3 Estimation de la valeur nutritionnelle

5.3.1 Valeur énergétique

La figure 15 représente la valeur énergétique en kilocalories (Kcal/100g) des différentes catégories de chips. Elles varient de 412,95 Kcal/100g à 2016,60 Kcal/100g.

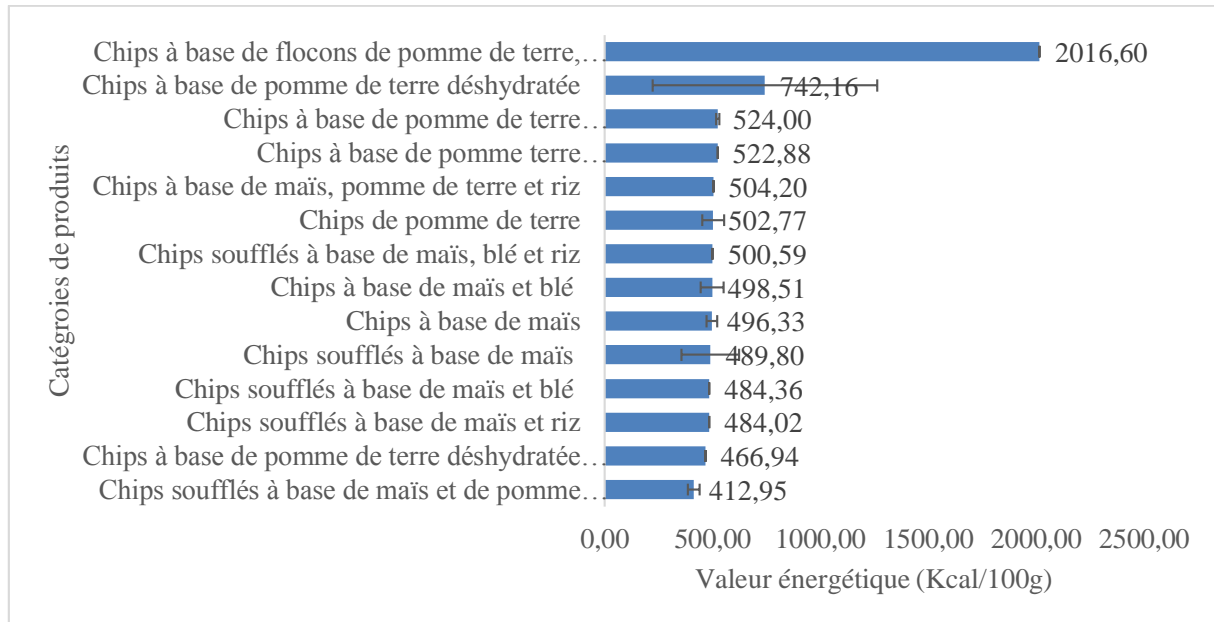


Figure 15. Energie (en Kcal/100g) pour différentes catégories de produits

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative. Le test de comparaison des moyennes de Tukey démontre que la catégorie représentée par les chips à base de flocons de pomme de terre, de riz, poudre de lait et fibre de betterave a significativement la valeur énergétique la plus élevée (2016,60 Kcal/100g).

Chaque augmentation de 10% des calories provenant des aliments ultra-transformés d'origine végétale est associée à une probabilité de développer une maladie cardiovasculaire et à un risque 6% plus élevé de maladies coronarienne en particulier (Rauber et al., 2024).

5.3.2 Teneur en glucides

La figure 16 montre la quantité de glucides dans différents types des snacks salés dont les valeurs sont données en grammes pour 100 grammes de produit. Les valeurs varient entre 50,22 g/100g 66,97 g/100g.

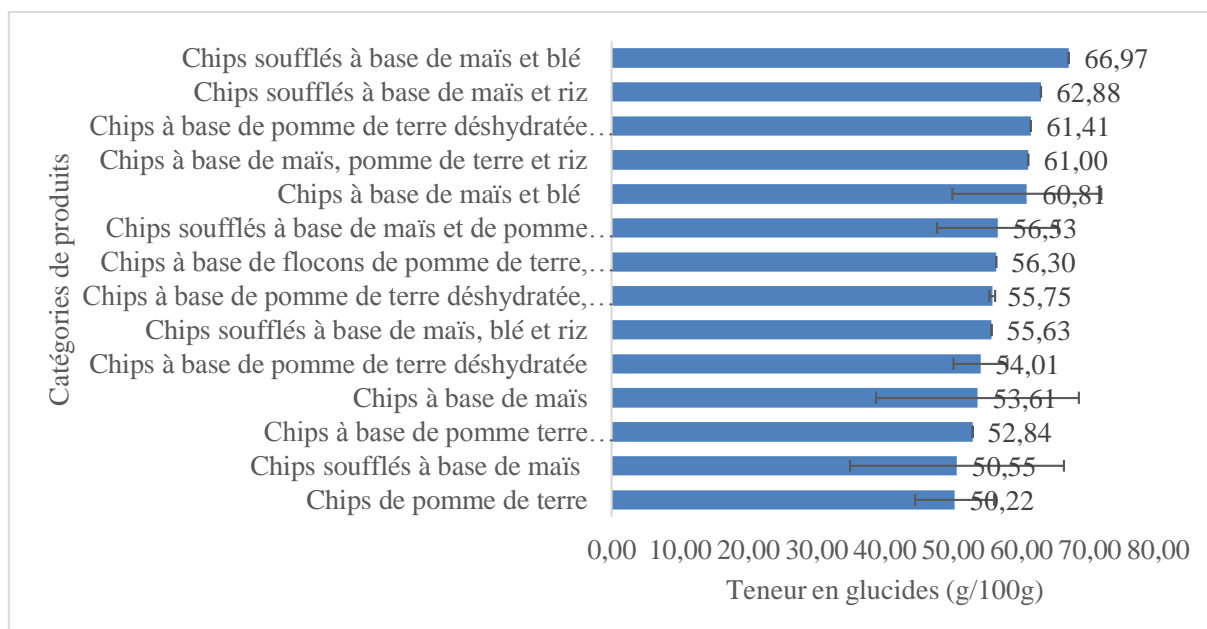


Figure 16. Teneur en glucides (g/100g) de différents types de produit

L’analyse de la variance a révélé qu’il n’y a pas de différence significative. Le test de comparaison des moyennes de Tukey indique que la teneur en glucides de tous les produits est statistiquement similaire.

Selon le rapport de l’Anses « Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires », l’apport maximal de glucides (sous-entendus glucides digestibles dans l’intestin grêle) dans l’apport énergétique total est de 55 % (de l’AET), valeur au-delà de laquelle les risques d’insulinorésistance, de diabète, de maladies cardiovasculaires et de certains cancers sont accrus. L’apport minimal en glucides doit être de 40 % de l’AET, seuil en dessous duquel les risques de désordres métaboliques peuvent être augmentés (Champ, 2018).

