

Préparation instantanée pour adultes à base de millet et de baobab

Auteur : d'Almeida, Anaëlle

Promoteur(s) : 28972

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en management de l'innovation et de la conception des aliments, à finalité spécialisée

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24249>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Conception d'un petit-déjeuner instantané, complet à base de millet et de baobab.

Présenté par d'ALMEIDA Anaëlle & ILBOUDO Nicole

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU
DIPLOME DE MASTER EN MANAGEMENT DE L'INNOVATION ET
CONCEPTION DES ALIMENTS, À FINALITÉ SPÉCIALISÉE.**

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2024-2025

Promotrice : Dorothée GOFFIN (ULiège)

Co-promoteur : Mohammed AYADI (ULiège)

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes qui nous ont accompagnées et soutenues tout au long de la réalisation de ce travail de fin d'études.

Tout d'abord, un grand merci à notre promotrice, le Professeur Dorothée Goffin, qui a su orienter notre esprit critique tout au long de ce travail, et à notre co-promoteur, le Professeur Mohammed Ayadi, qui nous a apporté des outils et conseils techniques précieux.

Nous souhaitons remercier également tous les membres du SGL qui nous ont prodigué des conseils, dont les précieuses contributions ont permis le bon déroulement des phases techniques de ce travail.

Nous remercions également tous les membres du corps enseignant dont la disponibilité et le savoir nous ont permis d'apporter les éclaircissements nécessaires pour l'aboutissement de ce travail.

Notre reconnaissance va aussi à nos collègues de promotion, dont la solidarité a été un véritable moteur durant cette période d'apprentissage intensif.

Un grand merci à nos familles respectives et amis, dont les nombreux encouragements et le soutien inestimable ont grandement contribué à l'avancée de ce travail.

DÉCLARATION

« Nous déclarons sur l'honneur que ce TFE a été écrit de notre plume sans avoir sollicité d'aide extérieure illicite, qu'il n'est pas la reprise d'un travail présenté dans une autre institution pour évaluation et qu'il n'a jamais été publié en tout ou en partie. Toutes les informations (idées, phrases, graphes, tableaux...) empruntées ou faisant référence à des sources primaires ou secondaires sont référencées adéquatement selon la méthode en vigueur. Nous déclarons avoir pris connaissance et adhérer au Code de déontologie pour les étudiants en matière d'emprunts, de citations ou d'exploitation de sources diverses et savoir que le plagiat constitue une faute grave ».

RÉSUMÉ

Cette étude a porté sur la conception d'un petit-déjeuner instantané complet à base de millet (*Panicum miliaceum*) et de pulpe de baobab (*Adansonia digitata*), pensé pour concilier santé, praticité et durabilité dans un contexte urbain où le manque de temps conduit souvent à négliger l'importance du premier repas de la journée. Destiné aux adultes actifs en quête d'une option alimentaire pratique, nutritive et durable, ce produit répond à une opportunité de marché dans l'offre européenne actuellement dominée par des céréales conventionnelles comme l'avoine et le blé, face à une demande croissante pour des produits sains. L'objectif était de formuler et standardiser une recette intégrant ces matières premières africaines ancestrales et résilientes, tout en satisfaisant aux exigences nutritionnelles, sensorielles, sécuritaires et sociétales.

La méthodologie d'étude a intégré une revue de littérature, une étude de marché et la définition d'un cahier des charges (CDC) fondé sur les cinq dimensions « 5S » (Sécurité, Santé, Service, Satisfaction, Sociétal). Le procédé comprend plusieurs opérations garantissant l'instantanéisation du millet et l'incorporation du baobab. Des ingrédients complémentaires permettent d'optimiser l'équilibre nutritionnel et les qualités organoleptiques. Des analyses physico-chimiques (pH, aw, matière grasse, indices acide et peroxyde), microbiologiques, nutritionnelles et sensorielles ont été réalisées, afin de répondre aux exigences du CDC.

La validation de ces exigences a résulté à l'élaboration d'un produit final riche en fibres, source de protéines et de minéraux accompagné d'un temps de préparation de 5 minutes en moyenne. L'évaluation sensorielle (n=21) a indiqué une bonne acceptabilité globale.

Ce projet met en évidence la faisabilité technologique et la pertinence nutritionnelle d'un petit-déjeuner instantané millet-baobab conciliant santé, praticité et durabilité. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour approfondir l'optimisation sensorielle, l'analyse de la stabilité lipidique et microbiologique, et l'évaluation économique en vue d'une application industrielle à grande échelle.

Mots-clés : Millet ; Baobab ; Petit-déjeuner instantané ; Bouillie ; Innovation ; Analyse sensorielle ; Santé ; Sécurité alimentaire ; Durabilité.

ABSTRACT

This study focused on the development of a complete instant breakfast based on millet (*Panicum miliaceum*) and baobab pulp (*Adansonia digitata*), designed to reconcile health, convenience, and sustainability in an urban context where lack of time often leads to neglecting the importance of the first meal of the day. Intended for active adults seeking a practical, nutritious, and sustainable food option, this product addresses a market opportunity in a European context, currently dominated by conventional cereals such as oats and wheat, amid growing demand for healthy products. The objective was to formulate and standardize a recipe incorporating these ancestral and resilient African raw materials, while meeting nutritional, sensory, safety, and societal requirements.

The study methodology integrated a literature review, market research, and the definition of specifications based on the five "5S" dimensions (Safety, Health [Santé], Service, Satisfaction, Societal). The process includes several operations ensuring the instantization of millet and the incorporation of baobab. Complementary ingredients optimize nutritional balance and organoleptic qualities. Physicochemical analyses (pH, water activity, fat content, acid and peroxide values), microbiological, nutritional, and sensory evaluations were conducted to meet the requirements of the specifications.

The validation of these requirements resulted in the development of a final product rich in fiber, a source of proteins and minerals, with an average preparation time of 5 minutes. Sensory evaluation (n=21) indicated good overall acceptability.

This project demonstrates the technological feasibility and nutritional relevance of an instant millet-baobab breakfast that combines health, convenience, and sustainability. Further work is needed to deepen sensory optimization, analysis of lipid and microbiological stability, and economic evaluation for large-scale industrial application.

Keywords: Millet; Baobab; Instant breakfast; Porridge; Innovation; Sensory analysis; Health; Food safety; Sustainability.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	2
Déclaration.....	3
Résumé.....	4
Abstract.....	5
Liste des figures.....	10
Liste des tableaux.....	12
Liste des abréviations.....	13
INTRODUCTION.....	14
CHAPITRE I : ÉTAT DES LIEUX.....	16
1. DESCRIPTION DU PROJET ET OBJECTIFS.....	16
2. LITTÉRATURE.....	16
2.1. Le petit-déjeuner.....	16
2.2. L'alimentation équilibrée chez l'adulte.....	17
2.3. Les ingrédients.....	19
2.4. Bouillies et porridge.....	27
2.5. Le concept de rapidité.....	29
3. CATÉGORISATION DU PRODUIT.....	30
3.1. Préparation instantanée pour petit déjeuner.....	30
3.2. Codex Alimentarius.....	30
3.3. Normes européennes.....	31
3.4. Classification NOVA.....	32
CHAPITRE II APPROCHE MARKETING.....	33
1. ÉTAT DES LIEUX PRÉALABLES.....	33
1.1. Marché belge du petit-déjeuner.....	33
1.2. Marché des produits sains.....	33
2. ÉTUDE DE MARCHÉ.....	34
2.1. Objectifs et limites.....	34
2.2. Hypothèses.....	36
2.3. Enquête qualitative.....	36
2.4. Enquête quantitative.....	38
3. STRATÉGIE MARKETING.....	43
3.1. La marque : Concept créatifs.....	43

3.2.	La cible.....	45
3.3.	Description	45
3.4.	Personna	46
3.5.	La proposition de valeur.....	47
3.6.	Analyse SWOT	48
3.7.	Le Business Model Canvas (BMC).....	49
3.8.	Analyse de la concurrence	49
3.9.	Positionnement et marketing mix.....	52
CHAPITRE III : CAHIER DE CHARGE		56
1.	SÉCURITÉ.....	56
1.1.	Contexte et législation.....	56
1.2.	ANALYSE DE RISQUES – HACCP	57
2.	ACTIVITÉ D’EAU (AW).....	60
3.	CRITÈRES MICROBIOLOGIQUES	62
4.	INDICE ACIDE	63
5.	OXYDATION LIPIDIQUE	63
6.	DDM ET DLC.....	64
7.	ALLERGÈNES	65
8.	SANTÉ.....	67
8.1.	Recommandations et objectifs nutritionnels	67
8.2.	Déclaration nutritionnelle.....	70
9.	SERVICE	70
10.	SATISFACTION	71
11.	SOCIÉTALE	72
11.1.	Contexte environnemental	72
11.2.	Durabilité.....	72
CHAPITRE IV : PLAN D’EXPÉRIMENTATION ET FORMULATION		74
1.	EXPÉRIMENTATION I : CHOIX DU MILLET, VARIÉTÉ ET FORME.....	76
2.	EXPÉRIMENTATION 2 : INCORPORATION DU BAOBAB.....	78
3.	ESSAI DE FORMULATION	79
4.	FORMULATION.....	79
CHAPITRE V : MATÉRIEL ET MÉTHODES		81
1.	TRANSFORMATION DES INGRÉDIENTS.....	81
1.1.	Transformation du millet.....	81
1.2.	Préparation des éclats de baobab.....	82

1.3.	Les amandes	84
1.4.	Mélange et homogénéisation des ingrédients	84
2.	MESURES ANALYTIQUES	84
2.1.	pH.....	84
2.2.	Matière sèche	85
2.3.	Mesure de l'aw	86
2.4.	Matière grasse	87
2.5.	Acides gras libres	88
2.6.	Indice peroxyde	88
2.7.	Analyses microbiologiques	89
2.8.	Texturométrie	89
3.	ANALYSE HÉDONIQUE.....	89
CHAPITRE VI : RÉSULTATS		91
1.	TRANSFORMATION DES INGRÉDIENTS	91
2.	MESURES ANALYTIQUES	92
2.1.	pH.....	92
2.2.	Matière sèche	92
2.3.	Mesure de l'aw	94
2.4.	Matière grasse	94
2.5.	Indice acide et indice peroxyde.....	94
3.	ANALYSE MICROBIOLOGIQUES	95
4.	TEXTUROMÉTRIE	96
5.	ANALYSE HÉDONIQUE.....	96
6.	RESPECT DU CAHIER DES CHARGES.....	97
6.1.	Sécurité.....	97
6.2.	Santé.....	97
6.3.	Satisfaction.....	99
6.4.	Service.....	100
6.5.	Société	100
CHAPITRE VII : PRODUCTION INDUSTRIELLE		101
5.	APPROVISIONNEMENT ET PRÉTRAITEMENT	101
6.	LIGNE DE TRANSFORMATION.....	101
	Traitement du millet	102
	Traitement de la pulpe de baobab.....	103
	Traitement des amandes	103

7. ASSEMBLAGE ET FINITION	103
8. CONDITIONNEMENT ET EXPÉDITION	104
Emballage primaire	104
Emballage secondaire et tertiaire :	105
CHAPITRE VIII : PACKAGING.....	106
1. DÉVELOPPEMENT PACKAGING	106
1.1. Analyse globale de la demande d’emballage	106
1.2. Cahier des charges fonctionnel de l’emballage.....	108
2. Les packaging	121
2.1. Emballage primaire	121
2.2. Emballage secondaire.....	125
2.3. Emballage tertiaire	126
3. Conclusion.....	127
CHAPITRE IX : DISCUSSION ET PERSPECTIVES	128
CONCLUSION	129
Bibliographie.....	130
Annexes.....	137
Annexe I : Fiches des matières premières	137
Annexe II : Analyses chimiques	138
Annexe III : Analyses des dangers - HACCP.....	139
Annexe IV : Enquete quantitative.....	151
Annexe V : Enquête quantitative	154
Annexe VI : Test de faisabilité	155

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : l'EPI alimentaire (Food in action, 2019)	18
Figure 2: (a) Coupe du grain et (b) stéréomicrographie du millet commun (Proso millet) [barre d'échelle = 0,5 mm (500 µm)] (Taylor & Taylor, 2023).....	19
Figure 3 : Pulpe de baobab brute avant et après séparation de la graine (Asogwa et al., 2021) ..	22
Figure 4: (a) Amandes entières et (b) effilées	25
Figure 5: Fruit du pavot et ses graines ³	25
Figure 6: Graines de chanvres décortiquées (AFSCA, 2023).....	26
Figure 7: Temps de préparation désiré	37
Figure 8: Répartition de la fréquence de prise du petit déjeuner en fonction du niveau de revenus	40
Figure 9 : Prix accepté par tranche d'âge	41
Figure 10: Format et lieu d'achat privilégiés	41
Figure 11 : Moodboard de la marque	43
Figure 12: Logo de Uji	43
Figure 13 : Illustration 3D du packaging Uji	44
Figure 14: Value proposition Canvas	47
Figure 15: analyse SWOT	48
Figure 16: Mapping concurrentiel et positionnement du produit.....	51
Figure 17: Modèle des "5 S" (Blecker, 2023)	56
Figure 18 : Relation entre l'intensité des processus de dégradation et l'activité de l'eau	60
Figure 19 : Limites d'activité de l'eau pour la croissance des micro-organismes dans les aliments et exemples d'aliments avec des activités de l'eau correspondant à diverses limites de croissance (Roos, 2007).....	61
Figure 20:aw de quelques denrées alimentaires	62
Figure 21 : Modélisation des analyses sur une période 30 jours.....	65
Figure 22 : (a) Farine de millet, (b) millet décortiquée et (c) millet soufflé	77
Figure 23: procédé de traitement du millet	79
Figure 24: procédé de création des éclats	79
Figure 25: Four combi-vapeur Rational (a) et déshydrateur (b)	81
Figure 26: Broyeur à marteaux (a) et récipient de récupération (b).....	82
Figure 27: Robot Pâtissier Multifonction ARTISAN 4,8L - Kitchenaid	82

Figure 28: Étalage de la pâte de baobab après pétrissage	83
Figure 29: Mesure de l'épaisseur des morceaux	83
Figure 30: Éclats de baobab avant la cuisson au four	84
Figure 31: pH-mètre 3110 WTW	84
Figure 32: (a) appareil de mesure de l'aw et (b) coupole d'échantillonnage	86
Figure 33: Diagramme de fabrication du produit fini	91
Figure 34: Évolution du pH en fonction de la concentration en pulpe de baobab (bleu) et point isoélectrique du lait (rouge)	92
Figure 35: évolution du taux d'humidité en fonction du temps de séchage.....	93
Figure 36 : Nutri-Score "A"	99
Figure 37: Appréciation globale du produit et habitude de consommation	99
Figure 38: Appréciation du temps nécessaire à la reconstitution.....	100
Figure 39: Cuiseur vapeur industrielle et séchoir industriel	102
Figure 40: système DryBulk-Mix®	104
Figure 41 : Mélangeurs à palette et tamis vibrant	104
Figure 42: appareil VFFS.....	105
Figure 43 : Exemples de compatibilité de différents films pour l'emballage des produits mentionnés (Kirwan et al., p.197, 2011)	112
Figure 44 : Combinaison PE + EVOH (Terinex Flexibles)	113
Figure 45 : Films OPP standard et combinés (Terinex Flexibles)	114
Figure 46 : Films (a) Combinaison PET + acrylique ; (b) PET thermoscellable (Terinex Flexibles)	115
Figure 47 : Résumé des matériaux considérés	118
Figure 48 : Schémas techniques du packaging primaire (sachet plastique et boîte en carton)	Erreur ! Signet non défini.
Figure 49 : Packaging en carton plat en présentoir	123
Figure 50 : BAT du packaging final	125
Figure 51 : (a) Housse Euro-Palette (b) Bande de serrage pour chariot et palette	126
Figure 52 : Dangers relatifs à l'étape de stockage	142

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Récapitulatif des besoins, valeurs et motivations issues de notre pré enquête	38
Tableau 2: Fréquence du PDJ <i>en fonction de l'activité professionnel</i>	40
Tableau 3: Temps consacré au PDJ en fonction de l'activité professionnel	40
Tableau 4: Analyse de la concurrence directe.....	50
Tableau 5: analyse de la concurrence indirecte et de leur positionnement	51
Tableau 6: Indicateurs microbiologiques pour les noix et produits dérivés.....	62
Tableau 7 : Indicateurs microbiologiques pour les mélanges de poudre	63
Tableau 8: AJR pour la population adulte (CSS, 2016).....	68
Tableau 9: Objectifs finaux des valeurs nutritionnelles du produit sec	69
Tableau 10: Objectifs finaux des AJR du produit (basés sur recommandations pour les hommes)	69
Tableau 11: Attentes et critères sensorielles	72
Tableau 12: résumé du cahier de charge pour la conception du produit.....	73
Tableau 13: Résumé des propriétés des ingrédients dans le produit.....	76
Tableau 14: Vision d'ensemble du développement du produit.....	80
Tableau 15: <i>teneur en eau des ingrédients</i>	93
Tableau 16: Niveau de l'aw des produits analysés	94
Tableau 17: Contenu en matière grasse du produit fini	94
Tableau 18: Valeurs de références des MP	95
Tableau 19: Résultats des analyses microbiologiques	95
Tableau 20: évaluation sensorielle	97
Tableau 21: évaluation de la satiété	97
Tableau 22 : Déclaration nutritionnelle finale	98
Tableau 23 : Résultats des AJR du produit (basés sur recommandations pour les hommes)	98
Tableau 24: Intention d'achat et habitude de consommation	99
Tableau 25 : Comparaison des packagings concurrents	106
Tableau 26: Fiche technique du packaging sélectionné.....	119

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AFSCA : agence fédérale de la sécurité de la chaîne alimentaire
aw : activité d'eau
BAT : Bon à Tirer
BPF : Bonne Pratiques de Fabrication
BPH : Bonne Pratiques d'Hygiène
CDC : cahier des charges
CdCf : cahier des charges fonctionnel
CSS : conseil supérieur de la santé
DA : denrée(s) alimentaire(s)
DT2 : diabète de type 2
EFSSA : European Food Safety Authority (Autorité européenne de sécurité des aliments)
EVOH : Ethylene Vinyl Alcohol (Copolymère d'éthylène et d'alcool vinylique)
€ : euro
FEFO / FIFO : First Expired First Out / First In First Out
g : gramme
GWP = Global Warming Potential
HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point
IA : indice acide
IG : index glycémique
IMC : indice de masse corporelle
IP : indice peroxyde
Kg : kilogramme
LDPE : Low-Density Polyethylene (Polyéthylène basse densité)
MG : matière grasse
MO : micro-ondes
MP : matière(s) première(s)
OPP : Oriented Polypropylene (Polypropylène orienté)
PDJ : petit déjeuner
PE : Polyéthylène
PET : Polyethylene Terephthalate (Polyéthylène téréphtalate)
RTE : ready to eat
RTU : ready to use
SM : solution mère
SPF : service public fédéral

INTRODUCTION

Le petit-déjeuner est reconnu comme un repas clé de la journée en raison de son rôle dans l'apport énergétique, la régulation métabolique et la prévention de certaines pathologies chroniques. Sa consommation régulière permet de maintenir un meilleur équilibre nutritionnel, à une réduction du risque de surpoids et à une amélioration des performances cognitives. Cependant, les habitudes récentes qui ont été adoptées font que ce repas tend à être négligé ou remplacé par des alternatives rapides mais peu nutritives. Dans un contexte de modes de vie urbains caractérisés par la rapidité et le manque de temps, les habitudes alimentaires évoluent vers une recherche croissante de praticité, souvent au détriment de la qualité nutritionnelle.

Face à cette tendance, l'innovation dans le domaine des produits de petit-déjeuner représente une opportunité majeure. L'offre actuelle en Europe repose principalement sur des céréales à base de blé ou d'avoine, laissant peu de place à la diversité. De plus, l'augmentation de la demande pour des produits sans gluten, riches en fibres et adaptés à une alimentation saine incite à explorer de nouveaux ingrédients. Dans cette perspective, le millet (ou *mil*), céréale ancestrale originaire d'Asie comme d'Afrique, et le baobab, fruit emblématique reconnu pour sa richesse nutritionnelle, apparaissent comme des ingrédients prometteurs. Leur utilisation permet non seulement de diversifier l'offre existante mais aussi de répondre à la recherche de naturalité, de santé et d'authenticité des consommateurs.

Au-delà de la dimension nutritionnelle, le développement de produits à base de millet et de baobab présente un intérêt scientifique et sociétal. Ces matières premières sont reconnues pour leur résilience face aux conditions climatiques extrêmes et s'inscrivent dans une logique de durabilité. Leur valorisation contribue à la diversification des systèmes alimentaires, en offrant de nouvelles perspectives économiques aux filières agricoles d'Afrique mais également d'Europe. Sur le plan sociétal, ce projet s'inscrit dans la transition alimentaire actuelle en proposant un produit à la fois sain et pratique. Enfin, il s'agit aussi d'un pont culturel, puisqu'il permet d'adapter des savoirs traditionnels africains aux attentes du marché européen, notamment celles de la diaspora et des consommateurs à la recherche d'options authentiques et innovantes.

Le présent travail s'inscrit dans cette dynamique d'innovation alimentaire. Il a pour objet la conception d'un petit-déjeuner instantané à base de millet et de baobab, destiné à répondre aux besoins nutritionnels et pratiques d'une population active. La problématique centrale est la suivante : comment concevoir un produit instantané à base d'une céréale comme le millet et d'un

fruit comme le baobab, qui soit à la fois équilibré sur le plan nutritionnel, attrayant sur le plan sensoriel et conforme aux normes réglementaires, tout en restant simple et rapide à préparer ?

L'objectif principal est de développer et de standardiser une recette de petit-déjeuner instantané associant ces deux ingrédients.

Afin d'atteindre ces objectifs, ce travail est structuré en plusieurs parties. La première présente l'état des lieux scientifique et technique relatif au petit-déjeuner, aux ingrédients sélectionnés et à la caractérisation du produit, la deuxième partie explore l'approche marketing à travers une étude de marché et une analyse de la cible, ensuite un cahier des charges est défini en intégrant les dimensions des 5S. Les parties suivantes exposent la formulation, les méthodes analytiques et les résultats obtenus. Enfin, le travail se conclut par une discussion sur les perspectives de valorisation et de développement industriel du produit.

CHAPITRE I : ÉTAT DES LIEUX

1. DESCRIPTION DU PROJET ET OBJECTIFS

Ce projet vise à développer un petit-déjeuner instantané à base de céréales qui répond aux besoins d'une population au mode de vie actif. La préparation instantanée vise à satisfaire des attentes gustatives, nutritionnelles et pratiques des consommateurs.

Les objectifs principaux de ce projet sont :

- I. **Utiliser le millet et la pulpe de baobab pour concevoir un petit-déjeuner** instantané complet et rapide :
 - Instantanéiser le millet
 - Incorporer la poudre de pulpe de baobab dans le mélange sec
- II. **Standardiser la recette en respectant les 5S** (santé, sécurité, service, satisfaction & sociétal).

2. LITTÉRATURE

2.1. Le petit-déjeuner

Le petit-déjeuner (PDJ) est souvent considéré comme un repas fondamental de la journée. Sa place dans l'alimentation a été le sujet de nombreuses études scientifiques qui ont su démontrer ses bénéfices multidimensionnels sur la santé humaine.

Si les habitudes alimentaires varient selon les lieux, on peut certainement supposer que toutes les cultures humaines autour du globe se prêtent à une version de ce rituel matinal. Selon (O'Neil et al., 2014), le petit déjeuner peut être défini comme « *le premier repas de la journée qui rompt le jeûne après la plus longue période de sommeil et est consommé dans les 2 à 3 heures suivant le réveil ; il est composé d'aliments ou de boissons provenant d'au moins un groupe alimentaire et peut être consommé à n'importe quel endroit* ».

La consommation quotidienne de petit-déjeuner peut jouer un rôle important pour une amélioration du profil nutritionnel global, la régulation métabolique et potentiellement la prévention de pathologies chroniques comme le diabète de type 2 (DT2). Selon les travaux de (Guérin, 2015) une relation inversement proportionnelle existe entre la prise du petit-déjeuner et l'indice de masse corporelle (IMC). Les personnes qui prennent un petit-déjeuner ont tendance à avoir un IMC plus bas, contrairement aux individus obèses qui ont plutôt l'habitude de le sauter des repas. Les mécanismes physiologiques montrent que l'omission du petit-déjeuner peut entraîner une dérégulation de l'appétit, potentiellement responsable d'un gain de poids. Ce phénomène augmente les risques de diabète et de maladies cardiovasculaires (Guérin, 2015). De plus, sauter le premier repas de la journée est corrélé à une mauvaise alimentation au cours de la journée.

Les céréales complètes, souvent consommées au petit-déjeuner, permettraient de rassasier plus efficacement et réduiraient ainsi le risque de développer des maladies chroniques liées au surpoids.

De plus, cette consommation quotidienne permet d'atteindre des apports nutritionnels significativement plus élevés, incluant des nutriments indispensables tels que le calcium, les fibres alimentaires, le fer, la vitamine B12, etc., en particulier lorsque celui-ci comporte des céréales complètes. En effet, ces dernières sont sources de glucides complexes, de fibres et de protéines végétales, ainsi que de minéraux et vitamines.

L'impact de la consommation d'un petit-déjeuner à faible charge glycémique (CG)¹ a été largement documenté, notamment en ce qui concerne ses effets à court et moyen terme. Un petit-déjeuner associant des aliments à IG bas avec une charge glycémique basse améliore la performance dans l'exécution de tâches intellectuelles complexes.

Par conséquent, les individus ingérant des céréales complètes démontrent des apports énergétiques supérieurs ainsi qu'un meilleur pourcentage d'énergie dérivée des glucides, des fibres alimentaires et de plusieurs micronutriments. Comparativement, ceux qui choisissent de sauter le petit-déjeuner ou d'opter pour d'autres types de repas matinaux ont des performances moindres. Les céréales complètes favorisent une digestion lente tout en évitant la sensation de faim et le coup de fatigue en fin de matinée.

2.2. L'alimentation équilibrée chez l'adulte

Selon les recommandations nutritionnelles officielles belges établies par le Conseil Supérieur de la Santé (CSS), une alimentation saine et équilibrée doit respecter des apports spécifiques en macro et micronutriments essentiels. L'alimentation équilibrée prend en compte des aspects tels que les nutriments, la qualité des aliments, leurs fréquences de consommation et leur rapport au consommateur. En résumé, les principales recommandations nutritionnelles visent à « *rechercher un équilibre en évitant d'une part de dépasser l'apport maximal tolérable de nutriments, tout en s'assurant d'autre part d'atteindre l'apport quotidien recommandé.* » (CSS, 2019)

En Belgique, certains nutriments et aliments spécifiques présentent une corrélation directe avec les principaux problèmes de santé. Ces observations révèlent plusieurs problèmes nutritionnels majeurs : une consommation insuffisante de produits céréaliers, fruits, graines, fruits à coque et fibres alimentaires. À cela s'ajoutent des carences en calcium et en fer, ainsi qu'une consommation excessive de sucres ajoutés (CSS, 2019).

Les apports journaliers recommandés (AJR) sont spécifiques à chaque individu et dépendent de facteurs tels que l'âge, le sexe, le niveau d'activité physique et l'état de santé. Dans le cadre de ce travail, les recommandations en termes d'énergie, de protéines, de fibres et de minéraux

¹ L'indice de charge glycémique mesure l'impact d'un aliment riche en glucides sur le taux de sucre sanguin, en tenant compte non seulement de sa vitesse d'absorption mais également de la proportion exacte de glucides ingérée (R. Jaffe, 2013).

(magnésium, fer, phosphore, zinc, calcium) sont mises en avant. Ces dernières seront développées plus amplement dans la section santé du cahier de charge de ce document.

Concernant les **protéines**, l'apport de référence s'établit à **0,83 g par kilogramme (kg) de poids corporel et par jour** pour les adultes en bonne santé, soit environ 10 à 15 % de l'apport énergétique total quotidien. Les sources protéiques doivent combiner protéines animales (viandes maigres, poissons, œufs, produits laitiers) et végétales (légumineuses, noix, graines) pour garantir un profil d'acides aminés complet.

L'apport recommandé en fibres alimentaires s'établit à 25-35 g par jour pour les adultes, avec une préférence pour **30 g quotidiens** comme objectif optimal. Ces fibres doivent provenir prioritairement de sources végétales diversifiées incluant notamment les céréales complètes. Cette recommandation vise à assurer un transit intestinal optimal, une régulation glycémique adéquate et une prévention des pathologies cardiovasculaires et métaboliques.

Ces recommandations s'inscrivent dans une approche nutritionnelle globale privilégiant la diversité alimentaire, la modération et l'équilibre entre les différents groupes d'aliments pour optimiser la santé publique (CSS, 2016 ; CSS, 2019).

Un outil a été développé par Food in Action et la Haute École Léonard de Vinci : l'Épi alimentaire. Celui-ci illustre les 5 mesures alimentaires prioritaires ayant le plus d'impact sur la santé de la population adulte en Belgique, conformément aux nouvelles recommandations alimentaires du Conseil Supérieur de la Santé.



Figure 1 : l'EPI alimentaire (Food in action, 2019)

2.3. Les ingrédients

LE MILLET

Le mil (aussi connu sous le terme « millet ») est l'un des deux ingrédients mis en avant dans le produit développé. Le terme « mil » est un terme générique qui englobe un groupe diversifié de petites céréales résilientes appartenant à un ensemble naturellement varié de graminées (FAO, 2024). Ces céréales, cultivées dans des climats défavorables et diversifiés, notamment dans les zones agricoles sèches, semi-arides et subhumides (Mordor Intelligence, 2023) se sont imposées dans ces régions en raison de leur résistance à la sécheresse et leur capacité à pousser sur des sols pauvres, jouant ainsi un rôle clé dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle mondiale.

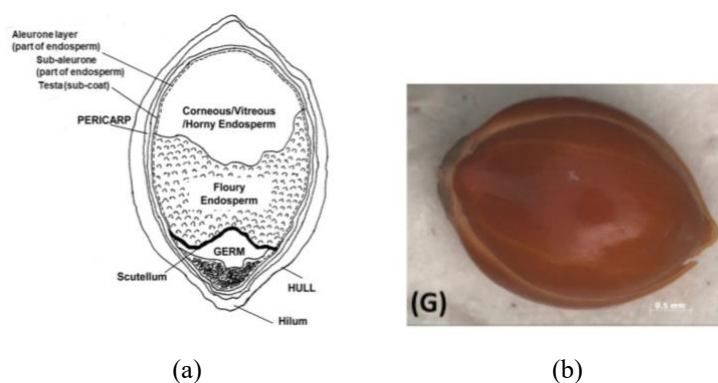


Figure 2: (a) Coupe du grain et (b) stéréomicrographie du millet commun (Proso millet) [barre d'échelle = 0,5 mm (500 μ m)] (Taylor & Taylor, 2023)

Le mil est l'une des premières céréales domestiquées par l'homme, avec des origines multiples en Afrique et en Asie, puis s'est ensuite diffusé en Europe via les routes commerciales comme la Route de la soie, devenant une culture importante durant l'Empire romain et le Moyen Âge (Bhat et al., 2018). L'Inde, le Niger et la Chine sont les plus grands producteurs de mil au monde, représentant plus de 55 % de la production mondiale et l'Afrique domine sa consommation mondiale (Mordor Intelligence, 2023). Bhat et al. (2018) précise que le mil est cultivé dans plus de 121 pays (FAOSTAT, 2025), et « consommée par plus de 590 millions de personnes ».

Selon le rapport d'information publié par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) (2024), ainsi que les travaux de Kalinová (2007) et les données du Kings Research (2024), il existe plusieurs variétés de mil dont :

- Le **mil commun** (Proso millet – *Panicum miliaceum*),
- Le mil à chandelle ou **millet perlé** (Pearl millet – *Pennisetum glaucum*,
- L'éleusine cultivée (Finger millet – *Eleusine coracana*),
- Mil des oiseaux (Foxtail millet – *Setaria italica*),
- Le **petit millet** (*Panicum sumatrense*),
- Le **sorgho** (*Sorghum bicolor*),
- Le teff (*Eragrostis tef*),
- Le fonio blanc (*Digitaria exilis*) et le fonio noir (*Digitaria iburua*)

En Afrique subsaharienne et en Asie du Sud, certaines espèces comme le mil à chandelle (*Pennisetum glaucum*) ou l'éleusine (*Eleusine coracana*) demeurent des cultures vivrières essentielles pour des millions d'agriculteurs (FAO, 2024). Malgré son recul face aux céréales modernes, le mil joue toujours un rôle crucial dans les systèmes alimentaires traditionnels et la lutte contre l'insécurité alimentaire. Des céréales locales telles que le millet perlé, le sorgho, le mil des oiseaux, le teff et le fonio gagnent en reconnaissance pour leur résistance aux conditions arides (Rai et al., 1999) et sont largement cultivées au Burkina Faso, au Sénégal et au Togo (Smith, 1995).

Le marché européen des céréales de spécialité à valeur ajoutée, incluant le millet, est en pleine croissance et devrait connaître une expansion considérable au cours de la période de prévision 2024 à 2031 (Kings Research, 2024). En effet, selon ces derniers, l'Europe devrait enregistrer un TCAC (Taux de croissance annuel composé) substantiel de 5,90 % entre 2024 et 2031. Cette croissance est alimentée par plusieurs facteurs clés dont l'intérêt croissant pour les aliments sains et nutritifs, la demande croissante de produits sans gluten, l'augmentation de la population végétarienne et végétalienne, la préférence pour les produits naturels et biologiques, la résilience climatique la durabilité, et l'innovation et diversification de produits.

L'Assemblée générale des Nations Unies a proclamé 2023 comme l'année internationale du millet. Cette initiative vise à sensibiliser le public aux bienfaits nutritionnels et sanitaires de cette céréale, ainsi qu'à sa contribution à la durabilité environnementale et au développement économique. Cette reconnaissance devrait stimuler la croissance du marché.

En dehors des céréales sans gluten bien connues comme l'avoine, plusieurs produits contenant du mil sont déjà présents sur le marché belge. On trouve notamment le pain Patroba (marque Biaform) à base d'épeautre, de quinoa et de mil, ainsi que des biscuits petit-déjeuner Céréál™ combinant riz, maïs et mil comme alternative aux céréales de petit-déjeuner traditionnelles. D'autres variétés de millet (teff, fonio, sorgho) demeurent peu connues sur ce marché. Bien que les farines de teff, de quinoa et de mil soient disponibles pour la pâtisserie sans gluten à domicile, leur utilisation dans les produits de boulangerie industriels reste très limitée (CBI, 2023).

Pourtant, sur le plan nutritionnel, les millets offrent de nombreux avantages qui les distinguent des céréales plus courantes et bien établies sur le marché européen :

- **Sans gluten** : Tous les mils sont naturellement exempts de gluten, ce qui les rend idéaux pour les personnes atteintes de la maladie cœliaque ou d'intolérance au gluten, un marché en croissance en Europe (CBI, 2023).
- **Richesse en protéines** : La qualité protéique du mil commun se distingue par sa richesse en protéines (10,4 g/100 g) et est jugée supérieure à celle du maïs, du blé, du seigle, de l'orge et de l'avoine (FAO, 2024; Kalinová, 2007). Additionnement, le mil commun a une teneur plus élevée en acides aminés essentiels que l'orge, l'avoine, le seigle et le blé, bien qu'il soit déficient en lysine comme les céréales communes (Kalinová, 2007).
- **Fibres alimentaires** : Le mil, consommé non raffiné, est une excellente source de fibres alimentaires, particulièrement le millet kodo et le sorgho (6,2 g/100 g) (FAO, 2024). Les fibres contribuent à la régulation intestinale, au contrôle de la glycémie et du cholestérol comme précisé à la section 2.2. de ce document.

- **Source de calcium** : L'éleusine (Finger millet) constitue une source exceptionnelle de calcium (364 mg/100 g), ce qui est rare parmi les céréales. Le teff présente aussi une teneur élevée en calcium (180 mg/100 g) (FAO, 2024).
- **Source de fer** : Le mil à chandelle (Pearl millet) est notable pour sa très haute teneur en fer (9,3 mg/100 g), la plus élevée parmi les céréales. Le mil commun est également riche en fer (FAO, 2024).
- **Richesse en vitamines et minéraux** : Les mils sont de bonnes sources de diverses vitamines B (B1, B2, B3, B6, acide pantothénique) et E, ainsi que de minéraux comme le cuivre, le magnésium, le phosphore, le sélénium, le manganèse et le zinc. Les niveaux de vitamines B1 et B2 dans le mil commun peuvent être deux fois plus élevés que ceux du riz, du blé ou de l'orge. Il est source de minéraux essentiels comme le magnésium et le phosphore (FAO, 2024).
- **Indice glycémique bas** : En tant que céréales complètes, le mil a un indice glycémique plus bas que de nombreuses céréales raffinées (riz, blé), ce qui est bénéfique pour les personnes atteintes de diabète ou d'hyperglycémie et la prévention des maladies métaboliques (Anitha et al., 2021).

Il est important de noter que cette céréale représente un pilier de la sécurité alimentaire grâce à son adaptation aux conditions climatiques extrêmes, sa valeur nutritionnelle et sa polyvalence culinaire (Owusu-Kwarteng et al., 2024; Rai et al., 1999). Dans le contexte actuel de changements climatiques et de transition alimentaire, le millet commun représente une ressource sous-utilisée mais prometteuse. Sa revalorisation nécessite une approche intégrée combinant innovation agronomique, transformation alimentaire et reconnaissance des savoirs traditionnels associés à sa culture.

En conclusion, parmi tous les types de millet, l'Éleusine (Finger millet) et le Mil à chandelle (Pearl millet) se distinguent particulièrement par leur qualité nutritionnelle exceptionnelle, notamment leur teneur en calcium et en fer. Le Teff présente une des plus fortes concentrations en protéines brutes (12,4 g/100 g). Malgré ces atouts nutritionnels remarquables, la production de ces céréales reste marginalisée au profit d'options plus commercialisées comme le blé ou le riz. Face au manque de diversité dans les variétés de millet disponibles sur le marché, le millet commun a été sélectionné comme ingrédient principal pour le développement du produit.

LE BAOBAB

L'*Adansonia digitata*, plus connu sous le nom de Baobab et originaire d'Afrique tropicale, est très caractéristique des zones sahéliennes et largement répandu dans les régions chaudes et sèches de l'Afrique tropicale, ainsi qu'à Madagascar (Diop et al., 2006). C'est un arbre principalement présent dans les savanes ouest-africaines, où il revêt une grande importance pour les communautés locales grâce à ses multiples utilités de par ses caractéristiques botaniques, sa composition chimique, sa valeur nutritionnelle et ses utilisations traditionnelles et médicinales (Asogwa et al., 2021).

Les graines du baobab sont polyvalentes : elles servent d'épaississant dans les soupes, d'agent aromatisant après fermentation, ou de collation une fois rôties. Elles peuvent également remplacer le café lorsqu'elles sont torréfiées. L'amande, qui constitue environ 55 % du poids de la graine, contient une huile comestible. Quant aux feuilles de baobab, elles sont consommées comme légumes, cuites à la manière des épinards ou séchées et réduites en poudre pour agrémenter sauces et soupes. Les jeunes feuilles peuvent être mangées crues ou bouillies. En Afrique de l'Ouest, le baobab est principalement utilisé pour la préparation de boisson végétale ou comme ingrédient pour ses propriétés épaississantes (Asogwa et al., 2021).

Sa vaste aire de répartition sur le continent africain est attribuée à sa faible exigence quant à la qualité du sol (avec une préférence pour les sols calcaires) et à sa large tolérance aux conditions climatiques, même avec une pluviométrie annuelle allant de 90 mm à 1400 mm (Offiah & Falade, 2023). Le baobab est souvent localisé à proximité des habitations, indiquant une association délibérée avec l'environnement agricole en raison de ses utilisations (Diop et al., 2006). Il a été exporté d'Afrique par les commerçants arabes, portugais et français et est aujourd'hui localement implanté dans de nombreuses régions d'Asie, dans le sud de la péninsule Arabique, dans de nombreuses îles des Caraïbes, en Guyane, en Floride, à Hawaï, à l'île de la Réunion, et en Nouvelle-Calédonie (Diop et al., 2006). Les feuilles, les graines et la pulpe de baobab sont toutes comestibles et considérées comme riches en nutriments (Asogwa et al., 2021; Offiah & Falade, 2023)

Introduite en tant que **Novel Food** en Europe en 2008 sous la Réglementation (CE) No 258/97 du Parlement Européen (CE, 2008), le fruit du baobab aussi appelé « pain de singe » est une baie sèche à la forme et à la taille très variables pouvant peser jusqu'à 350 g. À l'intérieur de la coque, on trouve de nombreuses graines noyées dans une pulpe protectrice blanchâtre et farineuse.



Figure 3 : Pulpe de baobab brute avant et après séparation de la graine (Asogwa et al., 2021)

Propriétés nutritionnelles

En Belgique, certains produits à base de baobab sont disponibles sur le marché comme la **poudre de baobab bio** présente chez Naturitas Belgique et présentée comme produit végétal, sans gluten, bien positionnée dans la gamme superaliments. On la retrouve également sur diverses plateformes en ligne européennes (KoRo, Microdose Bros, etc.) mentionnant un produit de qualité, riche en vitamine C et en fibres. Cette poudre est obtenue par extraction par voie sèche à partir de la pulpe de fruit, qui est la partie du baobab la plus largement valorisée. Le baobab est bien référencé parmi

les superaliments chez des revendeurs spécialisés, où il cohabite avec des produits comme l'açaï, la spiruline ou encore le maca.

La pulpe du fruit mur, se présente sous forme d'une poudre naturellement déshydratée de couleur blanchâtre et au goût légèrement acidulé est riche en nutriments. En effet, on y trouve une présence élevée de macronutriments avec une quantité de **glucides** très élevée (en moyenne 72,7-74,9 g/100g de matière sèche (MS)), une teneur élevée en **fibres** (de 6,0 à 45,1 g/100 g MS.) ; ces fibres, principalement des pectines, ont des propriétés prébiotiques, favorisant la croissance de bactéries bénéfiques dans le microbiote intestinal et la production d'acides gras volatils (Foltz et al., 2021). Elle a une faible teneur en **protéines** (environ 2,04-5,3 g/100 g MS, mais peut atteindre 8,73 g/100g MS.) et est très faible en **MG** (environ 0.08-3.6 g/100 g MS de lipides) (Foltz et al., 2021).

Dans la pulpe, on retrouve aussi des micronutriments tels que la vitamine C (contient 7 à 10 fois plus d'acide ascorbique que les oranges ; de la pro vitamine A, présente en quantité notable et de la vitamine B plus précisément B1 (Thiamine), B2 (Riboflavine), B3 (Niacine) et B6. De nombreux minéraux sont également présents : potassium (1429-1635.77 mg/100g), **calcium** (212-302 mg/100g), **magnésium** (77.69-353 mg/100g), phosphore (106-924.5 mg/100g), et contient des acides aminés (Asogwa et al., 2021; Offiah & Falade, 2023). Elle contient également du Fer, du Zinc, du Cuivre, du Manganèse et du Sodium.

Par ailleurs, la pulpe offre des bénéfices diététiques importants : elle régule la glycémie, favorise la satiété (Foltz et al., 2021) et contribue à réduire les risques de maladies cardiovasculaires en diminuant les niveaux de cholestérol et de triglycérides (Gadour et al., 2017).

Principaux composés actifs :

- **Polyphénols** : teneur élevée (426-3360.5 mg/100g).
- **Acides organiques** : responsables du goût acidulé (acide citrique, tartrique, malique et succinique).
- **Activité antioxydante** : la pulpe possède une activité antioxydante significative, tant hydrosoluble que liposoluble. Son Integral Antioxidant Capacity (IAC) est 66 fois supérieure à celle de la pulpe d'orange.
- **Composés aromatiques** : présence d'aldéhydes (notes grasses, fruitées, vertes), de terpènes (notes fruitées, végétales) et de furanes (notes grillées).

Propriétés technologiques

La pulpe de baobab constitue une source importante de pectines. L'utilisation de ces composés pectiques permet d'améliorer la texture, les qualités sensorielles et la stabilité de certaines préparations (notamment des jus largement consommés en Afrique de l'Ouest). Cette caractéristique les rend particulièrement adaptées à la fabrication de confitures, gelées et desserts. Les pectines à haut degré de méthoxylation s'activent par traitement thermique entre 80 à 100 °C, température à laquelle elles développent leur réseau gélifiant dans des conditions acides et sucrées appropriées. (Tilly, 2010).

Ces polysaccharides fonctionnent comme agents stabilisants en interagissant avec l'eau, ce qui maintient la cohésion des émulsions et suspensions alimentaires. Ils empêchent ainsi la séparation

des phases dans les produits complexes comme les sauces et les boissons. Les pectines du baobab améliorent également la rétention d'humidité dans les formulations alimentaires, ce qui prolonge la durée de conservation tout en préservant les qualités sensorielles des produits. Grâce à ces propriétés polyvalentes, le baobab s'impose comme un ingrédient technologique intéressant pour de nombreuses applications dans l'industrie agroalimentaire. (Tilly, 2010).

POUDRE DE DATES

Afin d'éviter l'utilisation de sucre transformé, la poudre de dattes a été sélectionnée comme alternative. Cette option permet l'emploi d'un édulcorant d'origine naturelle tout en augmentant la teneur en fibres du produit. La poudre de datte *deglet nour* déshydratée provient de l'épicerie en ligne vracBIO².

OLÉAGINEUX

Les oléagineux sélectionnés pour cette formulation contribuent d'une part à l'enrichissement du profil nutritionnel du produit par leur apport en matières grasses (insaturées et polyinsaturées) ainsi qu'en protéines de qualité. Ils participent substantiellement à l'effet de satiété grâce à leur densité énergétique élevée.

D'autre part, ces ingrédients apportent des qualités organoleptiques essentielles, contribuant aux caractéristiques gustatives et texturales du produit par l'ajout d'une dimension croquante au produit fini. Cette double fonctionnalité nutritionnelle et sensorielle positionne les oléagineux comme des composants de choix dans l'optimisation de la formulation.

Les amandes torréfiées

Les amandes sont réceptionnées et directement torréfiées dans les locaux du smart gastro lab pour apporter goût et texture.

Apports nutritionnels

Les amandes présentent une teneur remarquable en matières grasses insaturées (39 g/100g), conférant des propriétés nutritionnelles bénéfiques pour la santé cardiovasculaire.

Le contenu protéique des amandes (19 g / 100 g) se distingue par sa qualité nutritionnelle élevée, présentant un profil complet en acides aminés essentiels. Cette caractéristique positionne les amandes comme une source protéique végétale de référence pour la diversification des apports azotés (SAB-ALMENDRAV & CNCFS, s. d.).