5.3.3 La teneur en protéines

La figure 17 représente la teneur en protéine en g/100g des différentes catégories des snacks salés. Les valeurs varient de 4,10g/100g à 6,15 g/100g.

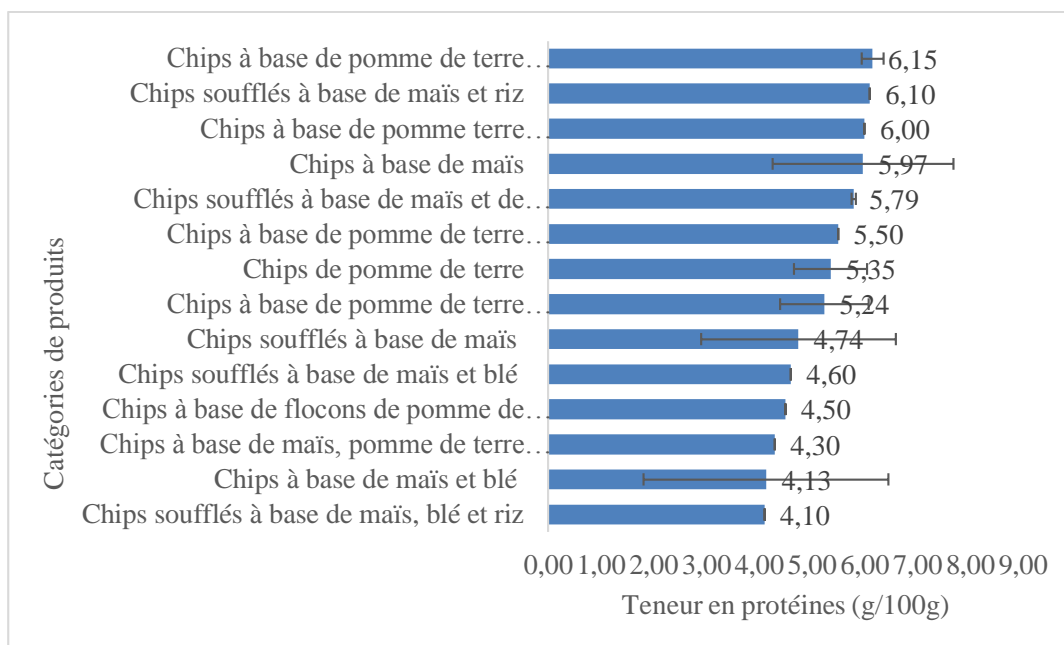


Figure 17. La teneur en protéines (g/100g) pour différentes catégories de produits

L'analyse de la variance n'a pas mis en évidence de différence. Le test de comparaison des moyennes de Tukey montre que la teneur en protéines des produits collectés est statistiquement similaire.

5.3.4 Teneur en matière grasse :

La figure 18 représente la teneur en matière grasse en g/100g des différentes catégories des chips. Les valeurs varient 17,17g/100g à 33,63 g/100g.

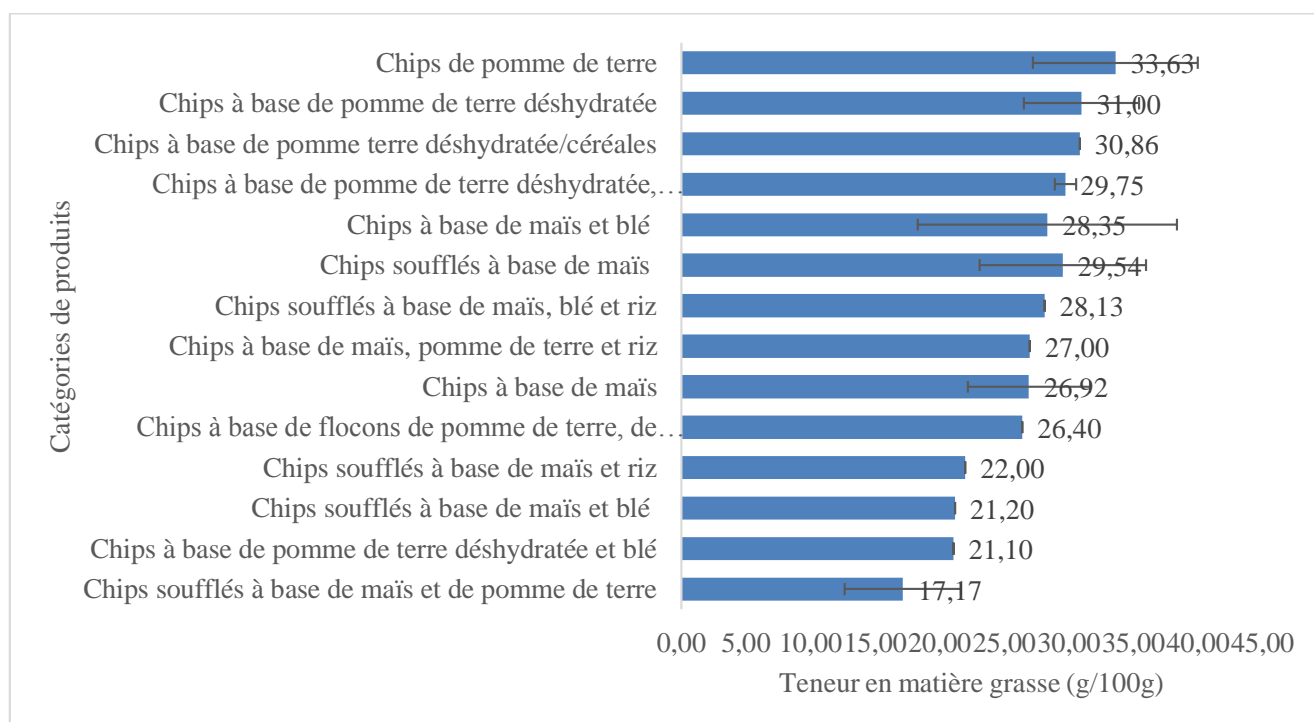


Figure 18. Teneur en matière grasse en (g /100g) des catégories des chips.

L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative au seuil de 0,05. Cependant, le test de comparaison des moyennes de Tukey classe les catégories dans un seul groupe homogène. Les chips de pomme de terre et les chips de pomme de terre déshydratées ont les teneurs les plus élevées en matière grasse qui varient entre 33,63 g/100g et 30,86g/100g. Cela pourrait être dû au processus de friture. Les chips soufflées à base de maïs et de pomme de terre présentent une teneur faible en matière grasse avec 17,17 g/100g.

Pour un enfant, la part des lipides dans l'apport énergétique devrait varier entre 45 et 50 % en raison des besoins lipidiques très importants liés notamment à l'élaboration des structures cérébrales. Pour les adolescents, les recommandations sont de 35 à 40 % de l'apport énergétique total (CERIN, 2016).

La figure 19 représente la répartition des produits en fonction de teneur en matière grasse selon les normes nutritionnelles établies par FSA.