Les amandes constituent une source minérale diversifiée, riche en phosphore, magnésium, calcium et zinc, tout en apportant du fer en quantité significative. Une ration standard de 20g d'amandes crues fournit 15% des apports quotidiens recommandés en phosphore et magnésium,

² Source : <https://vracbio.com/>

ainsi qu'environ 6% des besoins journaliers en fer, potassium et calcium, optimisant ainsi la couverture des besoins nutritionnels essentiels.



Figure 4: (a) Amandes entières et (b) effilées³

Les graines de pavot

Les graines de pavot (*Papaver somniferum L.*) présentent une teneur en huile variant entre 28 et 53% selon les conditions de culture, la variété et les facteurs environnementaux. Le profil en acides gras se caractérise par la prédominance de l'acide linoléique (53-74%), accompagné d'acides oléique, stéarique, linoléique et palmitique (Dedebas, 2024).

Au-delà de leur richesse lipidique, les graines et huiles de pavot contribuent à la qualité alimentaire par leur contenu en minéraux, vitamines, tocophérols et tocotriénols. Cette composition leur confère des propriétés antioxydantes naturelles (Dedebas, 2024).



Figure 5: Fruit du pavot et ses graines³

Les graines de chanvre

Apports nutritionnels

Les graines de chanvre sont une source importante de macronutriment soit environ 25% de protéines, 38% de glucides (dont 35% de fibres) et 25% de matières grasses. Cette teneur élevée en fibres se répartit selon un ratio 80:20 entre fibres insolubles et solubles.

Les protéines de chanvre quant à elles contiennent tous les acides aminés essentiels, avec des niveaux élevés de glutamine (18,73g/100g de protéine), d'arginine (13,66 g/100g) et d'asparagine (12,18 g/100g). L'indice des acides aminés essentiels (% AA_{Ei}) atteint 81,08%, indiquant une protéine de bonne qualité, comparable au soja mais avec une meilleure digestibilité enzymatique.

³Source : <https://www.alamy.com/>

La valeur biologique (76,67%) se situe dans des gammes similaires (Callaway, 2004; Presa-Lombardi et al., 2023).

Enfin, les graines de chanvre participent à la santé digestive grâce aux fibres et possède des effets de satiété supérieurs à d'autres sources protéiques végétales (SAT2: 8,02 g/100g de protéine), et support potentiel des fonctions immunitaires par la forte teneur en arginine, histidine et glutamine (35,25 g/100g de protéine (Callaway, 2004; Presa-Lombardi et al., 2023).

La composition en acides gras révèle une prédominance d'acides gras polyinsaturés (73,40%), avec l'acide linoléique (oméga-6) représentant 57,04% et l'acide α -linoléique (oméga-3) 13,84% du total. Le ratio $\omega 6/\omega 3$ de 4:1 est considéré comme optimal pour la santé cardiovasculaire et la régulation des lipides sanguins. Par ailleurs, la présence d'acide γ -linoléique (2,02%), lui confère des propriétés anti-inflammatoires et vasodilatatrices (Presa-Lombardi et al., 2023).

Acceptabilité

Leur incorporation dans diverses recettes alimentaires présente une bonne acceptabilité. En effet, les formulations contenant jusqu'à 20% de chanvre atteignent des critères d'acceptabilité sensorielle satisfaisants (score d'acceptabilité : 6,9/9). Cependant, au-delà de 40% d'incorporation, l'arrière-goût amer caractéristique des graines réduit significativement l'acceptabilité consommateur (Presa-Lombardi et al., 2023).



Figure 6: Graines de chanvres décortiquées (AFSCA, 2023)

Amidon de manioc

L'amidon de manioc (*Manihot esculenta*) constitue un polysaccharide d'intérêt technologique majeur pour l'industrie agroalimentaire en raison de son pouvoir gélifiant élevé, générant des gels transparents à texture lisse et élastique, ainsi que des propriétés épaississantes remarquables.

La résistance à la chaleur de cette fécule, combinée à sa solidité face aux processus de gel et dégel et son goût neutre, en fait un épaississant idéal pour différents usages techniques. On l'emploie particulièrement comme modificateur de texture dans les aliments transformés (potages, préparations liquides, sucreries), pour stabiliser les mélanges dans les compositions alimentaires compliquées, et comme liant de protéines dans les préparations à base de viande.

L'incorporation d'amidon de manioc permet donc de réduire significativement les phénomènes de synérèse par sa capacité de rétention hydrique élevée. L'amidon de manioc **compense les propriétés de liaison insuffisantes du millet** traité en apportant un pouvoir liant supplémentaire.

Il permet d'obtenir une synergie technologique qui offre un produit présentant une **texture stable**, une **rétenction hydrique** optimisée et une **cohésion structurelle** satisfaisante, palliant ainsi les limitations inhérentes à la base céréalière utilisée.

La vanille

La combinaison vanille réunit des saveurs familières et largement appréciées, comme en témoigne le nombre important de produits qui les mettent en avant. De plus, cette association offre une touche de familiarité qui vient compléter les arômes plus méconnus du millet et du baobab.

Le sel

Le sel est utilisé pour relever les saveurs du produit. Il améliore le goût et est fréquemment mis dans les aliments sucrés tels que les gâteaux, les biscuits etc. car il intensifie les arômes.

2.4. Bouillies et porridge

De l'Afrique à l'Asie, en passant par l'Europe jusqu'aux Amériques, les bouillies et porridges constituent un élément fondamental dans les habitudes alimentaires à travers différentes cultures. Leur popularité s'explique par leur accessibilité, leur coût modique et leur facilité de préparation (Gopan et al., 2024).

Bien que souvent, ce soient des termes synonymes mais de langues différentes, les termes « porridge » et « bouillie » désignent des préparations ou des ingrédients distincts dans l'imaginaire collectif :

Bouillie : C'est un terme générique qui désigne une préparation à base de céréales (diverses, pas exclusivement l'avoine) cuites dans un liquide jusqu'à consistance épaisse ou très légère. En Afrique, les bouillies sont préparées avec des céréales locales entières ou transformées comme le millet, le sorgho ou le maïs. Elles sont souvent fermentées et peuvent être consommées sucrées ou salées. Contrairement à leur usage occidental, elles constituent un aliment de base et non uniquement un petit-déjeuner.

"Porridge" : Ce terme est traditionnellement associé à une préparation d'origine britannique et nord-européenne constituée de flocons d'avoine cuits dans du lait ou de l'eau jusqu'à obtention d'une consistance crémeuse. Généralement agrémenté de fruits, fruits secs, miel, sirop d'érable, graines ou noix, il est consommé principalement au petit-déjeuner dans les pays occidentaux et est considéré comme un aliment sain associé au bien-être et à la nutrition sportive.

Les pratiques alimentaires évoluent en fonction des contraintes environnementales propres à chaque région. Les variations climatiques, la nature des sols et les cycles saisonniers déterminent les céréales privilégiées dans chaque culture. (Rai et al., 1999)

Globalement, trois grands groupes de céréales représentent 75% de la consommation céréalière mondiale et fournissent environ 45 % des apports énergétiques humains (Clerget, 2011). Le

premier groupe comprend le blé, l'orge, le seigle et l'avoine, qui sont originaires du Croissant Fertile au Moyen-Orient. Le deuxième groupe est constitué du maïs, originaire d'Amérique centrale, qui forme la base des civilisations amérindiennes. Enfin, le troisième groupe est représenté par le riz, originaire d'Asie du Sud-Est, qui constitue le fondement des civilisations orientales. Clerget souligne également, que des céréales comme l'avoine, cultivée dans les régions tempérées humides d'Europe, sont utilisées pour le porridge, tandis que l'orge (grains) va servir dans la préparation du gruau.

En Afrique, particulièrement dans les zones à climat chaud et sec, le sorgho, le mil et le maïs constituent les principales céréales destinées à l'alimentation humaine (Owusu-Kwarteng et al., 2024; Rai et al., 1999). Transformées en farine ou en gruaux, ces céréales servent de base à diverses préparations locales comme les bouillies traditionnelles "paps", "sadzams", "nsima", "ugali", ou encore « aklui » – une spécialité béninoise très appréciée au petit-déjeuner, élaborée à partir de farine de maïs fermentée et granulée, dont la base est le mawè (Mestres et al., 1999).

Selon (Rai et al., 1999), le millet perlé représente un aliment de base en Afrique et dans certaines régions d'Asie. Cette céréale entre dans la composition de nombreux produits alimentaires : pains plats (avec ou sans levain), bouillies (similaires à l'aklui béninois), préparations cuites à la vapeur, produits bouillis s'apparentant au riz, ainsi que diverses boissons fermentées et non fermentées.

La préparation de ces aliments implique souvent des procédés comme le trempage, le maltage et la fermentation. Le maltage, technique ancestrale africaine, enrichit les matières premières en enzymes, sucres et acides aminés libres, améliorant ainsi la biodisponibilité des minéraux et la digestibilité des protéines. Malgré leurs avantages nutritionnels, ces méthodes traditionnelles s'avèrent chronophages, ce qui constitue un obstacle face aux modes de vie contemporains (Owusu-Kwarteng et al., 2024).

Selon Mestre et al. (1999) les céréales utilisées pour les préparations de bouillies et porridges sont souvent largement disponibles et abordables. Au Bénin, par exemple, le maïs, base de *l'aklui*, est un produit populaire et son prix peut être bien inférieur à celui de produits importés comme le riz ou le blé. La préparation de *l'aklui* est par ailleurs jugée assez longue et pénible par les productrices, nécessitant d'après elles *“une heure à une heure et demie de travail avant la vente quotidienne. Ainsi, même les ménagères sachant fabriquer ce produit préfèrent l'acheter, par commodité, auprès d'une vendeuse ambulante”*.

Les céréales de petit-déjeuner transformées sont de plus en plus appréciées pour leur commodité et leur rapidité de préparation, notamment avec du lait chaud ou froid, dans un contexte de modes de vie accélérés et d'urbanisation croissante (Gopan et al., 2024; Smith, 1995). Cette tendance favorise les produits « prêts à consommer » (RTE – *Ready to Eat*), souvent privilégiés en semaine, tandis que les préparations plus élaborées (ajouts de fruits, de pâtes d'oléagineux, de graines, etc.) sont plutôt réservées aux moments où le temps n'est pas une contrainte, comme le week-end. Au Bénin, cette évolution se reflète par l'émergence de *l'aklui sec*, une version déshydratée et prête à l'emploi de la bouillie traditionnelle de maïs fermenté, offrant une meilleure conservation et une praticité accrue malgré un coût plus élevé que la version fraîche (Mestres et al., 1999).

À l'échelle mondiale, le marché des céréales de petit-déjeuner était estimé à 52,6 milliards de dollars en 2020 et poursuit sa croissance, porté par la recherche d'options à la fois pratiques et

saines (Gopan et al., 2024). Toutefois, en Europe et en Amérique, les "céréales chaudes du matin" sont majoritairement à base de blé ou d'avoine, ce qui restreint le choix pour les consommateurs. Le développement de nouveaux produits à base de millet commun, céréale rustique et peu exploitée dans ces régions, s'inscrit donc dans une logique de diversification de l'offre sur un marché actuellement centré sur un nombre limité de céréales.

2.5. Le concept de rapidité

Les transformations profondes des modes de vie urbains, marquées par l'accélération des rythmes quotidiens et la recherche croissante de praticité, ont redéfini notre rapport à l'alimentation. Aujourd'hui, nous consacrons moins de temps à la préparation des repas qu'il y a plusieurs années, privilégiant loisirs et optimisation du temps.

Cette évolution structurelle a favorisé l'essor des « *convenience foods* » (CF), ou aliments de commodité, c'est-à-dire des solutions prêtes à consommer qui répondent à une triple exigence : gain de temps, mobilité et simplicité. Toutefois, leur développement soulève également plusieurs enjeux majeurs, notamment la demande accrue de transparence alimentaire, les préoccupations liées à la qualité nutritionnelle et les impacts environnementaux liés aux emballages (Blezat consulting et al., 2017). L'analyse de ce phénomène met en évidence un paradoxe contemporain : concilier la quête d'efficacité et de rapidité avec la volonté de préserver la qualité et les valeurs du *bien manger*.

Dans ce contexte, le concept de rapidité occupe désormais une place centrale dans les habitudes alimentaires modernes. Il s'illustre particulièrement à travers l'essor des produits Ready-to-Eat (RTE) et Ready-to-Cook (RTC), moteurs majeurs de l'industrie agroalimentaire mondiale. Les RTE sont conçus pour être consommés immédiatement, tandis que les RTC ne requièrent qu'une préparation minimale, comme un simple réchauffage ou une courte cuisson.

La rapidité ne se limite pas à réduire le temps de cuisson : elle englobe également l'ensemble des efforts, tant physiques que logistiques, liés à l'achat, au stockage, à la préparation et à la consommation. Dans ce cadre, la commodité est devenue un critère de choix aussi déterminant que le goût, la valeur nutritionnelle ou le prix.

Or, dans leur forme traditionnelle, les préparations à base de céréales de la famille des millets exigent en moyenne 20 à 30 minutes de cuisson, précédées d'opérations préalables comme le lavage et le trempage pour réduire les facteurs antinutritionnels. À ces étapes s'ajoute souvent l'incorporation d'ingrédients complémentaires (lait, sucre, fruits, etc.), qui peuvent être cuits séparément ou ensemble selon la recette finale.

Dans d'autres contextes, comme le mentionne la section 2.4, certaines bouillies traditionnelles nécessitent des étapes préparatoires encore plus longues (fermentation, lavage répété, trempage, séchage) qui seraient fastidieuses à réaliser pour un consommateur moderne en quête de simplicité.

C'est dans cette optique que le four à micro-ondes s'impose comme un outil incontournable. Initialement conçu pour le réchauffage rapide des aliments, il a élargi son champ d'application à de nombreuses préparations : dégivrage, cuisson de gâteaux, porridges, féculents, voire cuisson

en papillote. Il est aujourd'hui très apprécié par les personnes qui veulent éviter les méthodes de cuisine traditionnelles, tout en passant beaucoup moins de temps à cuisiner.

L'UTILISATION DU MICRO-ONDES

Depuis les années 40, le four à micro-onde est une révolution dans nos ménages; *“il deviendra le premier appareil de cuisson dans les foyers américains dans les années 70”* (Lafon, 2021). La rapidité et la facilité d'utilisation pour le réchauffage et la cuisson rapide des aliments qu'il procure en fait un appareil électroménager incontournable dans la plupart des ménages. En France, environ 92% des ménages ont un four à micro-ondes chez eux (SPF, 2025a) et 72% des Européens en 2014 ne peuvent pas vivre sans four à micro-ondes selon LSA Conso (2014).

Même si ces dernières années, avec la prise de conscience massive de la population sur les radiations qui nous entourent (portables, ordinateurs, télévisions, ...) et la tendance à l'adoption d'une vie plus saine et consciencieuse, la nouvelle génération fait attention à son exposition aux ondes électromagnétiques, bien que les radiations émises n'aient pas été prouvées nocives pour la santé.

3. CATÉGORISATION DU PRODUIT

3.1. Préparation instantanée pour petit déjeuner

Une « convenience food » (CF) désigne « *une denrée qui est presque prête à manger lorsqu'elle est achetée et qui peut être préparée rapidement et facilement* » (Cambridge University Press)⁴. Les CF se divisent en trois catégories: Ready-to-Eat (RTE), Ready-to-Use (RTU) et Ready-to-Serve (RTS). Les Ready-to-Use spécifiquement nécessitent une préparation minimale comme la cuisson ou la friture (frites, légumes prédécoupés, céréales de petit-déjeuner) (Dhir & Singla, 2019).

Le produit se retrouve dans cette catégorie précise; un produit nécessitant uniquement l'ajout d'un liquide au choix et une cuisson au **micro-ondes**, prêt en quelques minutes seulement.

3.2. Codex Alimentarius

Selon la **norme Codex Alimentarius** Stan 192-1995 dans la catégorie 06.3 : "Breakfast cereals, including rolled oats" (Codex Alimentarius, 2024), le produit, formulé à base de millet précuit et de pulpe de baobab, peut être classé dans la catégorie des **produits à base de céréales pour petit-déjeuner**.

Cette catégorie comprend :

« Produits à base de céréales pour petit-déjeuner de type prêt à la consommation, instantané ou à cuire. Exemples : céréales pour petit-déjeuner de type granola, flocons d'avoine instantanés,

⁴ Source : <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/convenience-food>

fécule, corn flakes, blé ou riz soufflé, céréales pour petit-déjeuner mélangées (par exemple, riz, blé et maïs), céréales pour petit-déjeuner à base de soja ou de son et céréales pour petit-déjeuner de type extrudé faites à partir de farine ou de poudre de grains. » (FAO - WHO, 2025).

Elle regroupe donc les produits céréaliers destinés à une consommation au petit déjeuner, qu'ils soient prêts à consommer ou nécessitant une reconstitution avec un liquide. Cela inclut des matrices alimentaires à base de grains entiers, de farines ou de flocons, transformées par cuisson, extrusion, séchage ou floconnage, et pouvant contenir des ingrédients complémentaires tels que des fruits, des édulcorants, des arômes ou des poudres nutritionnelles. Le produit, avec le millet en tant qu'ingrédient principal, s'intègre pleinement dans cette catégorie du fait de sa formulation.

Ainsi, l'appartenance à la catégorie 06.3 du Codex permet de référencer le produit dans un cadre réglementaire reconnu, notamment en matière d'utilisation d'additifs alimentaires et de respect des bonnes pratiques de fabrication.

3.3. Normes européennes

Le Règlement (CE) n°1333/2008 (CE, 2008) sur les additifs alimentaires présente une classification des denrées alimentaires (DA). Dans ce cadre, le produit pourrait être rattaché à la catégorie **06. Céréales et produits céréaliers**, qui regroupent les produits céréaliers destinés à la consommation directe.

Dans le même cadre, le produit a pour intention de se vendre à des consommateurs avec une alimentation sans gluten. Pour cela, il est primordial de respecter des critères précis pour prétendre à l'allégation "sans gluten". Le Règlement (UE) n° 828/2014 fixe la teneur maximale en gluten à 20 mg/kg (20 ppm) pour les denrées alimentaires étiquetées "sans gluten". Les DA à très faible teneur en gluten doivent contenir moins de 100 mg/kg de gluten dans le produit fini (SPF Santé publique, 2016a).

Contrairement au Codex Alimentarius, ce règlement propose une classification plus globale et n'apporte pas de distinction explicite entre produits prêts à consommer et produits nécessitant une préparation.

Selon le Règlement (CE) n°1333/2008 du parlement européen et du conseil du 16 Décembre 2008 les additifs alimentaires, le produit pourrait être intégré dans :

- 06. Céréales et produits céréaliers ;
 - Sous-groupe 06.7 : Céréales précuites ou transformées.
- 13. denrées alimentaires destinées à une alimentation particulière au sens de la directive 2009/39/CE.
 - Sous-groupe 13.4 : Denrées alimentaires convenant aux personnes souffrant d'une intolérance au gluten au sens du règlement (CE) no 41/2009 de la Commission (CE, 2008).

La classification belge, tout comme les normes européennes, ne distingue pas précisément les formes prêtes à consommer ou à préparer (Ready-To-Use), mais le produit, étant donné sa nature céréalière et sa destination principale au petit-déjeuner, trouve pleinement sa place dans ce groupe.

3.4. Classification NOVA

La classification NOVA catégorise les aliments en fonction de la nature, de l'étendue et de leur degré de transformation finale :

- Les aliments non transformés ou minimalement transformés,
- Les ingrédients culinaires transformés,
- Les aliments transformés,
- Les aliments ultratransformés.

Bien que largement utilisée, la classification NOVA présente certaines limitations. La complexité de certains procédés industriels rend difficile leur catégorisation précise, et des variations significatives sont fréquemment observées au sein d'un même groupe d'aliments (Braesco et al., 2022). C'est notamment le cas pour les céréales pour petit-déjeuner, les pâtisseries ou le pain. Par conséquent, une analyse conjointe du degré de transformation et de la composition nutritionnelle des aliments apparaît indispensable pour une évaluation complète (CSS, 2019).

En résumé, le produit se décrit comme tel :

- **Catégorie du produit**
 - Type : Préparation céréalière prête à préparer.
 - Catégories principales :
 - Porridge / bouillie instantané(e).
 - Produit alimentaire aux oléagineux et graines.
 - Repas complet pour le matin.
 - Produit sans gluten.
- **Caractéristiques du produit**
 - Facile à consommer : nécessite une préparation simple et rapide (<10 minutes).
 - Format : portion individuelle pour petit-déjeuner complet ou une collation.
 - Apport nutritionnel : source de protéines et riche en fibres, favorisant la satiété et répondant aux attentes en termes de santé d'un consommateur adulte.

CHAPITRE II APPROCHE MARKETING

1. ÉTAT DES LIEUX PRÉALABLES

1.1. Marché belge du petit-déjeuner

En Belgique, les habitudes de petit-déjeuner varient en fonction de l'âge. Selon une étude de Sciensano effectuée en 2023, 59 % des jeunes adultes (18-39 ans) déclarent prendre régulièrement un petit-déjeuner, contre 73 % chez les adultes d'âge moyen (40-64 ans). À l'inverse, 15 % des jeunes adultes sautent rarement ou jamais ce repas, contre seulement 11 % dans la tranche des 40-64 ans (Sciensano, 2024).

Au sein des jeunes adultes, des différences notables émergent selon le genre : 64 % des femmes prennent régulièrement un petit-déjeuner, contre 55 % des hommes. Ces derniers sont aussi plus nombreux à sauter le petit-déjeuner (7 % contre 5 % chez les femmes) ou à le prendre rarement (10 % contre 7 %) (Sciensano, 2024).

Cette irrégularité dans les habitudes alimentaires se reflète particulièrement dans les comportements de grignotage chez les étudiants, qui présentent une dimension psychologique et comportementale marquée. Ce phénomène, principalement déclenché par le stress académique, s'intensifie pendant les périodes d'examens et de blocus.

Les conséquences de ces habitudes sont significatives : plus de 40 % des jeunes de 19 à 25 ans fréquentent des fast-foods au moins une fois par semaine et 15 % déclarent en consommer chaque jour (Soussi, 2020). Les facteurs émotionnels jouent un rôle essentiel dans ces habitudes : l'humeur influence directement le grignotage. Ce comportement alimentaire aide les étudiants à gérer le stress, même si, paradoxalement, ce même stress rend plus difficile le maintien d'une alimentation équilibrée (Sogari et al., 2018).

Les conséquences de ces habitudes sont significatives : plus de 40 % des jeunes de 19 à 25 ans fréquentent des fast-foods au moins une fois par semaine et 15 % déclarent en consommer chaque jour (Soussi, 2020). Les facteurs émotionnels jouent un rôle essentiel dans ces habitudes : l'humeur influence directement le grignotage. Ce comportement alimentaire aide les étudiants à gérer le stress, même si, paradoxalement, ce même stress rend plus difficile le maintien d'une alimentation équilibrée (Sogari et al., 2018).

1.2. Marché des produits sains

En Belgique, le segment des aliments sains affiche une dynamique marquée : sa croissance annuelle est estimée à +8,5 % entre 2022 et 2027 comparativement au marché mondial (+6,6% à l'horizon 2030) (Varsha, 2022). D'un point de vue comportemental, 64 % des Belges déclarent éviter les snacks et repas à emporter perçus comme moins sains. Les consommateurs recherchent aujourd'hui des en-cas qui allient plaisir et qualité nutritionnelle, afin de pouvoir grignoter sans culpabilité (Van Rompaey, 2017; Varsha, 2022).

2. ÉTUDE DE MARCHÉ

2.1. Objectifs et limites

Dans l'optique de maximiser les chances de succès commercial du produit présenté, l'étude de marché effectuée vise **trois objectifs prioritaires**.

Premièrement, il s'agit de **cerner les besoins et attentes des consommateurs cibles**, notamment les **personnes actives en milieu urbain**. L'étude de marché a permis d'identifier les motivations d'achat (praticité, satiété, rapidité) ainsi que les différents freins à la consommation.

Deuxièmement la demande croissante vers des produits sains et authentiques (Blezat consulting et al., 2017), souligne l'importance d'une **analyse approfondie de la concurrence** directe et indirecte portant sur leurs produits, prix, positionnements et canaux de distribution, afin de déterminer un avantage concurrentiel.

Enfin, le projet vise à évaluer la **demande potentielle et la faisabilité commerciale du produit** en estimant le volume de la demande, le nombre de clients potentiels, leur fréquence d'achat ainsi que le prix qu'ils sont prêts à payer pour cette préparation instantanée.

LIMITES POSSIBLES

1. Comprendre les besoins et attentes des consommateurs cibles :

- Besoins non articulés ou inconscients : Les consommateurs peuvent avoir des besoins qu'ils ne savent pas exprimer clairement, rendant le questionnement direct insuffisant.
- Difficulté d'interprétation : Les réponses peuvent être ambiguës, comme un "bon rapport qualité-prix", nécessitant une interprétation minutieuse.

2. Analyser le marché global et la concurrence existante :

- Marché saturé : Il y a peut-être déjà beaucoup trop de produits similaires sur le marché, ce qui rend difficile le lancement d'un nouveau produit.
- Innovation incrémentale : Les études basées sur les consommateurs mènent rarement à des innovations majeures, car ils ne connaissent pas les nouvelles technologies.

3. Évaluer la demande potentielle et la faisabilité du projet :

- Erreurs d'échantillonnage : La qualité des études quantitatives dépend de la représentativité de l'échantillon. Un échantillon mal sélectionné peut fausser l'estimation de la demande.
- Erreurs d'observation : Des erreurs peuvent survenir lors de la collecte des données, comme une mauvaise formulation des questions, des erreurs de saisie ou un taux élevé de non-réponses, ce qui affecte la fiabilité des données.
- Réussite pratique et financière : Au-delà de la demande, la concrétisation du projet dépend de la disponibilité des ressources : finances, personnel et matériel. Il est aussi important d'avoir des fournisseurs locaux fiables et d'être capable de produire suffisamment. Si le budget n'est pas bien planifié, tout le projet risque d'échouer.
- Incertitude des projections : Les estimations de la demande et de la rentabilité sont basées sur des hypothèses et des tendances actuelles, mais les marchés et les comportements des

consommateurs peuvent évoluer rapidement, ce qui peut rendre les prévisions incertaines sur le long terme.

2.2. Hypothèses

Dans le cadre de la présente analyse de marché, il convient de générer une série d'hypothèses nous permettant de mieux appréhender le marché visé. Une hypothèse se décrit comme étant « *une affirmation provisoire et testable qui guide la recherche et l'indicateur associé est une observation concrète, qualitative ou quantitative, qui permet d'évaluer un phénomène et de passer d'un concept théorique à une variable observable* » (Parmentier P, 2025).

	Hypothèses	Indicateurs
1	Les consommateurs ne considèrent pas le petit-déjeuner comme un repas obligatoire, surtout si cela demande du temps ou s'ils n'ont pas faim.	▪ Fréquence de consommation ▪ Raisons d'évitement ▪ Temps de préparation maximal
2	Les consommateurs adultes ont une forte attente pour des formats de petit-déjeuner rapides et prêts-à-consommer.	▪ Importance praticité/rapidité ▪ Attrait portions individuelles ▪ Motivations d'achat
3	La cible privilégiée des produits alimentaires perçus comme sains, naturels et nutritifs : ils portent une attention particulière à la composition	▪ Perception santé/naturalité ▪ Importance allégations nutritionnelles ▪ Intérêt Nutri-Score ▪ Attentes composition
4	Les consommateurs adultes sont à la recherche de diversité et de nouveauté gustative.	▪ Besoin de variété ▪ Réaction aux nouveaux ingrédients ▪ Freins potentiels
5	Le porridge doit offrir une satiété suffisante le matin et fournir l'énergie nécessaire pour bien démarrer la journée.	▪ Importance satiété/énergie ▪ Retours après tests
6	L'intention d'achat du produit est influencée par le niveau d'éducation et la situation professionnelle des consommateurs, qui sont plus enclins à choisir des produits sains.	▪ Données démographiques ▪ Corrélation profil/achats
7	Un lien existe entre le type de régime alimentaire (équilibré, végétarien, sans gluten, etc.) et l'intérêt porté aux céréales ancestrales et superaliments, ainsi que l'intention d'achat.	▪ Régimes alimentaires ▪ Intérêt ingrédients spécifiques
8	Le prix acceptable par les consommateurs se situe entre 1 et 3 € par portion.	▪ Prix maximum acceptable ▪ Analyse concurrence ▪ Sensibilité au prix
9	Les canaux de distribution privilégiés, tels que les magasins bio ou les rayons "santé" des supermarchés, influencent l'intention d'achat du produit.	▪ Points de vente habituels ▪ Préférences distribution
10	Des freins potentiels à l'achat peuvent inclure la méconnaissance des ingrédients (millet, baobab), la texture du produit fini, ou la peur de prendre du poids.	▪ Inquiétudes identifiées ▪ Retours sur texture/calories

2.3. Enquête qualitative

Dans le but d'établir les hypothèses concernant les comportements et les intérêts de notre public cible, une pré-enquête préalable à l'étude qualitative et quantitative a été réalisée.

Parmi les participants, 31 personnes sont étudiantes et 19 sont des personnes actives. Quant à la fréquence de consommation du petit déjeuner, 12 répondants le prennent quotidiennement, tandis que 31 le consomment moins de trois fois par semaine.

Pour 14 des 31 répondants, les principales raisons citées pour sauter le repas du matin sont un manque d'appétit et un manque de temps. Ces derniers font preuve d'un grand intérêt pour la qualité nutritionnelle des produits, tout en faisant face à des emplois du temps chargés qui réduisent le temps alloué à la cuisine.

En effet, ces derniers recherchent d'avantage des produits à la fois de qualité, peu transformés, savoureux et sains. Les **besoins exprimés** par ces consommateurs dans cette enquête incluent principalement la **satiété** afin de réduire le grignotage, ainsi que la **découverte** et la **variation** des saveurs. Le **besoin d'énergie** pour bien commencer la journée est également souvent mentionné. De plus, il est à noter qu'une majorité d'entre eux, soit 37 répondants, souhaitent que le temps de préparation de leur petit déjeuner soit inférieur à 15 minutes.

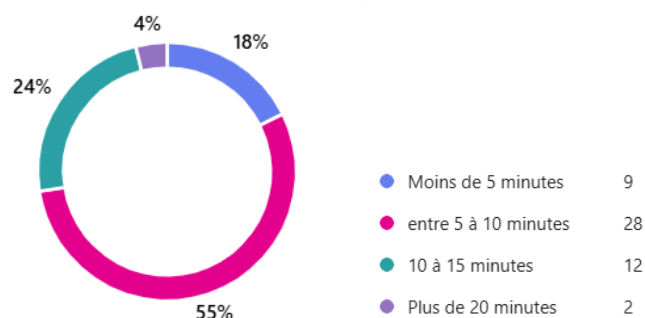


Figure 7: Temps de préparation désiré

Conclusion : L'enquête révèle un intérêt marqué pour des alternatives de petit-déjeuner pratiques, saines et diversifiées. Les répondants expriment une volonté de varier leurs habitudes alimentaires, notamment en intégrant des céréales moins conventionnelles comme le millet, perçues comme plus naturelles et nutritives. Ces produits suscitent de la curiosité, en particulier pour leur richesse en vitamines et leur absence de gluten, répondant ainsi aux préoccupations de santé des consommateurs.

Par ailleurs, plusieurs freins persistent. Le manque de temps le matin incite les personnes interrogées à privilégier des solutions rapides, voire à sauter le repas. Les produits trop sucrés ou transformés sont également critiqués, tout comme le manque d'idées pour des petits-déjeuners équilibrés et variés. Les allergies et intolérances alimentaires compliquent encore les choix, limitant les options disponibles. Le tableau 1 reprend l'ensemble de ces critères.

Tableau 1: Récapitulatif des besoins, valeurs et motivations issues de notre pré enquête

Besoin	Associer une alimentation saine à un mode de vie actif
Valeurs	• Variations des saveurs • Alimentation saine
Motivations	• Produit pratique • Saveur nouvelle • Apport en nutriments • La facilité et la rapidité, • La satiété sur la matinée. • La nutrition arrive en dernière position avec des besoins comme : (énergie (2), goût sucré (3), protéines...).
Freins	• Connaissance des ingrédients • Changement du modèle de consommation des céréales • Texture du produit fini • Peur de prendre du poids

Pour convaincre, notre concept devra s'appuyer sur des arguments clés notamment permettant de renforcer la proposition de valeur et notamment **la praticité** en développant un produit avec une mise en œuvre rapide, **la naturalité** en utilisant des ingrédients sains et en limitant leur degré de transformation et enfin **l'originalité** en développant des saveurs nouvelles apportées par les ingrédients issus de la culture africaine.

2.4. Enquête quantitative

Dans le cadre de l'enquête quantitative, un formulaire en ligne a été élaboré à l'aide de l'outil Google Forms. Sa diffusion a été réalisée via plusieurs canaux : par lien URL partagé sur les réseaux sociaux, par courrier électronique adressé aux membres de l'établissement, ainsi que par code QR distribué dans les principales villes des deux régions ciblées (Wallonie et Bruxelles), à savoir Gembloux, Liège, Namur et Bruxelles. Cette approche multicanale avait pour objectif d'optimiser le taux de réponse et de garantir une couverture géographique représentative.

2.4.1. ANALYSE DE LA POPULATION

Dans le cadre de cette étude, la tranche d'âge ciblée s'étend de **20 à 65 ans**, correspondant à la population en âge actif ou potentiellement consommatrice. Selon les données disponibles au 1er janvier 2025 disponibles sur StatBel, la population totale belge s'élève à **11 825 551 habitants**, dont **6 821 502 personnes** sont âgées de 20 à 65 ans, soit environ 57,7 % de la population totale (Stabel, 2025).

En ce qui concerne la répartition régionale de cette tranche d'âge :

- La Wallonie compte **2 128 857 habitants** âgés de 20 à 65 ans, représentant 18,0 % de la population totale belge et 31,2 % de la population belge 20–65 ans.

- La région de Bruxelles-Capitale regroupe **790 839 habitants** de cette tranche d'âge, soit 6,7 % de la population totale belge et 11,6 % de la population belge 20–65 ans.

Ainsi, la population combinée de la Wallonie et de Bruxelles dans la tranche 20–65 ans s'élève à **2 919 696 personnes**, ce qui correspond à 24,7 % de la population totale belge et 42,8 % de la population ciblée (20–65 ans) à l'échelle nationale. Ce chiffre représente également la population cible.

Ces données démographiques permettent de poser les bases d'un échantillonnage proportionnel et justifient le ciblage des répondants pour l'enquête marketing.

2.4.2. ÉCHANTILLONNAGE

La détermination de la taille d'échantillon et du nombre minimal de répondants requis pour assurer une représentativité adéquate de la population cible a été effectuée à l'aide du logiciel en ligne SurveyMonkey, en appliquant les paramètres statistiques fixés à 5% pour la marge d'erreur, 95% de niveau de confiance et un taux de réponse anticipé de 25%.

Ce dernier critère a établi la nécessité de diffuser le questionnaire auprès d'un minimum de 1 540 personnes afin d'atteindre l'objectif de **385 répondants**. Ce volume permet de garantir l'atteinte du nombre requis de répondants.

Cependant, nous n'avons récolté que **134 réponses** sur les 385 nécessaires après la diffusion de l'enquête.

2.4.3. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE QUANTITATIVE

Les résultats de l'analyse de l'enquête quantitative repris en annexe 4 page 149, dégagent plusieurs informations clés.

Tout d'abord, il en ressort que le manque de temps et l'oubli de préparation constituent les principaux obstacles à la consommation régulière d'un petit-déjeuner équilibré chez les adultes belges, qu'ils soient actifs, étudiants ou sans emploi. Cette observation corrobore les conclusions mises en évidence lors de la première étude qualitative.

Afin de contourner ces obstacles, les répondants privilégient des solutions simples, rapides à préparer (moins de 10 minutes pour la grande majorité), et majoritairement sous forme de portions individuelles à consommer sur le pouce ou à emporter. Le petit-déjeuner reste pourtant quotidien pour la majorité de l'échantillon comme le montre le tableau 2 et 3.

Tableau 2: Fréquence du PDJ en fonction de l'activité professionnel

Activité professionnelle	<1x/semaine	≥3x/semaine	≥5x/semaine	Tous les jours	Total
Agriculteur exploitant	0	0	0	1	1
Artisan, commerçant et chef d'entreprise	0	0	0	3	3
Employé de bureau, cadre et professions intellectuelles	18	16	7	36	77
Étudiant(e)/chercheur(se)	5	4	2	3	14
Ouvrier	1	0	0	1	2
Profession libérale	3	3	3	6	15
Sans emploi	1	2	0	2	5
Total général	28	25	12	42	117

Tableau 3: Temps consacré au PDJ en fonction de l'activité professionnel

Activité professionnelle	Moins de 5 min	Entre 5 à 10 min	Entre 10 à 15 min	Total
Agriculteur exploitant	0	1	0	0
Artisan, commerçant et chef d'entreprise	1	1	1	3
Employé de bureau, cadre et professions intellectuelles	26	32	19	77
Étudiant(e)/chercheur(se)	5	5	4	14
Ouvrier	1	1	0	2
Profession libérale	5	6	4	15
Sans emploi	0	3	2	5
Total général	38	49	30	117

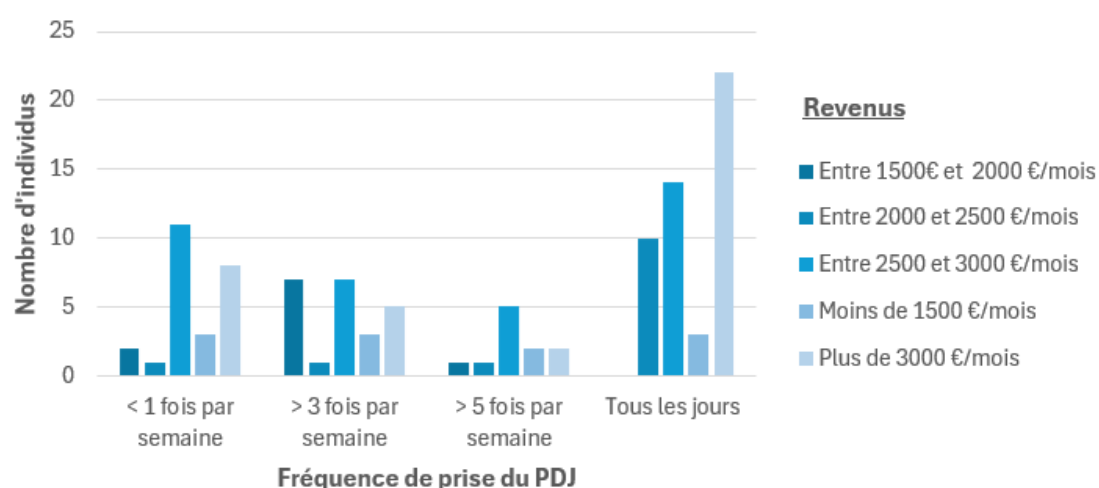


Figure 8: Répartition de la fréquence de prise du petit déjeuner en fonction du niveau de revenus

Concernant la propension du consommateur à tester un nouveau produit de type porridge (ou bouillie), deux facteurs déterminants ont été identifiés, d'une part, **une composition nutritionnelle supérieure** (produit équilibré, sources de protéines et de fibres) et d'autre part, la qualité des ingrédients avec notamment **une absence d'additifs**, la présence d'une mention « sans sucre ajouté » et l'utilisation éventuelle de **céréales alternatives** comme le millet ou du baobab.

Cependant, en termes d'acceptabilité, certains participants émettent certaines **réserves sur la texture** jugée « pâteuse », « molle » ou peu appétissante, ainsi que l'aspect perçu comme « ultra-transformé » des versions instantanées. Le **plaisir gustatif** reste dès lors un critère essentiel dans l'attractivité et la propension à acheter le produit.

En ce qui concerne **le prix d'achat**, la majorité des répondants considère qu'une fourchette de 1 à 3 € par portion individuelle est acceptable.

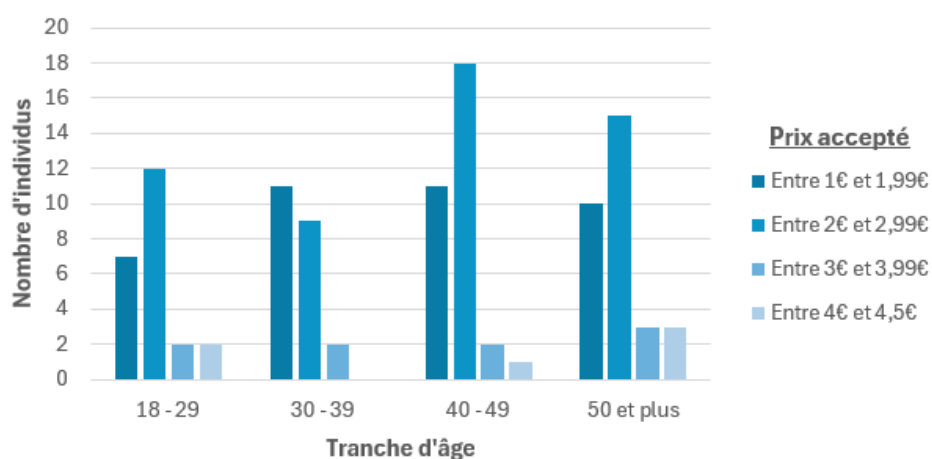


Figure 9 : Prix accepté par tranche d'âge

L'achat en **supermarché classique** (Delhaize, Colruyt...) est privilégié même si les magasins bio et les commandes en ligne rencontrent également un intérêt auprès de quelques consommateurs.

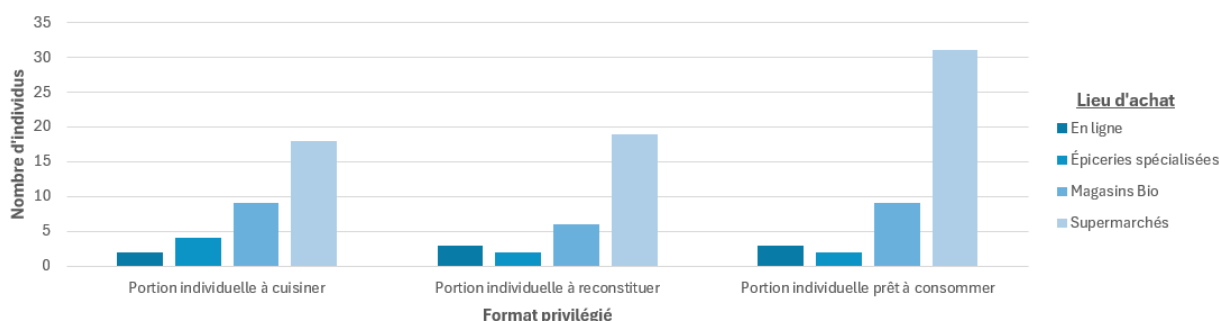


Figure 10: Format et lieu d'achat privilégiés

Enfin, une part non négligeable des répondants manifeste de la curiosité pour les ingrédients alternatifs comme le millet et le baobab, tout en exprimant parfois des réserves sur leur origine ou l'impact écologique du produit.

De plus, **deux profils de consommateurs** particulièrement attentifs à la qualité et aux aspects nutritionnels des produits émergent. Ces profils définissent la cible détaillée à la section 1 du chapitre 2.

DISCUSSION

Dans le cadre de cette enquête, seuls 130 questionnaires exploitables ont pu être recueillis, soit **33,5% de l'échantillon cible** de 385 répondants requis pour assurer la représentativité statistique. L'insuffisance de la base de données constituée ne permet pas de satisfaire aux exigences méthodologiques d'une approche quantitative rigoureuse, conformément aux standards en marketing.

Toutefois, une réorientation stratégique de la démarche de recherche a conduit à interrompre la relance de collecte au profit d'une transition vers des tests de dégustation et de faisabilité.

Cette modification méthodologique permet de valoriser les données partielles déjà recueillies tout en concentrant les efforts sur la validation des paramètres technologiques et opérationnels du projet. Par ailleurs, elle assure la continuité du processus de développement malgré les contraintes liées à l'échantillonnage.

La validité d'une étude quantitative dépend étroitement de ces deux critères. Un échantillon doit être :

- Suffisant pour permettre une inférence statistique à la population cible ;
- Représentatif pour refléter fidèlement sa diversité.

Un défaut de représentativité induit un biais systématique, faussant l'ensemble des analyses. Néanmoins, nous nous sommes efforcées à appuyer nos analyses sur les données recueillies, en les rapprochant d'une revue de la littérature scientifique, afin de **proposer une interprétation aussi logique et pertinente que possible au regard des contraintes actuelles**.

Les différentes limites à prendre en compte dans l'interprétation des résultats sont :

- Premièrement, **la durée du questionnaire**, bien qu'estimée entre 3 et 4 minutes, a pu influencer le taux de réponse ou la qualité des données collectées.
- Deuxièmement, le faible engagement observé envers le produit proposé pourrait être attribué à **une méconnaissance des ingrédients** qui le composent et de leur pertinence, possiblement exacerbée par des facteurs culturels.
- Troisièmement, les participants ont éprouvé des **difficultés à conceptualiser le produit** final, suggérant un manque de clarté ou de compréhension de sa proposition de valeur.
- Enfin, **la diffusion de l'enquête, limitée** à certains canaux de distribution, a potentiellement restreint la taille et la représentativité de l'échantillon

3. STRATÉGIE MARKETING

3.1.La marque : Concept créatifs

MOODBOARD



Figure 11 : Moodboard de la marque

LA MARQUE ET LE LOGO

Le terme « uji » signifie bouillie en swahili, une langue largement parlée dans plusieurs pays d'Afrique (Mugane, 2022). L'intention est de rappeler les racines et origines du produit. Uji n'est pas un porridge tel qu'il est connu dans la société occidentale, mais s'apparente davantage à une bouillie traditionnelle. Dans le logo, l'arbre représente le baobab, tandis que le demi-cercle inférieur symbolise à la fois un bol et la terre d'où émerge l'arbre de baobab. Le demi-cercle à l'arrière représente le soleil du matin et rappelle la couleur dorée du millet.



Figure 12: Logo de Uji

Visuel de l'emballage primaire



Figure 13 : Illustration 3D du packaging Uji

3.2. La cible

3.3. Description

Les études effectuées ont permis de cerner davantage le profil des consommateurs ciblés notamment leur besoin, leurs freins et leurs motivations.