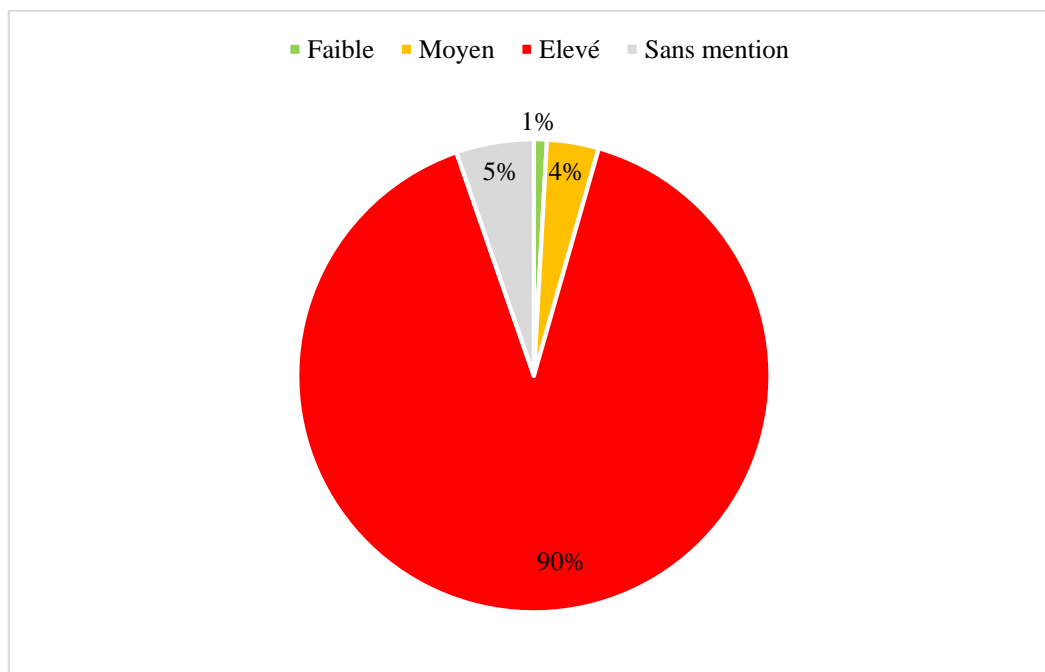


Figure 19. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels

Selon les normes nutritionnelles établies par FSA (Food Standard Agency), un produit est qualifié de faible en matière grasse lorsqu'il contient 3g ou moins de matière grasse pour chaque 100g de produit. Une teneur en matière grasse comprise entre 3g/100g et 17,5 g/100g

est considérée comme moyenne. Enfin, une teneur en matière grasse supérieure à 17,5 g/100g de produit est désignée comme élevée. Un code couleur a été établie : Rouge pour la teneur élevée, orange pour la teneur moyenne et vert pour la faible teneur.

D'après les données figurant dans le graphique, il est observé que la quasi-totalité des produits, soit 90%, présentent une teneur élevée en matière grasse. Seulement 4% des produits affichent une teneur moyenne en matière grasse, et 1% des produits présente une teneur faible en matière grasse, 5% de produits n'ont pas mentionné la teneur en matière grasse

L'AFSSA préconise, pour la population générale en bonne santé, un apport lipidique de 35 à 40 % de l'apport énergétique total (AET) contre 33 % auparavant, pour une ration «normale» d'environ 2000 kcal/j et pour une balance énergétique équilibrée, c'est-à-dire lorsque les calories consommées sont égales aux calories dépensées et donc que le poids est stable (AFSSA, 2010).

Cette recommandation est justifiée par le fait qu'il n'y a aucun bénéfice en termes de risque de surpoids, de diabète, de maladie cardio-vasculaire ou de cancer à consommer moins de 35 % de lipides. Spécifiquement les données de la littérature scientifique permettent d'affirmer que le gain de poids n'est pas lié à la quantité de graisses consommées mais à l'excès de calories totales. En clair, on grossit parce que l'on mange plus que ce que l'on dépense, quelle que soit la source des calories ingérées. De plus, une consommation de lipides inférieure à 30-35 % de l'AET ne permet pas d'assurer les besoins minimaux en certains acides gras indispensables, tels les oméga 3, et en certaines vitamines (AFSSA, 2010).

La législation algérienne impose la déclaration nutritionnelle sur les étiquetages des produits alimentaires. Ces mentions concernent la valeur énergétique, la quantité de protéines, de glucides assimilables à l'exclusion des fibres alimentaires, de sucres totaux, de lipides, de graisses saturées et de sel (JORA, 2018).

5.3.5 Teneur en acides gras saturés :

La figure 20 montre la teneur en acides gras saturés (AGS) en (g/100g) dans différentes catégories des snacks salés.

Les teneurs en AGS varient de 6,35 g/100g à 14,14 de g/100g de produit.

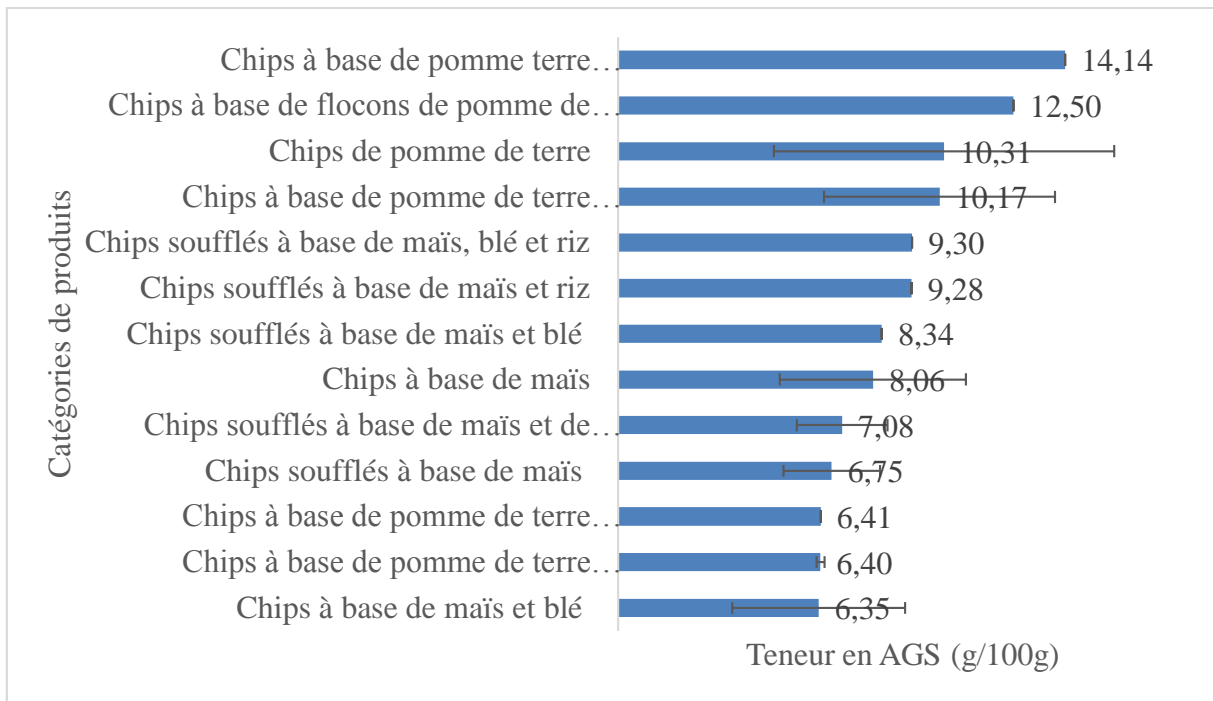


Figure 20. Teneur en acides gras saturés AGS (g/100g) des différents produits.