Comme mentionné plus haut, deux profils principaux se dégagent de cette analyse à savoir d'une part, personnes actives présentes en milieux urbains et disposant de peu de temps. Ces derniers possèdent un bon pouvoir d'achat mais consacrent un temps limité à la cuisine. Leurs caractéristiques principales qui ressortent de l'enquête sont :

- **Âge** : ils ont majoritairement **30-49 ans**. La tranche d'âge 50 ans et plus est peu représentée mais les individus interrogés de cette catégorie marquent les mêmes intérêts.
- **Genre** : les hommes et les femmes sont équitablement représentés.
- **Situation professionnelle** : Employés de bureau, cadres, professions intellectuelles sup, professions libérales.
- **Revenu** : moyen a élevé, de **2000 € ou plus/mois**.
- **Comportement** : ces consommateurs privilégient la rapidité et l'efficacité, recherchant des solutions de PDJ prêtes à consommer ou rapides à préparer (en moins de 10 minutes), souvent consommées sur le lieu de travail ou avant de se déplacer. Ils privilégient les formats individuels.
- **Critères d'achat** : la qualité nutritionnelle, pas de sucres ajoutés, sans additifs, en portion individuel, la praticité. Le prix accepté va de 2 € à 5 € la portion.

Le second segment qui se dégage est constitué de **jeunes adultes** à petit budget, situés dans la tranche d'âge de **18 à 29 ans**. Au vu de leur situation professionnelle sans emploi ou à revenus inférieurs à 1500 €/mois), ils recherchent principalement un bon rapport qualité-prix.

En effet, ils priorisent un prix jugé abordable (1 à 3 €). Ces jeunes consommateurs manifestent une préférence pour les produits naturels et à haute valeur nutritionnelle, tout en étant réceptifs à l'innovation et à la diversité des offres.

CŒUR DE CIBLE

Au regard de cette analyse, le cœur de cible se compose de personnes actives vivant en milieu urbain, instruits et sensibles aux enjeux de santé, dont les comportements alimentaires sont néanmoins forts impactés par un rythme de vie soutenu et un temps disponible limité.

Il s'agit donc d'adultes âgées (20 ans et plus), salariées du secteur tertiaire, professions libérales, enseignants ou travailleurs indépendants, disposant de revenus moyens à supérieurs ($\geq 2\,000$ € mensuels).

Ces consommateurs résident majoritairement à Bruxelles et dans les principaux centres urbains wallons, avec un accès facilité aux circuits de distribution modernes (supermarchés, magasins biologiques, commerces de proximité). Malgré leur intérêt pour une alimentation saine, ils éprouvent des difficultés à allouer davantage de temps à leur alimentation et recherche des alternatives pratique pour palier à ce manque.

3.4. Persona

PERSONA 1 : EMMA, L'ÉTUDIANTE ACTIVE ET ENGAGÉE

Persona 1



Emma

ÂGE : 24 ans

Activité : étudiante

Revenus : Limité (< 1500 €/mois)

Biographie

Etudiante active et engagée, elle désire des produits qui se préparent en moins de 10 min ou à emporter car elle est toujours très pressée le matin, entre cours, job étudiant et engagement dans une association.

Attentes

Souhaite des **produits sains et peu transformés** pour rester en forme

Sensible aux labels nutritionnels, à la transparence des ingrédients et à l'impact environnemental

Recherche la satiété et la variété des saveurs pour éviter le grignotage

Frustrations

Craint la monotonie des goûts et la texture pâteuse

Inquiète sur la provenance des ingrédients qu'elle ne connaît pas



Il me faut quelque chose de rapide, sain, qui ne laisse pas un goût de déjà-vu !

PERSONA 2 : FABIEN, LE JEUNE CADRE URBAIN, MODERNE ET EXIGEANT

Persona



Fabien

ÂGE : 41 ans

Activité : Profession libérale

Statut : vit à Bruxelles; père d'une adolescente

Revenus : 2900 à 3200 €/mois)

Biographie

Alterne entre bureau, télétravail et rendez-vous; il parfois pratique du sport après le travail. Le matin, son temps est compté mais prend toujours son petit déjeuner.

Fait ses courses en magasins classiques comme en magasin bio et aime tester les nouveautés "santé"

Attentes

Très attentif à la **nutrition** sans négliger le **plaisir**, il recherche une alternative plus **pratique** qui conviendrait à son ado et lui.

Veut des produits naturels, clean label, sources de protéines et suffisamment riches en fibres

Accorde de la valeur à la recommandation et à l'image authentique

Frustrations

Sceptique vis-à-vis des produits trop « marketing »



Je veux un petit-déjeuner pratique, savoureux, avec des ingrédients naturels, sans sacrifier mon plaisir !

3.5. La proposition de valeur

Le carte de proposition de valeur permet de croiser l'offre de l'entreprise aux attentes consommateurs afin de déterminer comment répondre à leur besoin.

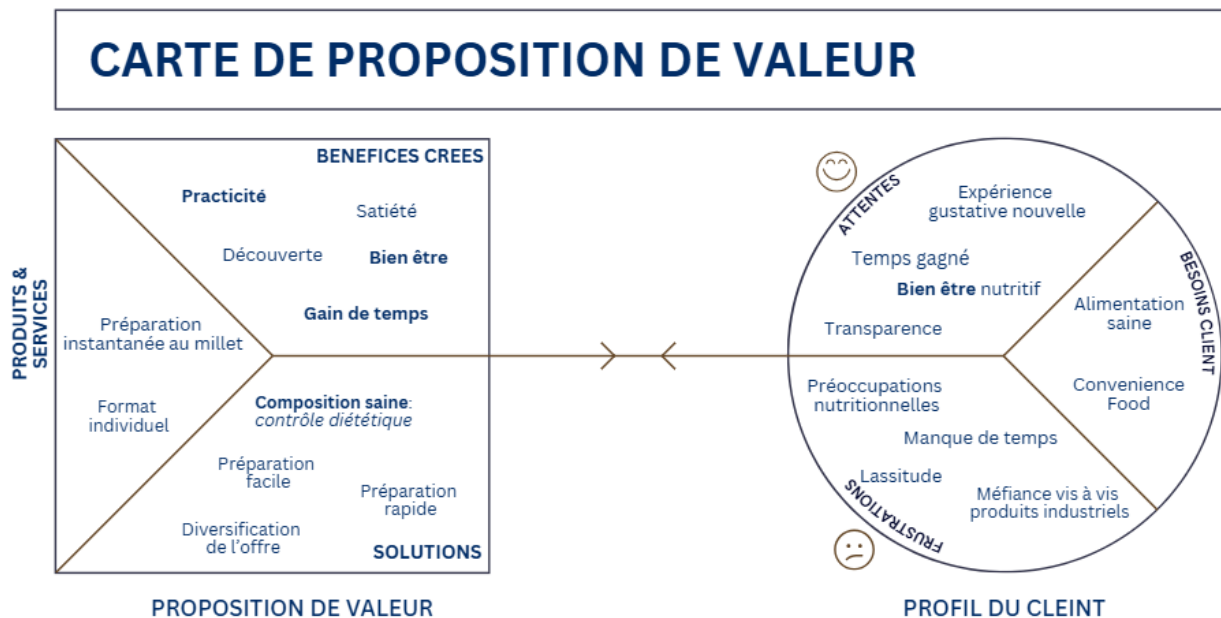


Figure 14: Value proposition Canvas

En somme, **uji** présente plusieurs avantages pour le consommateur à savoir :

- Un gain de temps précieux : il est prêt à déguster en 5 minutes et ne nécessite pas l'ajout d'ingrédients supplémentaires tout en restant personnalisable.
- La praticité car il se prépare avec un minimum de vaisselle sans besoin de toppings et un format facile à emporter.
- La diversification de l'offre petit-déjeuner encore trop centrée sur quelques céréales (blé, avoine...).
- Une valeur nutritionnelle équilibrée par une recette plus complète que les porridges classiques, couvrant les besoins du matin.

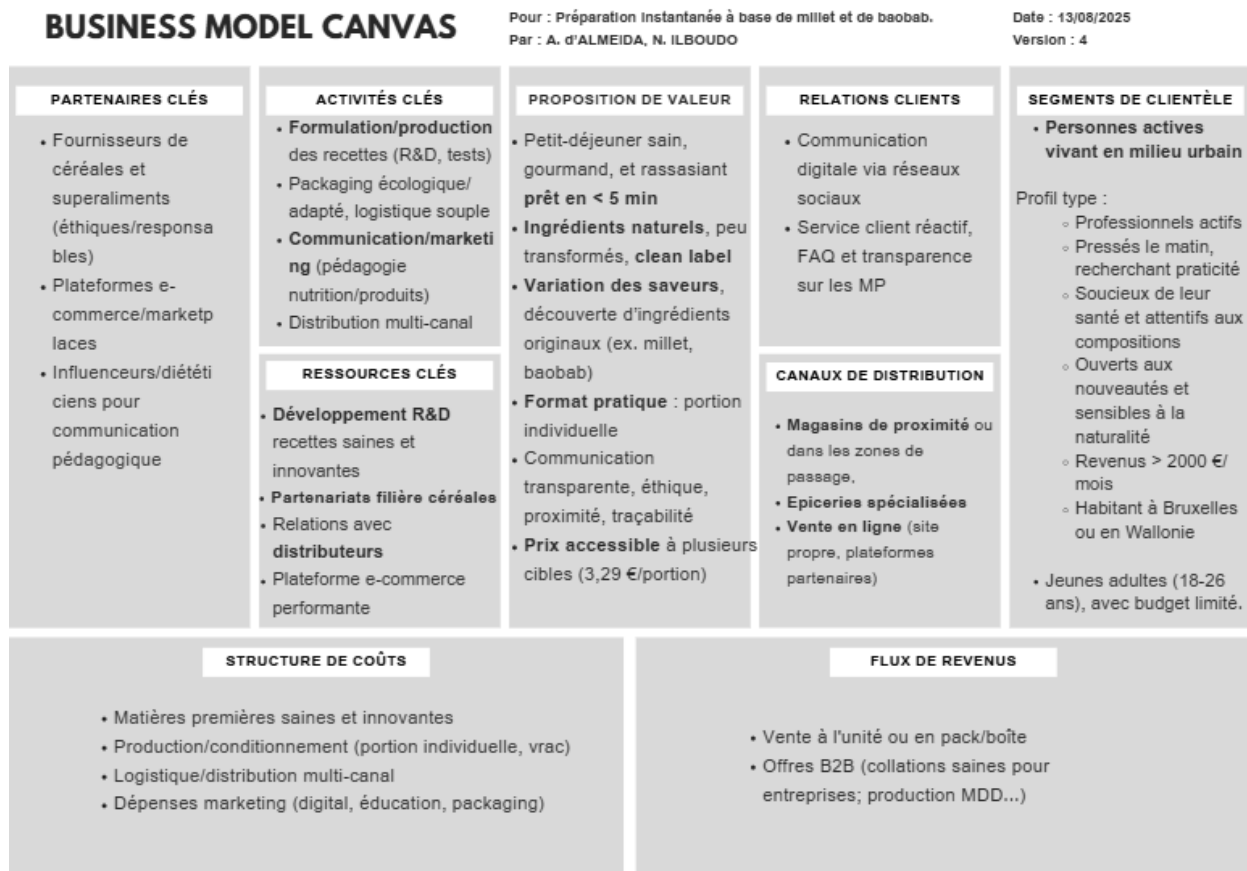
3.6. Analyse SWOT

« L'analyse SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) évalue une entreprise, un produit ou un projet dans son environnement. Elle aide à définir une stratégie en identifiant les avantages concurrentiels et permet de poser des hypothèses à vérifier par l'étude de marché, notamment en analysant les forces et faiblesses des concurrents » (Parmentier P, 2025).

Figure 15: analyse SWOT

Internes	Forces	Faiblesses
	• Apport nutritionnel diététiquement équilibré • Utilisation à domicile ou en dehors • Conservation et transport facilités • Bon Nutriscore A	• Saveurs peu connues • Nouveau produit • Prix et disponibilité de certains ingrédients (mil, baobab)
Externes	Opportunités	Menaces
	• Tendances alimentaires actuelles (sain, pratiques, sans gluten...) • Peut-être décliner sous plusieurs saveurs • Services d'abonnement • Marché du petit-déjeuner pour enfants • Préférences des personnes âgées • Régimes de niche (sportifs) et allergies	• Évolution des préférences des consommateurs • Nombreux concurrents sur le marché du produit petit déjeuner • Vérification des allégations de santé • Réglementations et conformité • Perturbations de la chaîne d'approvisionnement des matières premières

3.7. Le Business Model Canvas (BMC)



3.8. Analyse de la concurrence

L'analyse de la concurrence est une étape fondamentale qui permet de comprendre le marché et son environnement. Cette démarche nous aide à identifier les acteurs existants, leurs offres, et les opportunités potentielles. Elle nous permettra ainsi de développer une stratégie distinctive et d'anticiper les risques éventuels. La figure ci-dessous illustre le positionnement de la marque par rapport à ses concurrents.

CONCURRENTS DIRECTS

Dans la concurrence directe, nous retrouvons tout produit identique ou similaire au nôtre. Nous pouvons donc considérer comme concurrents direct toutes préparations de céréales chaudes, c'est-à-dire tout mélange à base de céréales destiné à la préparation de bouillie à destination des adultes. Sur le marché belge, nous retrouvons essentiellement des flocons d'avoine dans la gamme de CC. Les marques présentes sont :

- **Quakers** : marque américaine et spécialiste des flocons d'avoine, c'est le plus connu dans la gamme des céréales chaudes (CC) et probablement la marque à laquelle le consommateur pense en premier quand on parle de porridge. Avec une couverture du marché mondial, elle se positionne en tant que gamme de produits sains et naturels. Au fil des

années, elle a su diversifier son offre et propose désormais une large gamme de produits destinés aux adultes comme aux enfants.

- **Iswari** : se positionnant sur le segment du bien-être et d'un mode de vie sain comme marque de superaliments et produits biologiques spécialisée dans les **alternatives** végétales et la nutrition santé. Elle propose diverses préparations chaudes ou froides pour le petit déjeuner.
- **Les marques de distributeurs (MDD)** : les différentes enseignes de supermarché présentes sur le territoire belge proposent également des flocons d'avoine sous leur propre marque. Chez Delhaize par exemple, les flocons simples sont vendus entre 0,94 et 1,94€ le kg ou à 4,88 € le kg pour la version aux fruits.
- **Prozis** : marque peu connue disponible exclusivement sur internet, elle est spécialisée dans l'alimentation sportive pour adultes et dispose d'une gamme de préparation pratique, en pots individuels.

Tableau 4: Analyse de la concurrence directe

MARQUES	QUAKER	DELHAIZE	ISWARI	PROZIS	UJI
					
Quantités	Très varié (50g → 1kg)	400 g; 800g	350g	60 g/portion	51g/portion
Matériaux	Pot en papier couché	Carton certifié FSC	Plastique LDPE	Pot en papier couché	LDPE monofilmm
Présentation	Portion	Multi portions	Multi portions	Portion	Portion
Ergonomie	Prise compliquée en main	/	Prise en main facile	Bonne prise en main	Prise en main facile Ouverture facile (encoche)
Catégories positionnement	Petit déjeuner / snack	Aliments diététiques, céréales pour petit déjeuner	Petit déjeuner / snack	Aliments diététiques, sportifs	Petit déjeuner / snack/ mode de vie sain
Prix / portion	2,33 € / portion	Variable. ~ 4,73 €/kg soit 0,14 €/portion de 30g	26,60€/kg soit 1,33 € pour une portion de 50g	9,99 €/240g Soit 2,50 € par pot	3,29 €/portion
Conservation / protection	Endroit frais et sec	Conserver dans un endroit sec et bien refermer l'emballage après utilisation.	Endroit frais et sec	Pas d'information précise	Température ambiante
Utilisation	Micro-ondes	Préparation à la casserole ou micro-ondes par portion de 30g	Par ajout d'une boisson froide	Par ajout d'eau bouillante	Ajout de liquide Chauffage au micro-ondes
Communication	Aspect pratique – moderne	Simplifiée, avec suggestion de présentation et NutriScore A	Aspect naturel - spirituel	Style de vie, Bienfait avoine, apport protéique,	Tradition, praticité, santé. NutriScore A

CONCURRENTS INDIRECTS

La concurrence indirecte comprend tous les produits qui ne font pas partie de la catégorie des CC mais satisfont le même besoin, à savoir celui du petit déjeuner.

Tableau 5: analyse de la concurrence indirecte et de leur positionnement

Catégorie de produits	Description	Marques principales	Prix ⁵ (€/pc)	Positionnement
Céréales prêtes à manger (CPM)	Céréales à base de blé/maïs consommées froides/tièdes (pétales, mueslis, etc.)	Kellogg's Nestlé Quakers Grano ladies	/	Acteurs mondiaux et nationaux avec gammes diversifiées
Barres de céréales	Alternatives compactes pour petit-déjeuner/encas rapide	Internationales : Kellogg's (Spécial K) Quakers, Nature Valley Nakd Belges : Start, Trobon MDD belges	Nakd : 2,26 Nature Valley : 2,99 Spécial k : 3,49 Supersec : 4,99	Segment santé, énergie et rapidité
Autres alternatives	Produits divers satisfaisant le besoin de petit-déjeuner	/	/	Desserts lactées Tartines Fruits Autres préparations similaires

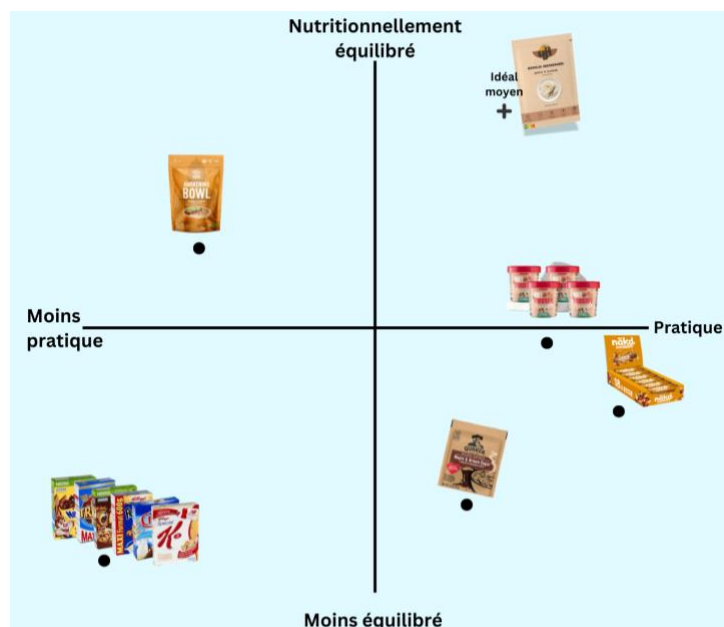


Figure 16: Mapping concurrentiel et positionnement du produit

⁵ Source : <https://www.collectandgo.be/colruyt/fr/assortiment/barres-cereales-avoines>

3.9. Positionnement et marketing mix

3.9.1. LE PRODUIT

Le produit se présente en tant que **petit-déjeuner ou collation saine prêt à consommer en 5 minutes**. Il est composé de céréales ancestrales (millet, avoine) et de superaliments (baobab) et ne contient pas d'additifs.

Riche en fibres et source de protéines, il assure une satiété durable tout au long de la matinée. Sa qualité nutritionnelle intéressante, lui offre un **NutriScore de A**.

Le produit est proposé en portions individuelles. Le packaging est décrit comme écologique et moderne, alliant esthétique et praticité.

3.9.2. LE PRIX

La stratégie de fixation des prix constitue un pilier fondamental pour le lancement réussi d'un produit et la pérennité économique de l'entreprise. Cette démarche stratégique s'articule autour de 3 objectifs complémentaires essentiels qui sont : l'**acceptabilité client**, la **rentabilité opérationnelle** et le **positionnement stratégique**.

Le premier objectif consiste à **aligner l'offre sur les attentes du marché** en déterminant un prix que les consommateurs cibles sont disposés à accepter, garantissant ainsi l'adéquation entre la valeur perçue du produit et son coût d'acquisition.

Le deuxième objectif vise à assurer la **viabilité économique** du projet par une évaluation rigoureuse de l'ensemble des coûts inhérents à l'activité, incluant les dépenses de production, les investissements marketing et les frais de distribution, afin de dégager une marge bénéficiaire suffisante.

Enfin, le troisième objectif poursuit un **positionnement concurrentiel** sur le marché, utilisant la politique tarifaire comme levier de différenciation pour créer un avantage distinctif face à la concurrence et établir une identité de marque cohérente.

FACTEURS INFLUENÇANT LA FIXATION DES PRIX

- **Sensibilité de la demande** : il faut prendre en compte la sensibilité des consommateurs au prix.
 - o **Le prix psychologique** : Nous interrogeons les consommateurs pour déterminer notre "zone d'acceptabilité" de prix, entre un maximum au-delà duquel notre produit serait jugé trop cher, et un minimum en dessous duquel il serait perçu comme de qualité insuffisante.
 - o **Test de tarification** : Nous testons différentes options de prix pour identifier ce qui fonctionne le mieux auprès de nos consommateurs.
- **Prix des concurrents** : Notre analyse des prix concurrentiels (cf. tableau 4 et 5 ci-dessus) nous permet de mieux positionner notre offre. Les prix des différentes références se situent dans une fourchette allant de 2 à 4,99 €/pc.

- **Coût de revient** : Le coût de fabrication, incluant les matières premières (millet, baobab) et les autres dépenses de production, justifie le prix de vente.
- **Valeur perçue** : La transparence sur la naturalité, la qualité et l'éthique de l'approvisionnement justifie le prix et la valeur ajoutée. Notre produit offre une valeur nutritionnelle et pratique supérieure : un petit-déjeuner/snack sain, gourmand, naturel et rassasiant, prêt en moins de 10 minutes, riche en fibres et protéines, sans additifs.

LA MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU PRIX

Selon les données statistiques du SPF Économie, la répartition des charges des microentreprises en 2024 s'établit comme suit : marchandises (71 % du CA), services et biens divers (15 %), et masse salariale (7 %) (SPF Economie, 2025b).

À titre de référence sectorielle, les microentreprises, définies par un chiffre d'affaires inférieur ou égal à 2 millions (SPF Economie, 2025b), présentent une marge nette médiane de 4% en 2023. L'entreprise belge Grano Ladies, en est un exemple avec un CA avoisinant les 2 millions d'euros en 2024 pour une production totale de 140 tonnes (L'Echo, 2024).

La structure tarifaire d'un produit repose sur l'agrégation de deux composantes fondamentales : les **coûts de production** et la **marge bénéficiaire**. L'évaluation des coûts de production s'établit selon la formule suivante :

Coût total = Coût matières premières + Coût main d'œuvre + Coût équipement + Coût conditionnement + Coûts indirects

Cependant, la quantification précise des coûts d'équipement et des coûts indirects (incluant les charges locatives, les primes d'assurance et les provisions pour pertes) demeure problématique à ce stade de développement du projet. Par ailleurs, ces variables sont intrinsèquement liées aux capacités financières disponibles et aux orientations stratégiques adoptées, notamment concernant les arbitrages entre acquisition d'actifs propres et externalisation (location d'infrastructures ou recours à la sous-traitance).

Compte tenu de ces contraintes et des coûts de MP et de la marge attendue, l'approche retenue pour l'estimation tarifaire s'appuie sur une méthode combinant :

- Une **analyse comparative des prix** pratiqués par les produits analogues présents sur le marché concurrentiel ;
- L'exploitation des **résultats de l'enquête consommateur** relative à l'acceptabilité tarifaire (cf. point 3 du chapitre 7).

STRATÉGIES DE PRIX

Positionnement tarifaire : nous confirmons notre positionnement entre le milieu et le haut de gamme, avec un prix de 3,29 € par portion.

Offres promotionnelles : Nous prévoyons des packs découverte à prix préférentiel et des offres d'abonnement/box pour encourager l'essai et la fidélisation.

Effets comportementaux : sont des notions générales des réactions au prix qui influencent l'intention d'achat. Parmi ceux-ci, nous pouvons prendre en compte les effets tels que :

- **Offres promotionnelles** : Pour encourager l'essai et la fidélisation, des packs découverte à prix préférentiel et des offres d'abonnement/box peuvent être mis en place.
- **Effet Qualité** : Le prix peut être perçu comme un indicateur de qualité, en particulier lorsque le consommateur a du mal à évaluer les qualités réelles du produit. Un prix plus élevé peut ainsi augmenter la quantité demandée si elle est associée à une meilleure qualité.

3.9.3. LA PROMOTION

La stratégie de communication se fera autour de la **valorisation du plaisir sain et du gain d'énergie** apporté par la consommation du produit au petit-déjeuner.

L'utilisation des **réseaux sociaux** permet d'être en contact direct avec les consommateurs ciblés et d'augmenter la visibilité de la marque. Un travail de storytelling devra être effectué pour mettre en avant l'utilisation traditionnelle et les bénéfices spécifiques des ingrédients, en particulier le baobab.

La mise en avant de l'implication de professionnels de santé (diététicienne et pharmacienne nutritionniste) au sein de l'équipe permet d'insuffler de la confiance et de renforcer la légitimité du produit auprès du public cible tout en encourageant le **bouche-à-oreille** entre consommateurs.

Enfin, la mise en place de **séances de dégustation** pourra favoriser l'adoption du produit et lever les éventuelles réticences, en permettant au public cible de découvrir le produit.

3.9.4. LA DISTRIBUTION

Les résultats de l'enquête indiquent que la grande majorité des consommateurs effectuent leurs achats principalement en grande surface. En prenant en compte les différentes contraintes (législatives, logistiques et financières) qui se présentent à nous, la vente en ligne nous semble l'option la plus adaptée **en phase de lancement**. Elle nous permet d'avoir un contact direct avec la clientèle.

La vente en ligne sera associée à des partenariats avec des magasins de proximités ou des magasins spécialisés afin d'entrer dans les habitudes d'achat du public cible et favoriser la découverte et les achats compulsifs.

La production associée se fera dans un premier temps en flux tendu, synchroniser avec la demande client.

CONCLUSION

L'étude réalisée met en lumière les caractéristiques d'un marché porteur pour une solution de petit-déjeuner rapide destinée à un public belge adulte.

Elle relève la nécessité d'adapter la stratégie aux attentes spécifiques du public cible. Le manque de temps et l'attrait pour une formule pratique demeurent les leviers essentiels, permettant de guider vers des formats individuels, rapides à préparer et faciles à emporter.

Toutefois, s'adressant à un consommateur de plus en plus informé et exigeant, l'attractivité du produit repose également sur la dimension nutritionnelle, la naturalité des ingrédients et le plaisir gustatif.

Par ailleurs, le recours conjoint à l'analyse concurrentielle et aux tests d'acceptabilité tarifaire constitue une approche pragmatique, alignée sur les réalités du marché pour fixer notre prix. Le tarif retenu (3,29 €/portion), se justifie par des bénéfices produits tangibles (sain et naturel, rassasiant, riche en fibres et source de protéines, prêt en 5 minutes) qui renforcent la valeur perçue et légitimise le positionnement.

Positionné en milieu-haut de gamme, le prix est cohérent avec l'ambition de la marque et sera efficacement soutenu par un dispositif promotionnel destiné à lever les freins à l'essai et à favoriser la rétention. Il demeure toutefois indispensable de consolider cette approche.

En effet, la référence aux marges moyennes du SPF, utile à titre indicatif, ne remplace pas une construction détaillée des coûts, sans laquelle la marge cible et la rentabilité restent hypothétiques.

CHAPITRE III : CAHIER DE CHARGE

Dans le développement de produits agroalimentaires, il est crucial de répondre aux attentes des consommateurs en se concentrant sur cinq dimensions clés : la sécurité, la santé, la satisfaction, le service et l'engagement sociétal, comme le montre la pyramide conceptuelle présentée.

Dans notre démarche, ces cinq dimensions seront fondamentales pour la conception de notre produit, en équilibrant sécurité, santé, plaisir, praticité et responsabilité sociétale afin de répondre aux attentes des consommateurs actuels.

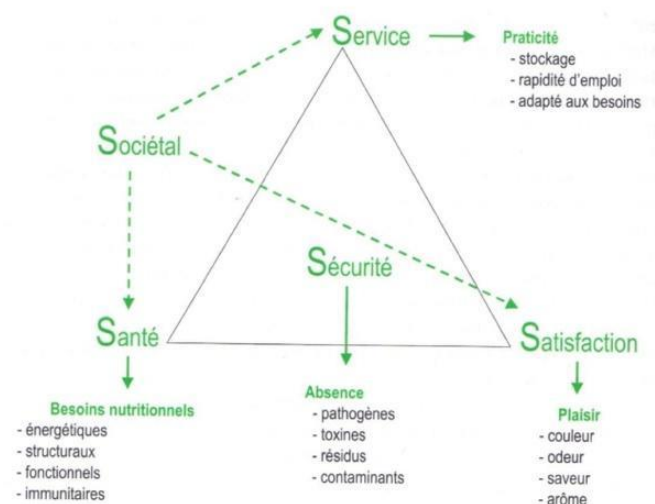


Figure 17: Modèle des "5 S" (Blecker, 2023)

1. SÉCURITÉ

1.1. Contexte et législation

La sécurité alimentaire est un pilier fondamental encadré par des réglementations strictes de l'Union européenne et des organisations internationales. Le Règlement (CE) No 178/2002 établit les principes généraux de la législation alimentaire, exigeant que les denrées ne présentent aucun risque pour la santé. Pour ce produit, les contrôles microbiologiques et physico-chimiques doivent également s'aligner sur les normes de l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) et du Codex Alimentarius.

Le Règlement (UE) 2023/915 fixe les limites les plus élevées pour les substances nocives chimiques et biologiques dans le but d'assurer la sécurité des consommateurs (Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), 2023).

Règlementation spécifique aux graines de pavot

La réglementation européenne établit des seuils maximaux stricts concernant la teneur en alcaloïdes opiacés dans les graines de pavot et leurs dérivés. La concentration maximale autorisée

s'établit à **20 mg/kg de matière sèche pour les graines brutes** et **1,5mg/kg pour les préparations alimentaires** contenant des graines de pavot (Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), 2023).

Dans une démarche de maîtrise des risques microbiologiques et de préservation des propriétés organoleptiques et nutritionnelles des graines de pavot durant leur stockage et leur cycle de commercialisation, l'Autorité européenne de sécurité des préconise le maintien d'une teneur en humidité comprise entre 8 à 10 % (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 2011).

Règlementation spécifique aux graines de chanvre

Les graines de chanvre (*Cannabis sativa L.*) constituent une source nutritionnelle prometteuse pour l'élaboration d'aliments fonctionnels. La réglementation européenne encadre strictement leur utilisation alimentaire par l'établissement de seuils maximaux de tétrahydrocannabinol (THC). Le Règlement (UE) 2022/1393, qui modifie le règlement (CE) n° 1881/2006, définit une **teneur limite de 3,0 mg/kg exprimée en «équivalents de THC»** pour les graines de chanvre destinées à la consommation humaine. Cette limite réglementaire garantit la sécurité sanitaire tout en permettant la valorisation des propriétés nutritionnelles de ces graines dans l'industrie alimentaire (Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), 2023).

1.2. ANALYSE DE RISQUES – HACCP

La méthode HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) est un système préventif de gestion de la sécurité alimentaire. Elle vise à identifier, évaluer et maîtriser les dangers biologiques, chimiques et physiques qui pourraient compromettre la salubrité des aliments tout au long de la chaîne de production. Reposant sur sept principes, l'HACCP permet de garantir la mise sur le marché de produits sûrs, en établissant notamment des points critiques de contrôle (CCP), des limites critiques, des procédures de surveillance et des mesures correctives (SPF Santé publique, 2016b).

L'application de la méthode HACCP est une obligation réglementaire pour toutes les entreprises du secteur alimentaire au sein de l'UE. Cette exigence est définie dans le Règlement (CE) n° 853/2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires, en lien avec le principe de responsabilité des producteurs du Règlement (CE) n° 178/2002. En Belgique, cette obligation est renforcée par l'A.R. du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle, à la traçabilité et à la notification obligatoire dans la chaîne alimentaire. Des assouplissements sont aussi prévus pour les petites entreprises,

notamment par l'Arrêté ministériel du 24 octobre 2005, afin de faciliter la mise en œuvre de l'autocontrôle dans des structures à ressources limitées (SPF Santé publique, 2016)⁶.

ÉTUDE HACCP

Étape 1 - Constitution de l'équipe HACCP

L'équipe HACCP est constituée de Anaëlle d'ALMEIDA, diplômée en Nutrition et Diététique et de Nicole ILBOUDO, diplômée en Sciences pharmaceutiques. Toutes deux ont été sensibilisées au Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) (RE 852/2004) durant les formations antérieures et en cours.

Étape 2 - Description du produit et de sa distribution

Une description des ingrédients contenus dans le produit a été réalisée 76 au chapitre 4 de ce document.

Le produit est une préparation instantanée à base de céréale et d'oléagineux, destinée à être consommée au petit déjeuner après l'addition d'un liquide et une cuisson au micro-ondes, à destination d'adultes.

Le Règlement européen n° 1169/2011 exige qu'une date de péremption figure sur l'emballage de la plupart des aliments : soit une date « à consommer de préférence avant » (date de durabilité minimale ou DDM), soit une date « à consommer jusqu'au » (date limite de consommation ou DLC). Le produit devra notifier une DDM (Date de durabilité minimale), étant donné que c'est une denrée sèche, non périssable dans des conditions optimales. Il devra également notifier une DLC du produit après sa reconstitution dans un contexte de conseil, indiqué sur le packaging. Le produit est destiné à la vente en packaging individuel.

Étape 3 - Utilisation attendue du produit

Le produit cible deux types de consommateurs : ceux qui s'intéressent aux produits ayant une composition nutritionnelle avantageuse et ceux qui recherchent des produits nouveaux et souhaitent découvrir des produits d'ailleurs. Ces deux groupes partagent un même besoin : des produits savoureux, faciles et rapides à préparer, adaptés à leur mode de vie actif. Ce produit est principalement conçu pour le petit déjeuner, mais peut également servir de collation d'après-midi pour les personnes ayant un plus grand appétit.

Étape 4 - Élaboration et confirmation du diagramme de fabrication

La section 1 du chapitre 6 (page 7991) VI.4 détaille le diagramme de fabrication complet, illustrant le processus de production étape par étape pour notre préparation instantanée.

⁶ Source : <https://www.health.belgium.be/fr/alimentation/securite-alimentaire/dangers-microbiologiques-et-hygiene/haccp-autocontrole-et-0#article>

Étape 5 - Confirmation du diagramme de fabrication

Le diagramme de fabrication peut être visualisé au chapitre 6 page 91.

Étape 6 à 12 - Basés sur les 7 principes

- Principe 1 : Analyse des dangers

L'analyse HACCP identifie trois types de dangers alimentaires : *microbiologiques*, *chimiques* et *physiques*. Les dangers biologiques incluent virus, parasites et micro-organismes. Leur développement dépend de la température, pH, Aw, oxygène, conservateurs et interactions microbiennes. Les dangers chimiques sont naturels (ex. mycotoxines) ou non (ex. pesticides, détergents). Les dangers physiques comprennent les corps étrangers et contaminants de nature humaine (Belleflamme, 2024). Il est important de distinguer le "danger" (agent nocif) du "risque" (probabilité d'effet néfaste sur la santé). Pour chaque étape de production et MP, il faut identifier précisément la nature du danger et ses causes pouvant introduire ou amplifier le danger (Belleflamme, 2024).

Le registre d'entrée (ou registre IN) est un document qui enregistre les informations sur tous les produits entrant dans un établissement, assurant la traçabilité et la gestion des produits au sein de l'établissement. Ce registre doit obligatoirement contenir les données suivantes pour chaque produit: la nature du produit (dénomination usuelle fournie par le fournisseur), l'identification du produit (code unique comme le numéro de lot permettant de distinguer les produits similaires d'origines différentes), la quantité (unité de mesure permettant d'établir un lien entre quantités reçue et fournie), la date de réception (jour/mois/année et parfois l'heure), et l'unité d'établissement d'origine (lieu de provenance du produit, différent de la provenance de la facture).

Une liste des dangers a été établie et se trouve en Annexe III page 139. Elle est élaborée sur base des 5M (Matériel, méthode, milieu, main d'œuvre (MO), matière premières (MP)), du type de dangers et de la nature des MP; et énumérées pour les étapes principales du processus de fabrication.

- Principe 2 : Points critiques (CCP)

La liste des points critiques pour la maîtrise et de leurs limites se trouve en Annexe III page 139.

- Principe 3 : Limites critiques

La liste des points critiques pour la maîtrise et de leurs limites se trouve en Annexe III page 139.

- Principe 4 : Surveillance

Les principaux CCP et les méthodes de surveillances se trouvent dans le tableau en Annexe III page 139.

- Principe 5 : Actions correctives

Les principaux CCP et les actions correctives se trouvent dans le tableau en Annexe III page 139.

- Principe 6 : Vérification

Les principaux CCP et les méthodes de vérification se trouvent dans le tableau en Annexe III page 139.

- Principe 7 : Documentation

La documentation en lien avec les quatre principes précédents se trouve dans le tableau Annexe III page 139.

CONCLUSION DE L'ÉTUDE HACCP

La sécurité des aliments, impliquent une maîtrise des BPF et des dangers qu'ils soient biologiques, chimiques ou physiques. Une bonne formation du personnel est indispensable pour un respect des mesures implémentées.

La mise en place du plan HACCP permet d'identifier les étapes à risques de contamination et d'instaurer les mesures de prévention et de gestion adéquates.

2. ACTIVITÉ D'EAU (a_w)

L'activité de l'eau (a_w) est une mesure de la disponibilité de l'eau dans un aliment. Elle est directement liée à la pression de vapeur d'eau de l'aliment et dépend de la quantité et du poids moléculaire des substances dissoutes (Dufour, 2021). Définie comme le rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau dans l'aliment et celle de l'eau saturée à même température, l' a_w constitue un indicateur clé de la stabilité alimentaire. Elle permet de prédire efficacement la croissance microbienne (Clark et al., 2014).

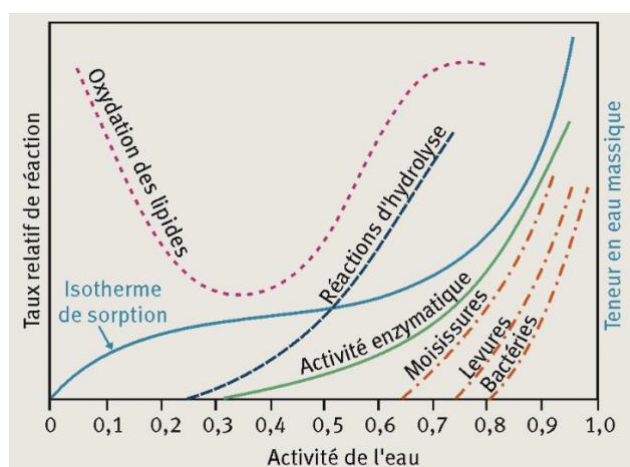


Figure 18 : Relation entre l'intensité des processus de dégradation et l'activité de l'eau⁷

- Bactéries: a_w entre 0,9 et 1
- Enzymes et moisissures: a_w minimum de 0,8
- Levures: a_w minimum de 0,6

Les aliments sont généralement protégés contre la croissance microbienne à des a_w inférieures à 0,6. L' a_w influence également des réactions chimiques comme le brunissement non-enzymatique

⁷ Source : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03408.x>

(optimal à 0,6-0,7) et l'oxydation des lipides (minimal pour des valeurs d' a_w de 0,25 à 0,35 (Clark et al., 2014; Huang, 2014).

La maîtrise de ce paramètre est essentiel pour le control de ces phénomènes responsables de la dégradation organoleptique et nutritionnelle des produits (Reid, 2020) comme la modification des propriétés texturales, et par conséquent la préservation des aliments en particulier les aliments secs (Roudaut, 2020).

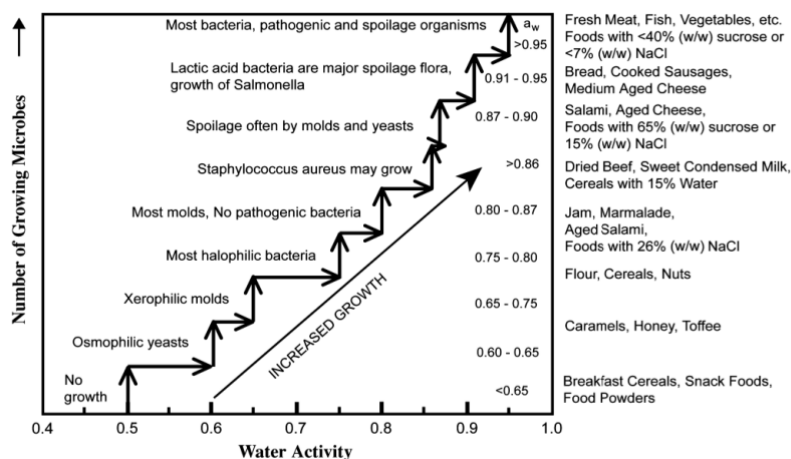


Figure 19 : Limites d'activité de l'eau pour la croissance des micro-organismes dans les aliments et exemples d'aliments avec des activités de l'eau correspondant à diverses limites de croissance (Roos, 2007)

(Barbosa-Cánovas & Fontana, 2007) précise dans son illustration que les céréales de petit-déjeuner sont caractérisées par une faible activité de l'eau (a_w entre 0,2 et 0,4), ce qui inhibe presque totalement la croissance microbienne. Cette propriété leur confère une stabilité remarquable à température ambiante, constituant une barrière efficace contre les microorganismes pathogènes comme Salmonella et Staphylococcus aureus. Malgré l'existence de champignons xérophiles et bactéries halophiles adaptés aux environnements secs, leur croissance reste extrêmement limitée dans ces produits.

Le principal risque d'altération provient de *l'absorption d'humidité* environnementale qui pourrait augmenter l' a_w et favoriser la croissance de moisissures. D'autres aliments comme les *fruits à coque*, la farine et les biscuits secs présentent des caractéristiques similaires, contrairement aux céréales réhydratées (porridges) qui sont plus propices au développement microbien. C'est donc important de notifier le temps de conservation maximale du produit au consommateur sous forme d'une DLC après reconstitution.

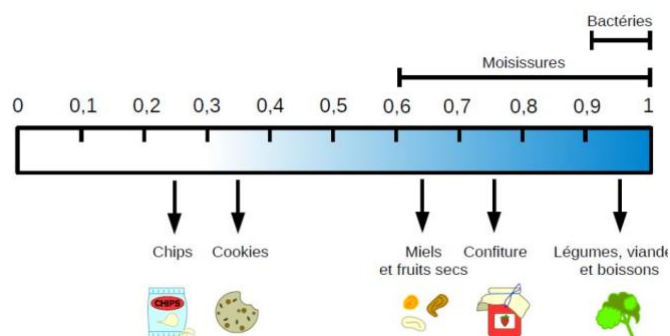


Figure 20:aw de quelques denrées alimentaires⁸

Pour préserver la qualité, un conditionnement hermétique est recommandé, permettant une longue durée de conservation. Ces produits représentent donc une catégorie alimentaire à risque microbiologique minimal, à condition de les protéger efficacement contre l'humidité.

3. CRITÈRES MICROBIOLOGIQUES

Les critères microbiologiques constituent des indicateurs essentiels pour évaluer la qualité et la sécurité des produits alimentaires. Les limites réglementaires établies définissent des seuils d'acceptabilité permettant de détecter une altération potentielle du produit. Le dépassement de ces seuils indique une altération microbiologique compromettant la qualité sanitaire du produit et nécessitant une évaluation des conditions de production, de stockage ou de transformation.

En tant que produit sec à reconstitué, il n'y a pas de limites attribuer et les recommandations se basent sur les bonnes pratiques de fabrications (BPF). Les limites établies par la législation luxembourgeoises sont prises comme références dans cette analyse. Elles désignent les limites autorisées au moment de la consommation du produit.

Tableau 6: Indicateurs microbiologiques pour les noix et produits dérivés⁹

Micro-organisme	Seuil (UFC/g)	Catégorie/usage	Interprétation
Entérobactéries	$10^2 - 10^3$	Indicateur d'hygiène	Contamination fécale Conditions d'hygiène défaillantes
Moissures	$< 10^4$	Critère de maîtrise du risque mycotoxines	Limiter le risque de toxines fongiques dans fruits à coque
Escherichia coli	$10^1 - 10^2$	Indicateur d'hygiène	Évalue contamination fécale et efficacité des mesures d'hygiène

⁸Source : <https://souslemicroscope.com/humidite-relative/>

⁹ Division de la sécurité alimentaire du Luxembourg, 2018

Tableau 7 : Indicateurs microbiologiques pour les mélanges de poudre

Micro-organisme	Plan d'échantillonnage	m (UFC/g)	M (UFC/g)	Catégorie/usage	Interprétation
Germes aérobies mésophiles	n=5, c=1	10 ⁵	10 ⁶	Indicateur de qualité microbiologique	Charge globale, hygiène procédé
Staphylocoques à coagulase positive	n=5, c=1	10 ⁵	10 ⁶	Critère de sécurité 2	Risque toxines staphylococciques
Bacillus cereus	n=5, c=1	10 ⁵	10 ⁶	Critère de sécurité 2	Sporulé; contrôle nécessaire en produits déshydratés
Clostridium perfringens	n=5, c=1	10 ⁵	10 ⁶	Critère de sécurité 2	Sporulé; maîtrise des étapes thermiques
Salmonella spp.	n=30, c=0	—	—	Critère de sécurité 1/CSA	Absence dans 25 g (tolérance zéro)

Critères de teneur en humidité pour la stabilité des céréales

La littérature scientifique établit des seuils critiques de teneur en humidité pour assurer la stabilité microbiologique et la conservation optimale des produits céréaliers. Ainsi, un taux d'humidité évalué à 6% garantit une stabilité et une conservation optimale des céréales, sans risque de détérioration microbiologique (Parmar et al., 2025; Scrivens et al., 2018).

Pour les produits transformés (flocons, millet soufflés, poudres instantanée) la stabilité est optimale pour une teneur comprise entre 2 et 5% (Jaybhaye et al., 2014; Parmar et al., 2025). Les recommandations générales pour les produits secs s'établissent entre 5 à 10% pour une conservation adéquate (Dessta & Terefe, 2024).

Les amandes présentent naturellement une faible teneur en humidité (3-6%) qui doit également être maintenue à 6% maximum pour préserver leur qualité. L'adsorption d'humidité entraîne une perte de croquant, favorise le développement de moisissures (Huang, 2014).

4. INDICE ACIDE

L'indice d'acide (IA) est un indicateur de la dégradation des graisses causée par l'hydrolyse. Il représente la quantité en mg d'hydroxyde de potassium qu'il faut pour neutraliser les acides gras libres contenus dans 1 g de matière grasse (MG). L'IA est exprimé en mg/g ou en % (AgroParisTech, s. d.).



5. OXYDATION LIPIDIQUE

L'oxydation lipidique représente l'une des principales causes de détérioration de la qualité nutritionnelle et organoleptique des produits alimentaires riches en matières grasses (Shahidi & Zhong, 2010). Ce phénomène, particulièrement critique dans les graines oléagineuses, entraîne la formation de composés primaires d'oxydation (peroxydes et hydroperoxydes) puis secondaires (aldéhydes, cétones), responsables du développement du rancissement.