L'analyse de la variance a révélé qu'il n'y a pas de différence entre les différentes catégories par rapport à leur teneur en AGS.

La figure 21 présente la répartition des produits en fonction de teneur en acides gras saturés selon les normes nutritionnelles établies par FSA.

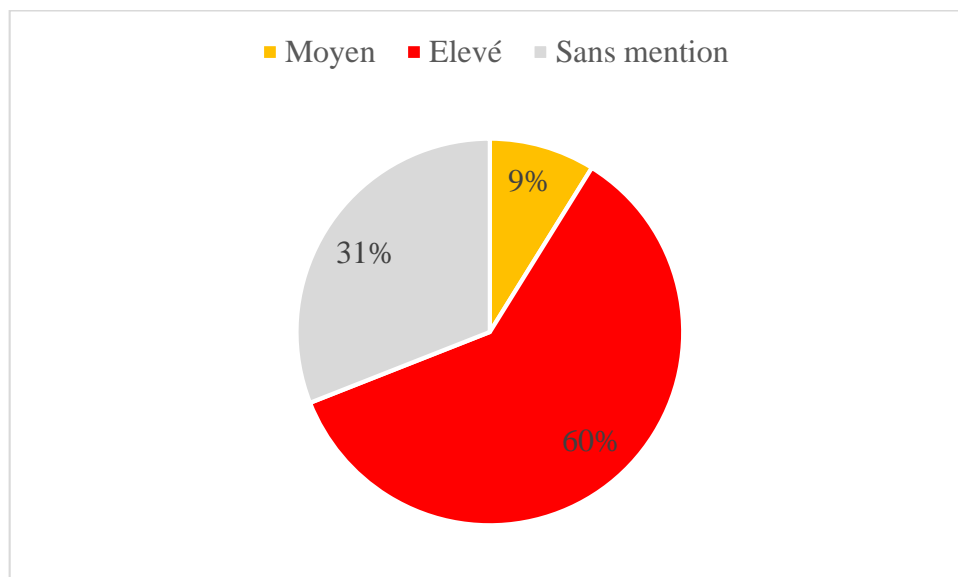


Figure 21. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels

Selon la Food Standard Agency (FSA), 60% des produits ont une teneur élevée en acides gras saturés, tandis que seulement 9% des produits présentent une teneur moyenne en acides gras saturés, et 31% de produits n'ont pas mentionné le teneur en acides gras saturés.

Compte-tenu de ces nouvelles données scientifiques, l'AFSSA recommande que la part des acides gras saturés totaux soit inférieure ou égale à 12 % de l'AET (contre 8 % antérieurement). Seuls 3 acides gras se différencient des nouvelles recommandations parce qu'ils sont susceptibles d'augmenter le risque cardio-vasculaire, lorsqu'ils sont consommés en excès : c'est pourquoi leur apport reste limité à 8%. Il s'agit de l'acide laurique, l'acide myristique et l'acide palmitique. En pratique, cela signifie que si l'on s'intéresse aux sources des graisses saturées, il faut en évaluer leur proportion dans un aliment mais également et surtout examiner leur composition (AFSSA, 2010).

5.3.6 Teneur en sel

La figure 22 représente la teneur en NaCl par grammes dans 100 grammes des chips. Les valeurs représentées varient entre 1,20g/100g et 3,07g/100g.

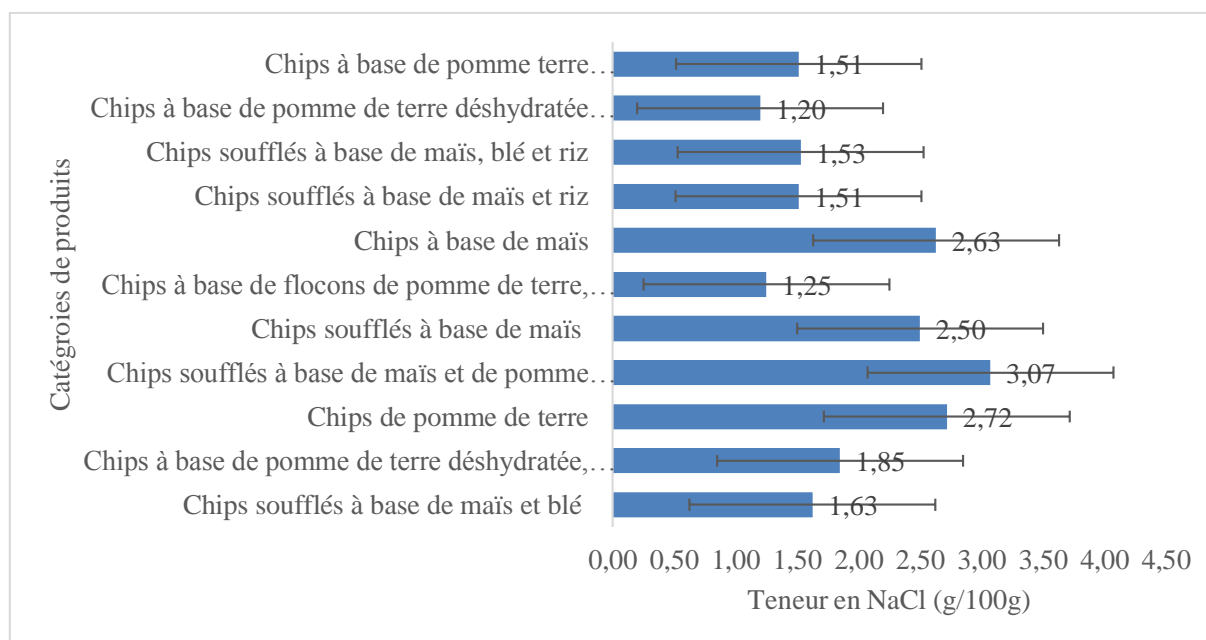


Figure 22. Teneur en NaCl (g/100g) de différents produits

L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative. Cependant, le test de comparaison des moyennes de Tukey classe toutes les catégories dans un seul groupe homogène.

Les chips soufflées à base de maïs et de pomme de terre, ainsi que les chips de pomme de terre, les chips à base de maïs et les chips soufflés à base de maïs, présentent les teneurs les plus élevées de sel, avec des quantités respectives de 3,07 g/100g, 2,72g/100g, 2,63 g/100g et 2,50g/100g.