L'oxydation des lipides suit un processus radicalaire en trois phases (AgroParisTech, s. d.):

- **Initiation** : Formation de radicaux libres (R•)
- **Propagation** : Formation de radicaux peroxydes (ROO•) et d'hydroperoxydes (ROOH)
- **Terminaison** : Formation de produits secondaires d'oxydation

L'indice peroxyde (IP) constitue un paramètre clé dans les études de vieillissement accéléré des graines oléagineuses. En soumettant les échantillons à des conditions de stress contrôlées (température élevée, exposition à l'oxygène, lumière), il permet de prédire la durée de vie des produits et d'anticiper leur comportement lors du stockage prolongé (Haouet et al., 2019). Selon (Duduzile Buthelezi et al., 2019), les huiles à moins de 10 meq/kg sont de meilleure qualité et résistent mieux à l'oxydation.

L'IP s'exprime en milliéquivalents d'oxygène par kilogramme d'échantillon (meq O₂/kg). Il quantifie les peroxydes primaires selon la réaction :



6. DDM ET DLC

La durée de conservation représente la période pendant laquelle un produit, après fabrication et conditionnement, reste sûr et propre à l'utilisation dans des conditions de stockage définies. Pendant cette période, l'aliment doit conserver l'intégrité de ses propriétés chimiques, physiques, microbiologiques et organoleptiques, tout en continuant à satisfaire les informations indiquées sur l'emballage lorsqu'il est stocké conformément aux recommandations (Man, 2002). Haouet et al., 2019 définit la durée de conservation comme étant *“la période pendant laquelle un produit alimentaire est considéré comme acceptable pour la consommation lorsqu'il est conservé dans des conditions de stockage appropriées.”*

Une « *shelf-life estimation* »¹⁰ (SLE) est effectuée pour pouvoir déterminer la DDM du produit. Pour cela, les étapes suivantes – inspirées par le *Manuel de Laboratoire de Développement de Produits Alimentaires*¹¹ (Gilbert & Prusa, 2021) – sont mises en place.

1. Définir le produit (et l'emballage) à soumettre aux conditions avec un calendrier établi.

La description du produit est développée en détail dans la Section 3.CATÉGORISATION DU PRODUIT de ce document. L'emballage de stockage doit être le plus proche possible de celui dans lequel le produit sera distribué dans le cas où ce dernier n'est pas disponible.

La modélisation des conditions de stockage des échantillons se présente ci-contre :

¹⁰ « *Shelf-life estimation* » (SLE) = Estimation de la durée de conservation

¹¹ *Food Product Development Lab Manual* – <https://doi.org/10.31274/isudp.2021.66>

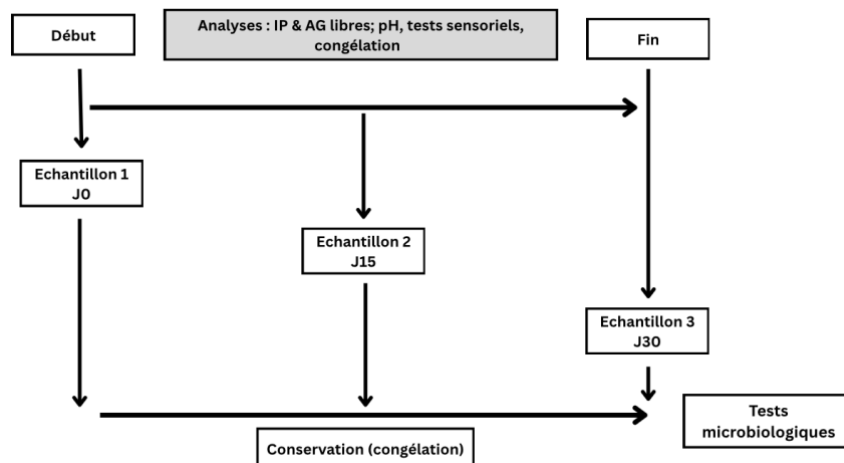


Figure 21 : Modélisation des analyses sur une période 30 jours

Trois points d'analyse sont sélectionnés : J0 (échantillon 1), J15 (échantillon 2), J30 (échantillon 3).

II. Identifier les conditions et le(s) type(s) de tests nécessaires

Les analyses nécessaires sont basées sur les critères d'acceptabilité, développés plus tard dans ce travail, pour le SLE à définir :

- Indice peroxyde & AG libres
- Analyses organoleptiques du produit reconstitué
- Analyses microbiologiques du produit

III. Définir le mode de défaillance

Quatre caractéristiques sont sélectionnées pour déterminer l'évolution de la détérioration sur une période de 30 jours de ce dernier :

- Mesure de l'indice peroxyde et d'acides gras libres présents dans la matière grasse
- Le pH du produit reconstitué
- Analyses organoleptiques du produit reconstitué
- Analyses microbiologiques du produit reconstitué

IV. Mettre en place et réaliser les tests.

V. Analyser les résultats.

VI. Prédire la durée de conservation en temps réel.

7. ALLERGÈNES

Pour rappel, la réglementation européenne concernant les produits sans gluten est définie principalement par le Règlement d'exécution (UE) N° 828/2014. Les critères relatifs à la classification des produits sans gluten sont repris à la section 3.3 du chapitre 1.

7.1.1. EXIGENCES RELATIVES À LA FORMULATION DES PRODUITS

La conception d'un produit sans gluten impose plusieurs contraintes :

- Sélection des matières premières :
 - Utilisation exclusive de céréales naturellement dépourvues de gluten; ici, le millet.
 - Prévention des contaminations croisées avec les céréales contenant du gluten (blé, seigle, orge, avoine non certifiée).
- Concernant le processus de fabrication :
 - Il est impératif de mettre en place des protocoles de nettoyage rigoureux des équipements de production.
 - Établissement d'un programme d'analyses de contrôle visant à garantir une teneur en gluten inférieure à 20 ppm.

7.1.2. DISPOSITIONS RELATIVES À L'ÉTIQUETAGE

Conformément au Règlement (UE) 1169/2011 concernant l'information des consommateurs :

- L'apposition du logo officiel représentant un épi barré, bien que facultative, constitue un élément rassurant pour le consommateur.
- La liste des allergènes doit mettre en évidence les ingrédients présentant un risque.
- Une transparence complète concernant l'origine des ingrédients est requise (par exemple, préciser "amidon de maïs" plutôt que "amidon modifié").

7.1.3. APPLICATION À LA PRÉPARATION INSTANTANÉE POUR LE PETIT-DÉJEUNER

Dans le contexte spécifique du produit, les spécifications suivantes s'appliquent :

- Utilisation de millet respectant le CDC à destination du fournisseur.
- Obtenir une certification par des organismes indépendants (AFDIAG en France)¹² est recommandé.

7.1.4. PROTOCOLE DE VALIDATION D'UN PRODUIT SANS GLUTEN

Pour garantir la conformité d'un produit sans gluten, les étapes suivantes sont donc essentielles:

- Élaborer une formulation exclusive à base d'ingrédients garantis sans gluten.
- Implémenter un processus de fabrication prévenant toute contamination (CCP)
- Réaliser des tests de validation en laboratoire accrédité

Ainsi le packaging du produit peut notifier les mentions : “sans gluten” accompagné de son logo officiel; “Convient aux personnes souffrant d'une intolérance au gluten” ou « Convient aux personnes atteintes de la maladie cœliaque » (SPF Santé publique, 2016a).

¹² AFDIAG (Association Française des Intolérants au Gluten) – <https://www.afdiag.fr/fr/>

8. SANTÉ

L'alimentation, bien plus qu'une simple source d'énergie, est essentielle à la santé et au bien-être. Les consommateurs recherchent désormais des produits répondant à des besoins nutritionnels spécifiques, qu'on peut classer en trois catégories : énergétiques, structuraux et fonctionnels. La dimension santé joue un rôle crucial dans notre démarche de conception, tant comme incarnation des valeurs de la marque que comme argument commercial efficace. L'offre du produit se distingue par son profil nutritionnel équilibré : complet, riche en fibres et source de protéines. Ces aspects seront les seuls développés dans le cahier des charges.

8.1. Recommandations et objectifs nutritionnels

Energie

L'apport journalier recommandé (AJR) varie selon plusieurs facteurs individuels (âge, sexe, activité physique, état de santé). Selon l'EFSA (2013), les besoins moyens recommandés pour les adultes se situent entre 2000 et 2900 kcal/jour.

⇒ **Femmes / hommes : 2000 kcal/jour à 2900 kcal/jour**

Pour un adulte en bonne santé, un apport de 2000 kcal/jour comme apport énergétique total (AET) est généralement considéré comme adéquat.

Le produit est formulé pour fournir au maximum 20 à 25% de l'apport énergétique journalier, soit 500 kcal par portion (avec ou sans l'ajout de lait ou boisson végétale). La formulation de cette préparation instantanée répond à plusieurs objectifs nutritionnels : limitation des sucres ajoutés, incorporation de sources lipidiques (oléagineux) riches en fibres, et un apport protéique intéressant. Des ingrédients à faible indice glycémique ont également été sélectionnés pour favoriser une satiété prolongée et éviter les fluctuations glycémiques importantes.

Bien qu'il n'existe pas de recommandations officielles concernant la répartition journalière des repas, un plan alimentaire équilibré suit habituellement cette distribution :

- **PDJ** : 20-25% de l'AET
- **Repas principal** : 30-35% de l'AET
- **Collation** : 10-15% de l'AET
- **Repas secondaire** : 25-30% de l'AET

En se basant sur un apport de 2000 kcal/jour, un petit-déjeuner complet et équilibré devrait donc apporter entre 400 et 500 kcal.

Protéines

Le produit doit fournir un minimum de 12 % de protéines, pour ainsi répondre à l'allégation nutritionnelles "*source de protéines*" définie par le Règlement (CE) N° 1924/2006 (Commission européenne, 2006).

Les informations concernant les recommandations en termes de protéines sont précisées dans la Section 2.2 de ce document.

Fibres

Le produit doit contenir au moins 6 g de fibres pour 100 g, ce qui permet de revendiquer l'allégation nutritionnelle "*riche en fibres*" selon le Règlement (CE) N° 1924/2006 (Commission européenne, 2006).

Les informations concernant les recommandations en termes de fibres sont précisées dans la Section 2.2 de ce document.

Micronutriments

L'Apport Journalier Recommandé (AJR), aussi appelé Valeur Nutritionnelle de Référence (VNR) dans l'UE, correspond à la quantité moyenne quotidienne d'un nutriment jugée suffisante pour couvrir les besoins de la majorité de la population (CSS, 2016).

Le CSS (2016) précise que ces valeurs servent de repère pour :

- Établir l'étiquetage nutritionnel,
- Orienter les recommandations de santé publique,
- Formuler des produits alimentaires.

Les AJR peuvent varier selon l'âge, le sexe, l'état physiologique (grossesse, allaitement) et les besoins énergétiques (CSS 2016).

Dans le cadre de ce projet, les micronutriments mis en avant seront les minéraux. Les recommandations pour les hommes et les femmes sont les suivantes :

Tableau 8: AJR pour la population adulte (CSS, 2016)

Minéraux	Hommes	Femmes
Magnésium	350 mg	300 mg
Fer	9 mg	15 mg
Zinc	11 mg	8 mg
Phosphore	800 mg	800 mg
Calcium	950 mg	950 mg

Pour prétendre à l'allégation nutritionnelle « *source de [vitamines/minéraux]* », le produit doit contenir au moins 15 % de l'AJR par 100 g/ml ou par portion (si l'emballage ne contient qu'une seule portion), conformément à la directive 90/496/CEE ou aux dérogations prévues par le règlement CE 1925/2006. L'allégation « *riche en [vitamines/minéraux]* » est quant à elle possible uniquement si le produit contient au moins deux fois la quantité requise pour être qualifié de « source de » ; soit au minimum 30 % de l'AJR dans les mêmes conditions de calcul (Directive 90/496/CEE, 1990; Règlement (CE) no 1925/2006, 2024).

Objectifs nutritionnels du produit

En résumé, les objectifs en termes de valeurs nutritionnelles (sans ajout de lait ou de boisson végétale) se présentent comme suit :

Tableau 9: Objectifs finaux des valeurs nutritionnelles du produit sec

	Pour 100 g	Portion de 50 g
Energie (kcal)	400-500 kcal	≤ 250 kcal
Lipides dont AGS	< 20%	< 20%
Glucides dont sucres	/	/
Fibres	≥ 6g /100 g	≥ 6%
Protéines	≥ 12g/100 g	≥ 12%
Sodium	max. 600 mg	max. 600 mg

Tableau 10: Objectifs finaux des AJR du produit (basés sur recommandations pour les hommes)

Micronutriments (mg)				
	100 g		50 g	
	Source ^a	Riche ^b	Source	Riche
Magnésium	53	106	27	53
Fer	1,4	2,8	0,7	1,4
Zinc	1,7	3,4	0,9	1,7
Phosphore	120	240	60	120
Calcium	143	286	72	143

a : 15% de l’AJR b : 30% de l’AJR

OBJECTIFS EN TERMES DE NUTRI-SCORE

Le Nutri-Score est un outil d'évaluation nutritionnelle développé par Santé Publique France et adopté par le SPF Santé publique en Belgique. Cet indicateur visuel apparaît sur la face avant des emballages alimentaires afin de vous aider à mieux comprendre la qualité nutritionnelle des produits (SPF Santé publique, 2021). L'utilisation de cet outil par les acteurs de la chaîne alimentaire n'est pas obligatoire, mais volontaire. Toutefois l'Arrêté royal du 1er mars 2019 relatif à l'utilisation du logo « », (2021) précise que si un opérateur du secteur alimentaire décide d'adopter le « Nutri-Score » pour une ou plusieurs de ses marques, il doit alors l'appliquer à tous les produits alimentaires commercialisés sous ces marques sur le marché belge.

L'objectif visé pour le Nutri-Score du produit est “A” ou “B”, des notes qui mettent généralement les consommateurs en confiance et qui respectent les valeurs de la marque en termes de santé.

Pour pouvoir appliquer ce score sur l'emballage, il faut respecter ces conditions suivantes (SPF Santé publique, 2021) :

- Obtenir la licence pour l'utilisation de la marque Nutri-Score auprès de Santé Publique France.

- Notifier le produit commercialisé sur le marché belge portant le Nutri-Score auprès du Service Public Fédéral Santé publique.

8.2. Déclaration nutritionnelle

Selon le Règlement (UE) N°1169/2011, les informations essentielles qui doivent figurer sur l'étiquetage des denrées alimentaires sont les suivantes :

1. La dénomination de vente
2. La liste des ingrédients
3. Les allergènes
4. La quantité nette (en grammes) contenue dans le conditionnement
5. La date de durabilité minimale (DDM) et la DLC
6. Le numéro de lot et le code barre
7. Les conditions particulières de conservation
8. Les conditions particulières d'utilisation
9. Le nom et l'adresse de l'exploitant
10. Le pays d'origine ou lieu de provenance
11. La déclaration nutritionnelle pour 100g et par portion, dans cet ordre : énergie en kilojoules et kilocalories, graisses dont graisses saturées, glucides dont sucres, fibres alimentaires, protéines, sel.

La déclaration nutritionnelle sera représentative du produit sec tel que présenté à la vente mais nous y spécifions également la déclaration nutritionnelle par portion.

9. SERVICE

Le service de la préparation instantanée repose sur la praticité et la rapidité, des critères essentiels pour les produits instantanés et pour répondre aux besoins du public cible.

Étant non périssable, il présente une longue durée de conservation sans altération de la qualité, à condition de respecter les conditions de conservation recommandées.

Contrairement aux porridges traditionnels qui nécessitent plusieurs ingrédients et un temps de cuisson plus long, la préparation ne nécessite que l'ajout d'eau ou de lait, un mélange et une cuisson au micro-ondes inférieure à 3 minutes pour être prête avec tous les constituants déjà intégrés dans le produit.

Le packaging est également pensé pour offrir un maximum de praticité. Facile à ouvrir, il garantit une conservation optimale du produit tout en simplifiant son utilisation au quotidien. Les instructions de préparation doivent être claires et accompagnées de pictogrammes pour une meilleure compréhension.

10. SATISFACTION

La satisfaction découle de l'expérience sensorielle du consommateur après contact et/ou ingestion d'un aliment. Elle englobe le goût, l'odorat, la texture, l'aspect visuel et l'ouïe.

Le produit devra dans un premier temps répondre aux critères de satisfaction visuels et odorante des consommateurs avant sa reconstitution.

CONTEXTE – TESTS HÉDONIQUES ET ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Un panel de 25 consommateurs naïfs évalue les caractéristiques du produit, suivant les méthodologies décrites dans le *Handbook of Sensory Analysis and Consumer Testing* (Delarue et al., 2023).

L'objectif est **l'identification de la réalité du terrain et expérience utilisateur**. L'étude vise à évaluer le produit dans des conditions réelles d'utilisation. L'objectif est de tester une portion entière dans un contexte domestique authentique, en analysant l'expérience globale comprenant les aspects gustatifs, la texture, la facilité d'utilisation, la praticité, la satiété et l'intention de rachat.

Cette approche se distingue d'une simple dégustation en laboratoire par son caractère plus naturel et représentatif. En plaçant le test dans l'environnement domestique des consommateurs (approche *in situ*) (Goffin, 2023), nous réduisons significativement les biais liés à un cadre artificiel et pouvons observer des réactions plus authentiques concernant la préparation et la consommation du produit.

Les consommateurs non formés mais représentatifs de notre marché cible (personnes soucieuses de nutrition, consommateurs curieux, diaspora) seront ciblés. Ces tests hédoniques permettront de mesurer le plaisir ressenti, l'intérêt pour le produit et l'intention de rachat, constituant ainsi une première validation avant d'envisager des tests plus coûteux.

Les résultats aideront à identifier les éventuels freins à l'acceptation (texture, goût, mode d'emploi, packaging), à recueillir des suggestions d'amélioration concrètes et à évaluer la cohérence entre le concept initial du produit et l'expérience réelle des consommateurs.

APPROCHE ET VALIDATION

Les attentes en termes de satisfaction se baseront sur les caractéristiques suivantes :

Tableau 11: Attentes et critères sensorielles

Évaluation	Critères
Vue	Produit sec : emballage attractif, images permettant d'anticiper la dégustation. Aspect homogène du mélange, ingrédients bien répartis.
	Produit reconstitué : couleur et aspect général attrayant. Aperçu des différentes textures présentent (éclat de baobab, amandes, pavots).
Odorat	Produit sec : il sera moins sollicité pour le produit sec d'autant plus vu la présence de produits pulvérulents. Néanmoins le mélange des arômes ne peut être répulsif au moment de l'ouverture.
	Produit reconstitué : développement éventuelle des saveurs après reconstitution (odeur de noix grillées).
Toucher	Produit sec : /
	Produit reconstitué : plusieurs organes entrent dans la sensation de toucher du produit reconstitué : - <u>Main</u> : sensations lors du mélange et de la prise en main influencé par la viscosité du mélange - <u>Bouche</u> : sensations lors de la dégustation. Influence de la viscosité, et des différentes textures présentes dans le mélange.
Goût	Produit reconstitué : les saveurs acidulées, sucrées et vanillées (aromatisées à la vanille naturelle (conforme au Règlement (UE) No 1334/2008) répondent aux préférences variées, comme l'illustre une étude de Nielsen (2021) sur les tendances.)
Ouïe	Produit reconstitué : Aspect croquant des noix et des graines.
Mise en œuvre	Application facile des instructions de mise en œuvre du produit.

11. SOCIÉTALE

L'aspect social prend en considération des éléments comme la durabilité, l'éthique et les effets des produits sur l'environnement.

11.1. Contexte environnemental

La durabilité est au cœur du **Green Deal européen**, visant la neutralité carbone d'ici 2050. La (FAO, 2023) promeut également les céréales anciennes comme le millet pour améliorer la sécurité alimentaire (SPF Affaires étrangères, 2023)

11.2. Durabilité

Les millets montrent une grande capacité de résilience et d'adaptation, ce qui en fait des cultures idéales pour des conditions agricoles difficiles. Selon la FAO, ils réussissent dans des environnements où d'autres céréales importantes ne parviennent pas à se développer, en particulier dans les zones avec des températures élevées et peu de précipitations. Cela les rend

particulièrement prometteurs pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition dans les régions confrontées à des problèmes climatiques sérieux.

De plus, les surfaces cultivables de millet devraient s'étendre d'ici 2050 à cause du changement climatique, surtout dans les zones de plus haute latitude et altitude (FAO, 2020).

Les millets favorisent des pratiques agricoles durables grâce à la rotation des cultures, ce qui augmente la productivité, optimise l'utilisation des ressources et aide à conserver l'eau et le sol. Leur cycle de croissance court de 60 à 90 jours permet de les planter comme cultures de couverture, protégeant ainsi le sol de l'érosion et assurant la stabilité des récoltes pour les agriculteurs dans les régions touchées par la sécheresse (FAO, 2023).

Tableau 12:résumé du cahier de charge pour la conception du produit

Critères		Objectifs
Sécurité	Activité d'eau	< 0,7
	DDM	3 à 6 mois
	DLC (après reconstitution)	24h après reconstitution
	Critères microbiologiques - Germes totaux - Entérobactéries à 30°C - <i>Escherichia coli</i> - Levures et moisissures	30jrs à T°C ambiante
	Contaminants chimiques - Aflatoxines - THC - Opiacés	- 2 µg/kg la B1 et 4 µg/ kg - 3 mg/kg - 20 mg/kg
	Contaminants physiques	Absence
	Allergènes	Absence de gluten CCP et limites critiques
Santé	Obtenir un produit fini avec une valeur énergétique inférieure à 500 kcal par portion (20% de l'AET pour un adulte).	—
	Obtenir un produit fini à minimum 6 g/100g de fibres	Allégation nutritionnelle « Riche en fibres »
	Obtenir un produit fini à minimum 12% de protéines	Allégation nutritionnelle « source de protéines »
Satisfaction	Vue	Critères développés dans le Tableau 11: Attentes et critères sensorielles.
	Odeur	
	Toucher	
	Goût	
Service	Produit pratique et complet	Facile d'utilisation Apportant l'essentiel des macronutriments pour un adulte
	Facilité et rapidité de préparation	Temps de cuisson < 5 minutes
	Satiété	—
Société	Valorisation de céréales ancienne et résiliente	—
	Durabilité	—
	Promotion d'une alimentation saine et équilibrée	—

CHAPITRE IV : PLAN D'EXPÉRIMENTATION ET FORMULATION

Traditionnellement, la cuisson du millet peut nécessiter jusqu'à 30 minutes, ce qui constitue un frein à son utilisation dans les préparations rapides. L'objectif de ce travail est de développer un produit instantané à base de millet capable de se reconstituer avec une cuisson en dessous de 5 minutes. Pour répondre à cet objectif, deux brevets ont été utilisés comme sources d'inspiration :

- Le brevet N° US3704134A de Ronai & Spanier (1972) (*Brevet A*), portant sur la précuisson de l'avoine, décrit un enchaînement d'opérations (hydratation, tempérage, cuisson à la vapeur, floconnage et séchage) permettant d'obtenir un produit instantané à base d'avoine ne nécessitant aucune cuisson lors de sa reconstitution. Ce procédé met l'accent sur la **gélatinisation de l'amidon** et l'optimisation de la texture pour assurer une réhydratation rapide.
- Le brevet N° CN104256391A de 江连洲 et al. (2015) (*Brevet B*), portant sur la bouillie de maïs instantanée, insiste sur la sélection de la MP, l'ajout d'agents texturants comme la carboxyméthylcellulose (CMC) pour garantir une texture homogène, une bonne viscosité et éviter la précipitation, ainsi que l'utilisation d' α -dextrine (produit enzymatique issu de l' α -amylase) pour améliorer la texture et la rapidité de réhydratation.