La figure 23 présente la répartition des produits en fonction de teneur en sel selon les normes nutritionnelles établies par FSA.

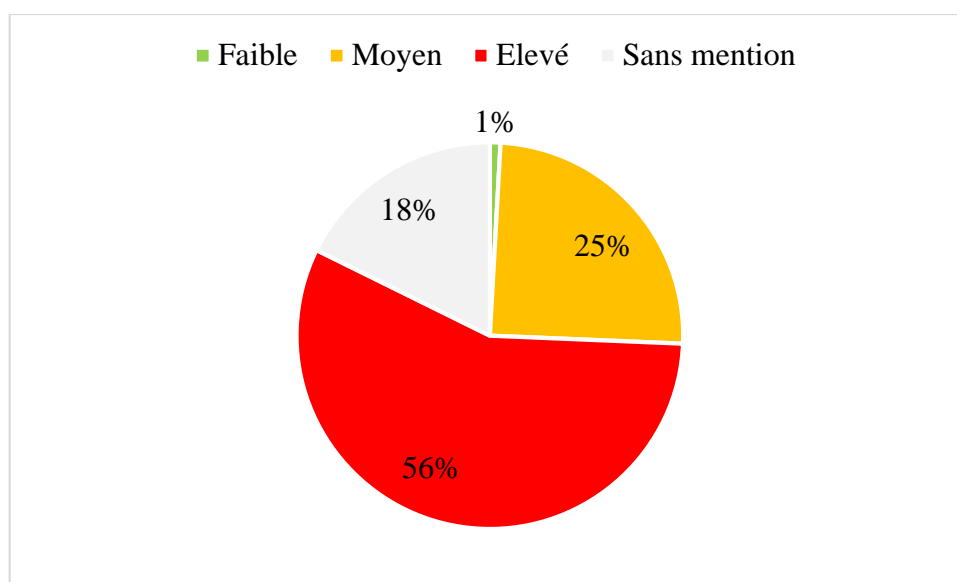


Figure 23. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels

Selon la Food Standard Agency (FSA), la teneur élevée en sel concerne 56% des produits, tandis que 25% présentent une teneur moyenne, et seulement 1% ont une faible teneur en sel et 18% sont sans mention.

L'abus de sel dans l'alimentation peut avoir des effets néfastes sur la santé, en augmentant l'hypertension artérielle et ses conséquences cardiovasculaires. C'est un facteur de risque, notamment chez les sujets âgés et ceux souffrant de maladies chroniques comme l'hypertension artérielle, certaines maladies rénales et l'obésité. Chez les sujets particulièrement vulnérables, le maintien de la balance sodique, principalement aldostérone-dépendante, est perturbé. Même si l'utilisation du sel pour la conservation des aliments a considérablement diminué, elle reste un facteur de risque sérieux. Une consommation excessive de sel résulte cependant plus souvent de mauvaises habitudes alimentaires. C'est pourquoi des

mesures législatives devraient être prises afin de limiter la teneur en sel des produits de l'industrie alimentaire, notamment en tant que conservateur dans les aliments (Uzan et Delaveau, 2009) .

On estime que 1,89 million de décès chaque année sont associés à une consommation excessive de sodium (OMS, 2022).

L’OMS recommande aux adultes de ne pas consommer plus de 5 g de sel par jour. Pour les enfants, la recommandation est encore plus faible : 2 g de sel par jour(OMS, 2022).

Les recommandations diététiques de plusieurs pays mettent en garde contre la consommation d'en-cas sucrés et salés, mais ne proposent que peu, voire pas du tout, d'alternatives favorables à la santé. Par exemple, les recommandations nutritionnelles nordiques, le guide omanais de l'alimentation saine et le guide australien Eat for Health recommandent de limiter les "snacks" ainsi que les en-cas sucrés et salés en raison de leur teneur élevée en sel, en graisses et en sucres (Hess et al., 2016).

5.3.7 La teneur en sucres totaux

La figure 24 montre la quantité de sucre (en grammes) présente dans 100g des snacks salés. Elle varie de 0,75 g/100g à 3,3 g/100g.

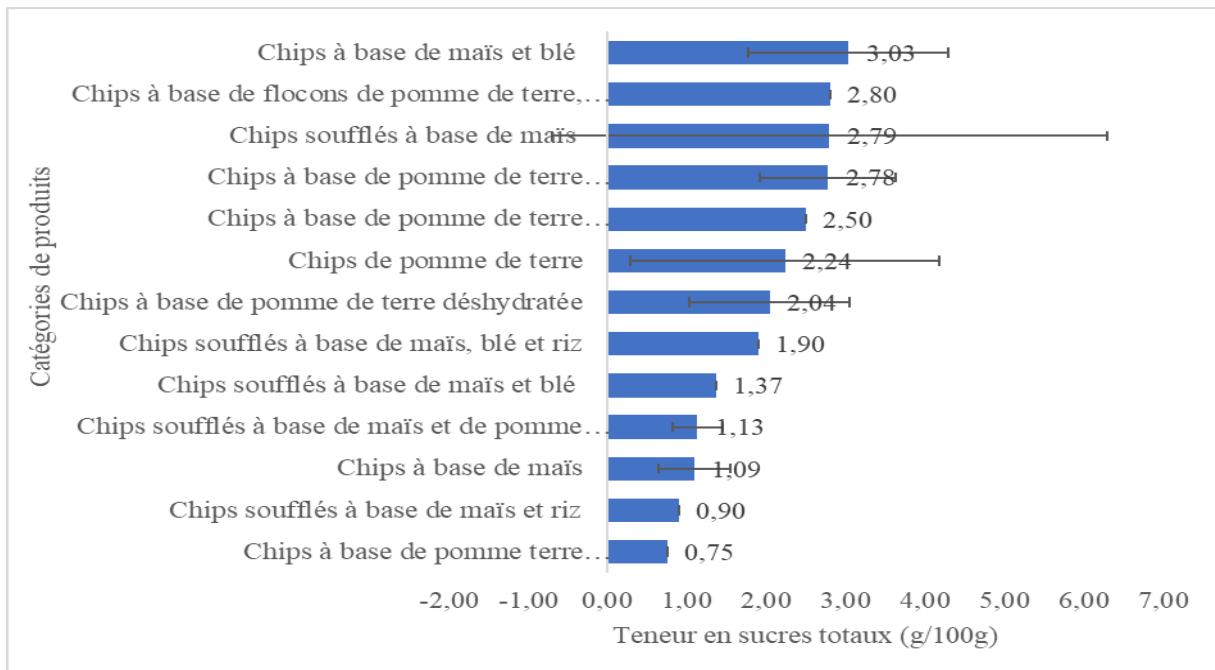


Figure 24. Teneur en sucre en g/100gde différent produit.

L'analyse de la variance a révélé qu'il n'y a pas de différence entre les différentes catégories des snacks salés.

La figure 25 présente la répartition des produits en fonction de teneur en sucres totaux selon les normes nutritionnelles établies par FSA.

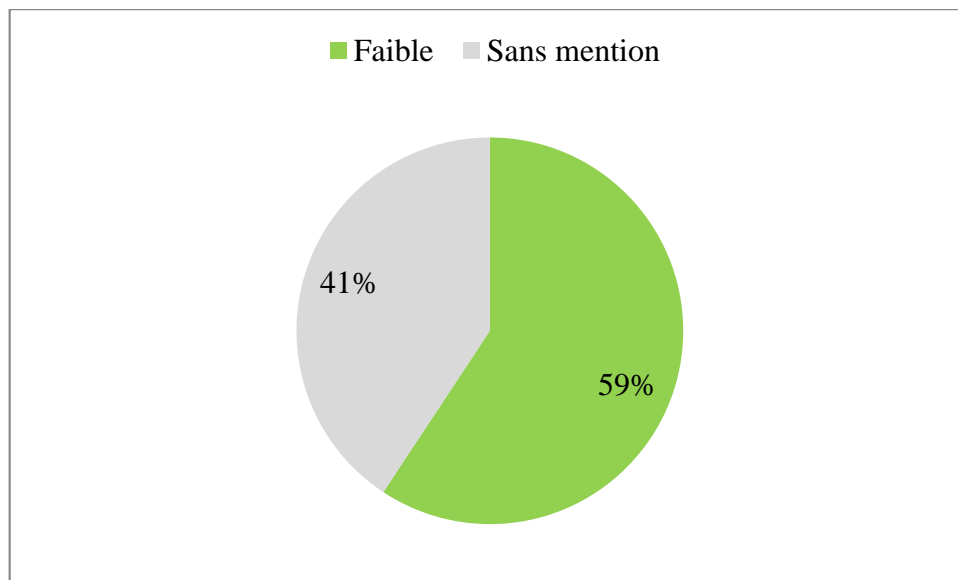
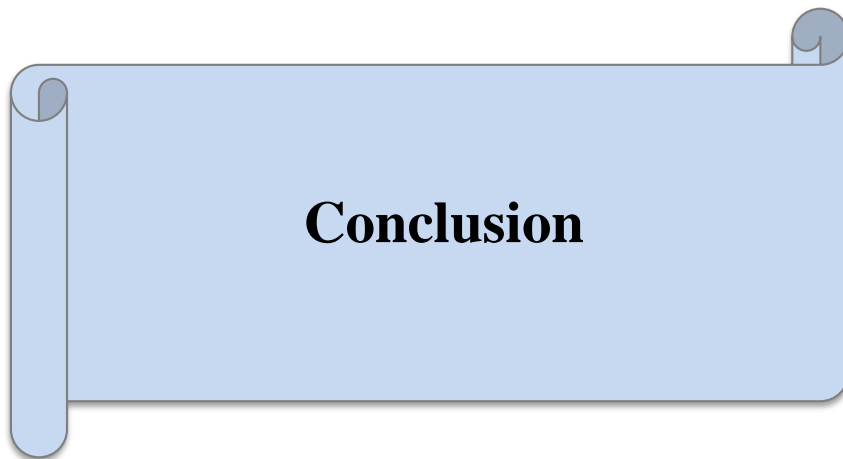


Figure 25. Répartition des produits en fonction des seuils nutritionnels

Selon la Food Standard Agency (FSA), 59% des produits ont une faible teneur en sucre. Il faut noter que 41% des produits n'ont pas mentionné la teneur en sucres totaux dans le tableau nutritionnel.

La consommation de sucres (hors lactose et galactose) devrait être, selon l'Anses, limitée à moins de 100 g/j, pour les adultes (les chiffres pour les enfants et les adolescents ne sont pas encore disponibles). Les experts ont conclu de l'analyse de la littérature qu'il y a une association claire entre la consommation de sucres et le gain de poids due à un excès de consommation énergétique induit par la consommation des sucres (Champ, 2018).



Conclusion

Les snacks sont décrits comme des aliments servis ou pris de manière informelle en petites quantités entre les repas et sont également décrits comme des repas légers, occasionnels ou pressés. Ainsi, bien que de nombreux produits de grignotage soient effectivement des aliments ultra-transformés, tous les aliments ultra-transformés ne sont pas nécessairement des produits de grignotage (Serna-Saldivar, 2022).

Dans ce travail, nous avons lancé une étude de détermination des différentes catégories des snacks salés, et de classification selon le degré de transformation suivant le système NOVA et estimation de la valeur nutritionnelle de 112 produits dans l'objectif de comprendre leur impact spécifique sur la santé des enfants et des adolescents, les principales cibles de ces produits.

Cette étude a révélé qu'il existe sur le marché algérien 15 catégories différentes de snacks salés. Les chips de pommes de terre, produit conventionnel de 1^{ère} génération, et connu du consommateur algérien, n'en représente que 15%. Ainsi, 85% des snacks salés sont à base de pomme de terre déshydratée (24,78%), chips à base de maïs (30,97%), chips à base de pomme de terre déshydratée, blé, maïs, riz, céréales (26,51%), chips à base de flocons de pomme de terre, de riz, poudre de lait, fibre de betterave (1,77%). Ces derniers appartiennent à la 2^{ème} voire la 3^{ème} génération ; produits ayant subis un traitement technologique poussée, modifiant drastiquement la matrice alimentaire.

Selon le système de classification NOVA, cette étude a révélé que 98% des produits collectés sont des aliments ultras transformés (NOVA 4) et seulement 2% des produits sont répartis dans le groupe des aliments transformés (NOVA 3).

L'estimation de la valeur nutritionnelle a révélé que la valeur énergétique varie entre 412,95 Kcal/100g à 2016,60 Kcal/100g, la catégorie représentée par les chips à base de flocons de pomme de terre, de riz, poudre de lait et fibre de betterave a significativement la valeur énergétique la plus élevée (2016,60 Kcal/100g).

Ces produits présentent des variations significatives dans leur teneur en matières grasses, qui varie de 17,17 g/100g à 33,63 g/ 100 g, ainsi qu'en sel, allant de 1,20 g/100g à 3,07g/100g. Cependant, il n'y a pas de différence notable entre les différentes catégories en ce qui concerne leur contenu en acides gras saturés (6,35g/100g et 14,14g/100g), en protéines (de

4,10g/100g à 6,15g/100g), en sucres (0,75 g/100g à 3,3 g /100 g) et en glucides (50,22 g/100g à 66,97 g/100g)

L'application des seuils moyens nutritionnels selon FSA, 2015 aux valeurs nutritionnelles des snacks salés a révélé pour :

- Le paramètre teneur en MG : 90%, 4% et 1% des produits présentent une teneur élevée, moyenne, et faible, respectivement. 5% de produits n'ont pas mentionné la teneur en matière grasse
- Le paramètre teneur en AGS : 60%, 9%, des produits présentent une teneur élevée, moyenne, respectivement. 31% de produits n'ont pas mentionné la teneur en acide gras saturé.
- Le paramètre teneur en sel :56%, 25%, 1% des produits présentent une teneur élevée, moyenne, et faible, respectivement. 18% de produits n'ont pas mentionné la teneur en sel.
- Le paramètre teneur en sucre :59%, des produits présentent une teneur faible, 41% de produits n'ont pas mentionné la teneur en sel.

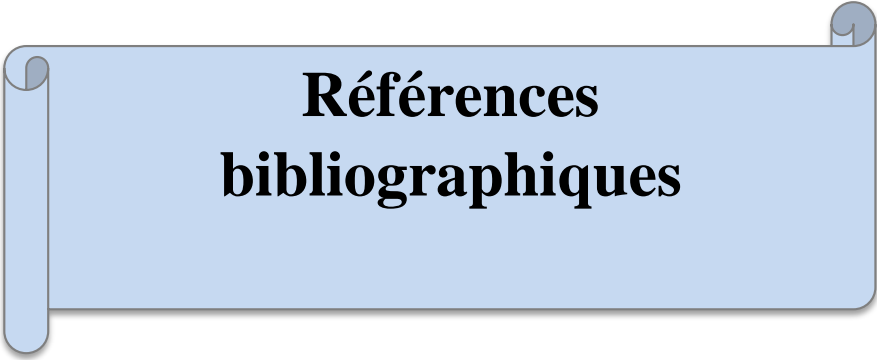
Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que les snacks salés proposés au consommateur algérien ont subis des transformations industrielles poussées, modifiant ainsi drastiquement leur matrice alimentaire. Ils présentent des teneurs élevées en matière grasse et/ou sel dont la consommation excessive est délétère pour la santé. Diminuer leur présence dans les aliments constitue un réel défi de santé publique.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de sensibiliser les consommateurs à la nature des aliments consommés (matrice alimentaire et valeur nutritionnelle), afin de les aider à faire des choix alimentaires éclairés et équilibrés.

Au terme de cette étude, nous proposons de la compléter en :

- Elargissant le nombre de produits à l'échelle nationale.
- Appliquant d'autres systèmes de classification selon le degré de transformation tel que le système SIGA.
- Menant des campagnes de sensibilisation quant à la consommation de produits ultra-transformés et leur impact sur la santé notamment chez les enfants.

- Répertoire des différents additifs alimentaires utilisés et leur impact sur la santé.
- Réalisation des enquêtes alimentaires pour estimer le niveau de connaissances et de consommation des snacks salés.
- Collaboration avec les fabricants de snacks pour réduire les niveaux de sel, de graisses et de sucres dans leurs produits afin d'améliorer la qualité des produits proposés au consommateur.
- Réalisation de guides ou d'applications mobiles qui aident à choisir des snacks plus sains, basés sur leur composition nutritionnelle et le degré de transformation.
- Utilisation des plateformes de médias sociaux pour diffuser des messages sur la consommation responsable de snacks salés.
- Intégration des programmes d'éducation nutritionnelle dans les écoles pour enseigner aux enfants et aux adolescents l'importance d'une alimentation équilibrée.
- Promotion de la consommation modérée de snacks salés et l'importance de ne pas dépasser les portions recommandées.
- Mise en avant du lien entre la consommation de snacks salés riches en calories et en glucides raffinés, et le risque accru d'obésité et de diabète de type 2.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- AFSSA. (2010). Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras.
<https://www.coeuretavc.ca/-/media/pdf-files/iavc/2017-position-statements/gras-satures-ps-fr.pdf?rev=f96acb77fdda449284541d0f545da5e4>
- Anonyme 1. (2018). The Snack Food Association Becomes SNAC International – Potato Business.htm.
- Anonyme 2. (2024).
https://www.google.com/search?sca_esv=a2a2e5f895d57c5d&q=2024%3B+https://www.free-pik.com/premium-photo/potato-chips-open-bag-delicious-bbq-seasoning-spicy-crips-thin-slice-deep-fried-snack-fast-food-open
- Anonyme 3. (2024).
<https://www.google.com/search?q=https%3A%2F%2Fbocoboco.ca%2Fproduit%2Fchips-de-mais>
- Anonyme 4. (2024). <https://www.google.com/search?q=https%3A%2F%2Fwww.atlas-ints.com%2Ffr%2Fhome%2Fblog%2F34%2Falmhtoyat%2F192%2Fetapes-et-mecanisme-de-lindustrie-des-chips-de-mais>
- Anonyme 5. (2024). <https://www.google.com/search?q=snack+de+troisieme+generation>
- ANSES. (2024, mars 18). Sucres dans l'alimentation. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
<https://www.anses.fr/fr/content/sucres-dans-l%E2%80%99alimentation>
- Burke, M. V., & Small, D. M. (2015). Physiological mechanisms by which non-nutritive sweeteners may impact body weight and metabolism. *Physiology & Behavior*, 152, 381 - 388.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.05.036>
- Caballero, B., Finglas, P. M., & Toldrá, F. (Éds.). (2016). *Encyclopedia of food and health*. Elsevier, Academic Press.
- CERIN. (2016). Les dernières recommandations en lipides : De la théorie à l'assiette. Centre de Ressources et d'Informations Nutritionnelles.
- Champ, M. (2018). Les glucides : Les sucres et les autres.... *Cholé-doc*, 161, 1- 5.
- Chikhi, K., & Berrouiguet, Y. (2020). Le marketing des chips en algerie. *Revue EL-Tawassol*, 26(Spécial), 1- 13.
- Codex alimentarius. (2021). Norme générale pour les additifs alimentaires. Codex STAN, 192-1995.
- ESA. (2024). ESA - European Snacks Association. FoodDrinkEurope.
<https://www.fooddrinkeurope.eu/member/esa-european-snacks-association/>
- Fardet, A. (2017a). La classification NOVA : Degré de transformation des aliments et santé. Université d'été de Nutrition, np. <https://hal.science/hal-01697078>

- Fardet, A. (2017b). L'effet matrice des aliments, un nouveau concept. *Pratiques en nutrition*, 13(52), 37- 40. <https://doi.org/10.1016/j.pranut.2017.09.009>
- Fardet, A. (2018). La classification NOVA des aliments selon leur degré de transformation : Définition , impacts santé et applications. *L'Information diététique*, 4, 31- 42.
- Fardet, A. (2019). Que penser des aliments ultra transformés ? Correspondances en *Métabolismes Hormones Diabète et Nutrition*, 23(3).
- Fardet, A., & Boirie, Y. (2015). Association entre groupes d'aliments et risques de maladies chroniques : Vers une nutrition préventive globale applicable à la santé ? *Cholé-doC*, 143, 1- 4.
- FSA. (2016). The Food Standard Agency (FSA) medium nutritional.
- Haber, G. B., Heaton, K. W., Murphy, D., & Burroughs, L. F. (1977). Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose, and serum-insulin. *Lancet* (London, England), 2(8040), 679- 682. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(77\)90494-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(77)90494-9)
- Hess, J. M., Jonnalagadda, S. S., & Slavin, J. L. (2016). What Is a Snack, Why Do We Snack, and How Can We Choose Better Snacks? A Review of the Definitions of Snacking, Motivations to Snack, Contributions to Dietary Intake, and Recommendations for Improvement. *Advances in Nutrition*, 7(3), 466- 475. <https://doi.org/10.3945/an.115.009571>
- JORA. (2018). Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire Numéro 25.
- Krauth, M. (2023). L'alimentation ultra-transformée. *Les notes scientifiques de l'office*, 35.
- Kristiawan, M., Chaunier, L., Sandoval, A. J., & Della Valle, G. (2020). Extrusion—Cooking and expansion. In *Breakfast Cereals and How They Are Made* (p. 141 - 167). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812043-9.00007-2>
- Lane, M. M., Gamage, E., Du, S., Ashtree, D. N., McGuinness, A. J., Gauci, S., Baker, P., Lawrence, M., Rebholz, C. M., Srour, B., Touvier, M., Jacka, F. N., O'Neil, A., Segasby, T., & Marx, W. (2024). Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: Umbrella review of epidemiological meta-analyses. *BMJ*, e077310. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077310>
- Laurie, P., & Marie-Claude, P. (2017). La consommation de sucre et la santé. *COMITÉ SCIENTIFIQUE SUR LA PRÉVENTION DE L'OBÉSITÉ — Fiche thématique*, 1- 19.
- Lusas, E. W., & Rooney, L. W. (2001). *Snack foods processing*. CRC Press. https://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=W_5wlzckPkMC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Snack+Foods+Processing+Edmund+W.+Lusas,+Lloyd+W.+Rooney&ots=sk8rAqaF4c&sig=SGaBkibQWpeOVgljkkdGiA1Mxs
- Mescoloto, S. B. (2023). Ultra-processed food consumption and children and adolescents' health. *Jornal de Pediatria*.
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Lawrence, M., Louzada, M. L. da C., & Machado, P. P. (2019). Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. *Food and agriculture organization of the United Nations*, 48, 1- 44.

Neri, D., Steele, E. M., Khandpur, N., Cediel, G., Zapata, M. E., Rauber, F., Marrón- Ponce, J. A., Machado, P., Da Costa Louzada, M. L., Andrade, G. C., Batis, C., Babio, N., Salas-Salvadó, J., Millett, C., Monteiro, C. A., Levy, R. B., & for the NOVA Multi- Country Study Group on Ultra- Processed Foods, Diet Quality and Human Health. (2022). Ultraprocessed food consumption and dietary nutrient profiles associated with obesity : A multicountry study of children and adolescents. *Obesity Reviews*, 23(S1), e13387. <https://doi.org/10.1111/obr.13387>

OMS. (2022). 5 recommandations pour réduire la consommation de sel et ainsi vivre plus longtemps et en meilleure santé. <https://www.who.int/europe/fr/news/item/14-03-2022-5-recommandations-to-reduce-salt-intake-to-live-longer-and-healthier-lives>

Pigois, A.-C. (2021). Impact des aliments ultra-transformés sur la santé [Thèse de doctorat]. Université clermont auvergne ufr de pharmacie.

Rauber, F., Laura Da Costa Louzada, M., Chang, K., Huybrechts, I., Gunter, M. J., Monteiro, C. A., Vamos, E. P., & Levy, R. B. (2024). Implications of food ultra-processing on cardiovascular risk considering plant origin foods: An analysis of the UK Biobank cohort. *The Lancet Regional Health - Europe*, 100948. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100948>

Serna-Saldivar, S. O. (2022). *Snack Foods: Processing, Innovation, and Nutritional Aspects* (1^{re} éd.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003129066>

Sersar, I. (2023). Risk of noncommunicable diseases and associated factors in Algerian adolescents (10–19 years old).

Suwendu, B. (2023). *Snack foods : Processing and technology*. Academic Press, an imprint of Elsevier.

Uzan, A., & Delaveau, P. (2009). Le sel dans l'alimentation : Un problème de santé publique. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 67(4), 291 - 294. <https://doi.org/10.1016/j.pharma.2009.03.009>

Walsh, C. E., Seguin-Fowler, R., Ammerman, A., Hanson, K., Pitts Jilcott, S. B., Kolodinsky, J., Sitaker, M., & Ennett, S. (2021). Snacking, sugar-sweetened beverage consumption and child obesity in low-income households. *Nutrition & Food Science*, 51(1), 151 - 163. <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2020-0048>

Wrigley, C., & Corke, H. (2016). *Encyclopedia of Food Grains, Second Edition* (2^e éd.).

Wrigley, C., Corke, H., & Koushik, S. (2016). The Word of Food Grains. In *Encyclobidia of food grains* (2^e éd., Vol. 1).

Résumé

Les snacks représentent un segment important de l'industrie alimentaire mondiale. Ils sont parmi les principaux aliments ultra-transformés consommés principalement par les enfants et les adolescents. L'objectif de cette étude est de classer les snacks salés proposés au consommateur algérien en fonction de leur composition, tout en évaluant leur degré de transformation et leur valeur nutritionnelle. Pour ce faire, nous avons collecté les données de 112 produits se trouvant sur le marché de la wilaya de Tizi-Ouzou en se basant sur les informations disponibles sur leurs emballages. Les résultats de l'étude ont identifié 15 catégories différentes avec 98 % des produits classés comme ultra-transformés (NOVA4), tandis que seulement 1 % sont classés comme aliments transformés (NOVA3). En outre, la majorité des catégories présentent des teneurs élevées en matières grasses (90%), acides gras saturés (60%), sel (56%) et sucres (59%). Ainsi, les snacks salés proposés au consommateur algérien ont subi des transformations industrielles poussées et sont de mauvaise qualité nutritionnelle. Leur consommation excessive est délétère pour la santé. Diminuer la consommation de ce type d'aliment constitue un impératif de santé publique.

Mots clés : Snack salé, chips, Maïs, AUT, MG

Abstract

Snacks represent a major segment of the global food industry. They are among the main ultra-processed foods consumed mainly by children and adolescents. The aim of this study is to classify the savoury snacks offered to Algerian consumers according to their composition, while assessing their degree of processing and nutritional value. To do this, we collected data on 112 products on the market in the wilaya of Tizi-Ouzou, based on the information available on their packaging. The results of the study identified 15 different categories, with 98% of products classified as ultra-processed (NOVA4), while only 1% were classified as processed foods (NOVA3). What's more, the majority of the categories have high levels of fat (90%), saturated fatty acids (60%), salt (56%) and sugars (59%). The salty snacks available to Algerian consumers have undergone extensive industrial processing and are of poor nutritional quality. Excessive consumption is harmful to health. Reducing consumption of this type of food is a public health imperative.

Key words: Savoury snack, crisps, Maize, UPF, FAT