Le procédé développé pour le millet reprend et combine des éléments clés de ces deux brevets :

Inspiré du *Brevet A*, il y a eu adoption de la précuisson à la vapeur comme étape de transformation thermique ; ce procédé thermique, a pour effet de gélatiniser partiellement l'amidon tout en modifiant la structure de la matrice, de manière à réduire le temps nécessaire de réhydratation tout en conservant les qualités nutritionnelles. La cuisson à la vapeur a été adaptée en tenant compte de la granulométrie du millet, sans passer par des étapes mécaniques lourdes comme le floconnage, non nécessaires ici grâce à la décision de passage par la mouture après séchage.

Pour justifier l'adaptation de cette approche au millet, une analyse comparative des compositions de l'avoine et du millet permet d'évaluer leur comportement potentiel face à l'hydratation. Le millet présente des caractéristiques favorables par rapport à l'avoine soit (INRA CIRAD AFZ, 2025):

- **Une teneur en amidon supérieure** : 64,2% pour le millet contre 42,1% pour l'avoine floconné, offrant un potentiel gélifiant supérieur, clé pour la viscosité et la texture de la bouillie.
- **Une structure moins fibreuse** : 7,4% de cellulose contre 13,1% pour l'avoine floconné, ce qui rend la matrice plus perméable à l'eau et facilite les transferts hydriques lors de la réhydratation.

Le *Brevet B* quant à lui, applique les principes de sélection des grains et d'incorporation d'agents texturants (CMC à environ 0,4 %). Ces éléments permettent d'assurer une texture homogène, une bonne viscosité et d'éviter la précipitation lors de la reconstitution du produit.

Contrairement au procédé décrit dans ce brevet qui inclut l'ajout d' **α -dextrine** pour modifier l'amidon du maïs et ainsi faciliter la réhydratation et améliorer la texture et le goût, des essais

effectués sur le millet ont démontré que sa **mouture fine** est une étape clé qui confère intrinsèquement les propriétés d'instantanéité et la texture désirée pour la bouillie. Cette transformation mécanique du grain de millet en poudre semble modifier suffisamment sa structure pour permettre une réhydratation rapide et une consistance satisfaisante sans nécessiter d'intervention enzymatique supplémentaire.

En d'autres termes, la **mouture mécanique a été utilisée** comme moyen principal (en complément de la cuisson à la vapeur) pour créer l'instantanéité, ce qui diffère de l'approche du *Brevet B* qui utilise une modification chimique/enzymatique de l'amidon par l'alpha-dextrine.

Dans le procédé réadapté, cette étape enzymatique a été jugée inutile pour la raison ci-dessous :

- **Effet satisfaisant obtenu par transformation mécanique et thermique :**
 - La **mouture fine** du millet augmente fortement la surface spécifique des particules, ce qui accélère l'absorption d'eau.
 - La **précuisson à la vapeur** modifie physiquement la structure de l'amidon natif (gélatinisation partielle), procurant l'instantanéité recherchée sans hydrolyse enzymatique.

Par ailleurs, la cuisson à la vapeur (principalement en lien avec le lavage répété et le trempage nécessaire avant cette cuisson) du millet permet de réduire significativement les facteurs antinutritionnels présents naturellement dans cette céréale. Ce traitement thermique humide favorise l'inactivation des composés inhibiteurs (phytates, tanins, inhibiteurs enzymatiques) qui limitent la biodisponibilité des nutriments et peuvent altérer les caractéristiques sensorielles du produit. Cette réduction des facteurs antinutritionnels contribue à préserver la stabilité du produit transformé en limitant les réactions de dégradation catalysées par ces composés (Jaybhaye et al., 2014; Parmar et al., 2025).

Tableau 13: Résumé des propriétés des ingrédients dans le produit

Ingrédients	Propriétés fonctionnelles
Millet traité	Base glucidique du produit Formation d'une texture uniforme
Éclats de baobab	Implication dans la texture et la saveur du produit
Poudre de dates	Implication dans le sucrage du produit Amélioration du goût
Amidon de tapioca	Épaississant du produit : permet une meilleure cohésion de la préparation dans Stabilisant : • Réduit la synérèse dans le produit préparé • "cohésion" et réduit la dissolution du baobab dans le liquide de préparation ou <i>Le baobab est préservé et sa dissolution dans le liquide de préparation est diminuée.</i>
Oléagineux : amandes, graines de pavot et de chanvre	Apport en MG, fibres et protéines
Vanille	Améliore le goût du produit Apport de saveur le produit
Sel	Améliore le goût du produit

Les ingrédients répertoriés dans le tableau ci-dessus ont donc fait l'objet d'une sélection rigoureuse fondée sur un double critère d'évaluation : d'une part, leur contribution nutritionnelle à la valeur ajoutée du produit final, et d'autre part, leurs propriétés techno-fonctionnelles essentielles au processus d'élaboration.

Les développements présentés dans ce chapitre retracent la démarche méthodologique de recherche et développement mise en œuvre pour optimiser individuellement chaque composant de la formulation. Cette approche a pour but de satisfaire les spécifications définies dans le CDC.

1. EXPÉRIMENTATION I : CHOIX DU MILLET, VARIÉTÉ ET FORME

La variété de millet utilisée pour cette formulation est le millet commun (*Panicum miliaceum*) en raison de sa disponibilité auprès des fournisseurs et car elle fait partie des variétés cultivées aujourd'hui en Europe (KIRLEIS W. et al., 2022).

Cette céréale constitue la base énergétique principale du produit grâce à sa richesse en glucides complexes, assurant un apport calorique durable. Ses propriétés texturales se distinguent par le maintien d'une consistance ferme après cuisson, contrairement à l'avoine qui développe une texture gélatineuse.

Cette différence de comportement s'explique par la composition spécifique de l'amidon de cette céréale, dont les caractéristiques de gélatinisation préservent l'intégrité structurale du produit. Cette propriété représente un avantage important pour l'acceptabilité du produit final.

Comme beaucoup d'autres céréales plus connues, le millet est disponible sous plusieurs formes sur le marché européen. Il existe entre autres; la farine de millet, les flocons de millet et le millet soufflé.



Figure 22 : (a) Farine de millet, (b) millet décortiquée et (c) millet soufflé¹³

UTILISATION DE FLOCONS

L'évaluation sensorielle des premiers échantillons a révélé des performances non satisfaisantes selon les critères gustatifs, texturales et pratiques établis. Les défaillances observées se manifestent à plusieurs niveaux : d'une part, les caractéristiques visuelles et texturales présentent un aspect peu attrayant.

D'autre part, l'évaluation gustative fait état d'une perception gustative défavorable générant la sensation d'une cuisson incomplète ainsi que la persistance d'une amertume résiduelle. Cette dernière caractéristique a été observée sur 3 références commerciales.

Ces résultats expérimentaux non concluants ont conduit à une réorientation stratégique du développement produit vers l'utilisation de céréales entières.

ESSAI AVEC LES CÉRÉALES ENTIÈRES

Les essais menés avec les céréales entières a mis en évidence deux freins majeurs au respect du cahier de charge en termes de rapidité.

D'une part, les céréales entières nécessitent un temps de cuisson plus long au micro-ondes et la cuisson est non homogène. D'autre part, une absence totale de cohésion de la préparation est également observée.

TRANSFORMATION

Les résultats obtenus à l'étape précédente ont orienté les essais vers une réduction de la taille des céréales(après traitement) par broyage au tamis de 1,5 mm. On observe une amélioration de la

¹³ (a) <https://bestspices.fr/boutique/tam-tam-africa/farine-de-mil/> (b) <https://www.oikia.ch/fr/cereales-legumineuses/293-bio-flocons-de-millet-5kg.html> (c) <https://www.u-buy.be/fr/product/SA87VDS-arrowhead-mills-puffed-millet-cereal-6-oz?ref=hm-google-redirect>

cohésion du produit fini après reconstitution à l'eau, particulièrement en présence de la pulpe de baobab.

En dépit de l'amélioration, le produit reconstitué obtenu présente une cuisson non uniforme. Néanmoins, cette forme est maintenue pour les essais suivants.

2. EXPÉRIMENTATION 2 : INCORPORATION DU BAOBAB

PULPE ET STABILITÉ DU PRODUIT RECONSTITUÉ

Les premiers essais de reconstitution ayant été réalisés avec de l'eau, l'utilisation du lait comme nouvel agent de réhydratation a révélé une incompatibilité physicochimique entre la pulpe de baobab et la stabilité des protéines lactées.

Lorsque le lait s'acidifie, un phénomène biochimique se produit : la caséine se détache du caséinate de calcium qui la contient normalement. Ce processus de séparation se complète quand le pH descend à 4,7 (le point isoélectrique de la caséine) provoquant sa précipitation (Brigando, 1941; Fox et al., 2015). Deux mécanismes peuvent déclencher cette réaction : soit l'introduction directe d'un composé acide dans le lait, soit le développement naturel d'acide lactique pendant que le lait fermente avec le temps (Brigando, 1941). Bien que cette coagulation puisse être recherchée dans certaines applications comme la production de caséine en poudre, elle est indésirable dans notre cas car elle compromet les qualités sensorielles et technologiques du produit.

Afin de minimiser davantage les interactions entre les composants lactés et la pulpe de baobab, une stratégie d'incorporation alternative a été adoptée, consistant à intégrer cet ingrédient sous forme "d'éclats de baobab"¹⁴ permettant ainsi de préserver l'intégrité structurelle des éclats lors de la reconstitution. Le protocole expérimental mis en œuvre pour déterminer la concentration maximale incorporable dans la formulation, sans altération des propriétés fonctionnelles, est détaillé dans la section 1.2 du chapitre 5.

CRÉATION DES ÉCLATS DE BAOBAB

Il convient de rappeler que le fruit de baobab est traditionnellement consommé sous forme de confiseries en Afrique de l'Ouest, présentant des caractéristiques similaires à celles de biscuits. En s'inspirant de ce modèle traditionnel, plusieurs formulations ont été développées :

- La **première version**, caractérisée par une texture sèche, présentait une dissolution trop rapide entraînant une coagulation des protéines.
- La **seconde version** cuite au four, possédait une texture excessivement dure rendant la consommation impossible.
- **L'incorporation d'amidon** comme agent structurant pour garantir la préservation de l'intégrité structurelle des éclats tout au long de la dégustation du produit fini.

¹⁴ Terme défini par l'équipe de production pour désigner la préparation de baobab.

3. ESSAI DE FORMULATION

CHOIX DES INGRÉDIENTS COMPLÉMENTAIRES

Le choix des oléagineux s'est fait en fonction de leur profil nutritionnel, mais aussi pour d'autres caractéristiques complémentaires techniques et sensorielles contribuant à l'optimisation sensorielle du produit final.

En effet, les graines de pavot ont pour objectif de conférer une texture croquante tout en apportant un attrait visuel dans le produit reconstitué. Les graines de chanvre quant à elles, contribuent à la complexité texturale par enrichissant ainsi l'expérience en bouche.

Enfin, les amandes torréfiées, quant à elles, renforcent la dimension croquante de la matrice alimentaire tout en apportant les notes aromatiques développées par la torréfaction.

AMÉLIORATION DE LA SAVEUR ET DE LA TEXTURE DU PRODUIT RECONSTITUÉ

La quantité de dattes et de vanille a été ajustée par ajouts incrémentaux jusqu'au profil gustatif désiré. Par ailleurs, la même procédure a été utilisée pour déterminer la quantité d'amidon nécessaire afin d'améliorer les propriétés texturales du produit fini.

4. FORMULATION

FINALISATION DE LA FORME DU MILLET : résultats de l'expérimentation 1

Le choix de la forme finale est le millet entier, qui sera transformé pour répondre aux CDC. Selon les procédés représentés sur la figure ci-après.



Figure 23: procédé de traitement du millet

ÉCLATS DE BAOBAB : résultats de l'expérimentation 2

La formulation a été ajustée afin d'atteindre la concentration maximale de baobab compatible avec le maintien de la stabilité du produit reconstitué tout en préservant la structure des éclats pendant toute la durée de la dégustation.



Figure 24: procédé de création des éclats

FINALISATION

La finalisation de la formulation a porté sur différents aspects clés que sont, la détermination de la **proportion de liquide à incorporer** et l'ajustement de la **taille des éclats** afin d'obtenir un compromis entre une épaisseur perceptible en bouche et une taille réduite favorisant une impression de volume dans le produit fini.

La dernière étape fut l'**incorporation d'amidon** de manioc dans le but d'améliorer les propriétés texturales du produit reconstitué, similaire à l'ajout de CMC dans le brevet B, et l'**ajustement du profil aromatique** par l'ajout de vanille et de sel.

Tableau 14: Vision d'ensemble du développement du produit

PHASE	APPROCHE TESTÉE	RÉSULTATS	PROBLÈMES IDENTIFIÉS	DÉCISION
EXPERIMENTATIONS I				
1	Flocons de céréales (liquide de reconstitution : eau)	✗ Non satisfaisant	• Texture peu appétissante • Goût de non cuit • Amertume	Abandon
2	Céréales entières (liquide de reconstitution : eau)	✗ Non satisfaisant	• Cuisson très longue • Aucune cohésion après réhydratation	Modification
3	Broyage (tamis 1,5 mm) (liquide de reconstitution : eau)	⚠ Partiellement satisfaisant	• Cuisson encore longue au MO • Cuisson non uniforme	Optimisation
EXPERIMENTATIONS II				
4	Tests de reconstitution avec du lait ¹⁵	✗ Échec	• Incompatibilité produit-lait (caillage)	Révision baobab
5	Éclats baobab - version sèche	✗ Non satisfaisant	• Dissolution trop rapide • Caillage du lait	Modification
6	Éclats baobab - version cuite	✗ Non satisfaisant	• Texture trop dure	Modification
7	Ajout d'amidon	✓ Satisfaisant	Aucun problème majeur	Validation
OPTIMISATION				
8	Millet broyé à 1 mm	✓ Satisfaisant	• Meilleure cuisson MO • Texture préservée	Validation
9	Calibrage des éclats	✓ Satisfaisant	• Équilibre quantité/stabilité	Validation
PRODUIT FINAL				

¹⁵ Marque Boni, lait demi-écrémé

CHAPITRE V : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. TRANSFORMATION DES INGRÉDIENTS

1.1. Transformation du millet

Avant d'incorporer le millet dans la recette, un traitement adéquat est appliqué aux céréales crues afin d'en permettre la reconstitution rapide et une conservation adéquate.

Les différentes opérations unitaires du protocole de traitement du millet sont décrites dans les étapes 1 et 2 ci-après.

Étape 1 : Cuisson et séchage

Matériel :

- Bol
- Passoire
- Four combi-vapeur Rational (SelfCookingCenter® 61)
- Déshydrateur (Klarstein®)

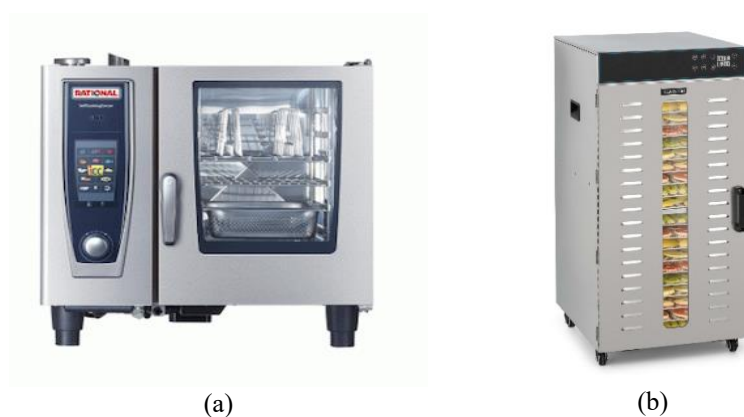


Figure 25: Four combi-vapeur Rational (a) et déshydrateur (b)

Mode opératoire :

La première étape consiste en l'hydratation du millet en trempant la quantité requise dans un bain à 40-50°C pendant 40 minutes.

Après égouttage, les céréales sont directement soumises à une cuisson par vapeur durant 40 minutes. Avant d'être déshydratées au séchoir à 55°C pendant 2h.

Étape 2 : broyage

Matériel

- **Broyeur à marteaux :** Polymix® avec tamis de 1,5 mm et 1 mm
- **Pot en verre** de 1 L “weck” pour la récupération des céréales broyées.



Figure 26: Broyeur à marteaux (a) et récipient de récupération (b)

Méthode

L'appareil utilisé pour le broyage des grains de millet n'est pas adapté à des volumes importants. Afin d'obtenir des particules suffisamment fines de 1mm tout en évitant le blocage répétitif de l'appareil, nous avons procédé par un premier broyage avec le tamis de 1,5 mm des grains de millet précédemment séchés.

Cette étape a permis d'améliorer l'efficacité du processus tout en réduisant les risques de saturation mécanique de l'appareil.

Les différentes étapes de broyage ont été réalisées à une vitesse de rotation comprise entre 2500 et 2700 tours par minute.

1.2. Préparation des éclats de baobab

Matériel

- **Petits ustensiles de cuisine** standard comprenant des bols, une spatule, une cuillère et des casseroles,
- Une **plaque à induction**,
- Une **balance** de précision +/- 0,01 g,
- Un **four** SelfCookingCenter® 61
- Robot Pâtissier Multifonction ARTISAN 4,8L – Kitchenaid



Figure 27: Robot Pâtissier Multifonction ARTISAN 4,8L - Kitchenaid

Ingrédients

Ingrédients	Quantité (g)
Baobab	25
Eau	22,5
Amidon de tapioca	4
Sucre	12,5

Mode opératoire

Pour la fabrication des éclats, de l'eau est portée à ébullition pendant que la pulpe de baobab et l'amidon de manioc sont pesés et mélangés de façon homogène. Le sucre est ensuite dissous dans le volume d'eau requis et précédemment chauffé. Le sirop ainsi obtenu est incorporé au mélange et l'ensemble est pétri jusqu'à obtention d'une pâte homogène et non collante.

La pâte obtenue est étalée sur une épaisseur de 4 mm, suivi d'un découpage de 0,7 mm sur 0,7 mm. Enfin, les morceaux subissent un traitement thermique au four à convection à 145°C pendant 30 minutes. Le refroidissement à température ambiante finalise le processus en stabilisant la texture du produit fini.



Figure 28: Étalage de la pâte de baobab après pétrissage



Figure 29: Mesure de l'épaisseur des morceaux



Figure 30: Éclats de baobab avant la cuisson au four

1.3. Les amandes

Les amandes sont torréfiées en étant cuites au four à une température de 180°C durant exactement 6 minutes.

1.4. Mélange et homogénéisation des ingrédients

Les ingrédients sont mélangés à l'aide d'un robot mixeur (kitchenaid®). L'incorporation des composants s'effectue chronologiquement en procédant par ordre croissant de masse.

2. MESURES ANALYTIQUES

2.1. pH

Matériel



Figure 31: pH-mètre 3110 WTW

Méthodes

Recherche de la concentration maximale de pulpe de baobab incorporable

Afin de déterminer la quantité maximale de poudre de baobab pouvant être incorporée sans provoquer de précipitation lors de la reconstitution avec du lait, une analyse de pH a été réalisée sur quatre échantillons à concentrations décroissantes.

La corrélation de ces données avec le **point isoélectrique des caséines du lait** permet d'estimer le taux d'incorporation maximal de pulpe de baobab compatible avec la stabilité colloïdale du système.

Stabilité de la préparation au cours du temps

Le pH du produit est mesuré après reconstitution sur plusieurs échantillons prélevés à différents intervalles au cours de la période de mise à l'étuve. Les mesures sont effectuées à J0, J15 et J30.

2.2. Matière sèche

Matériel

Le matériel comprend des **béchers** pour la manipulation des échantillons, une **étuve** Memmert™, une **balance de précision**, ainsi qu'un **dessiccateur** pour le refroidissement et la conservation des échantillons en atmosphère anhydre.

Ingrédients analysés

Tous les ingrédients utilisés pour la formulation finale ont été analysés, soit :

- le **millet**,
- les **éclats de baobab**,
- les **oléagineux**,
- et la **poudre de dattes**.

Mode opératoire

L'étuve est préalablement portée à 130 °C. Les récipients en verre y sont maintenus pendant 30 minutes afin d'assurer leur déshydratation complète. Après refroidissement au dessiccateur durant 15 minutes, la masse à vide (M_0) de chaque récipient préalablement identifié est mesurée à la balance de précision.

Environ 5 g d'échantillon sont introduits dans le récipient taré, la masse exacte (M_1) étant enregistrée au dixième de milligramme près. L'ensemble est soumis à une dessiccation de 3 heures minimum à 130°C, puis refroidi en dessiccateur jusqu'à stabilisation thermique afin d'éviter toute

réhydratation susceptible d'altérer la justesse des pesées. La masse finale (M_2) est déterminée dans les mêmes conditions de précision¹⁶

Détermination du temps de séchage optimal du millet

Protocole expérimental de déshydratation :

Pour **déterminer le temps de séchage optimal du** millet après le traitement à la vapeur, un protocole de mesure a été mis en œuvre. Celui-ci consiste à appliquer différentes durées de séchage à 55°C soient 30, 40, 60, 90 et 120 minutes. La répétabilité est vérifiée pour chaque condition appliquée.

2.3. Mesure de l'aw

Matériel

L'aw a été mesurée sur le produit fini et sur les éclats de baobab à l'aide d'un appareil **Aqualab CX3 TE**, équipé d'une coupole d'échantillonnage.

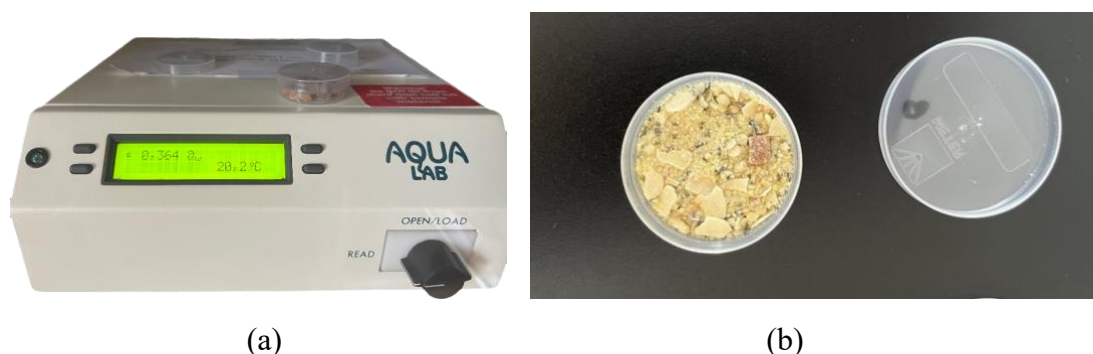


Figure 32: (a) appareil de mesure de l'aw et (b) coupole d'échantillonnage

Protocole de mesure

La détermination de l'aw a été réalisée en suivant la procédure suivante :

- Couvrir entièrement le fond de la cupule avec l'échantillon à analyser sans dépasser la limite de remplissage indiquée,
- Placer la cupule dans l'appareil de mesure,
- Attendre la stabilisation de la mesure et l'affichage du résultat sur l'écran de l'appareil.

¹⁶ (source: SGL)

2.4. Matière grasse

Matériel

Solvants et solutions :

- Chloroforme (CHCl_3)
- Méthanol (CH_3OH)
- Solution de chlorure de sodium (NaCl) à 0,58 % (m/v)
- Azote gazeux (N_2)

Équipements :

- Bouteilles Schott à bouchon rouge
- Ampoules à décanter de 1L
- Papier filtre Whatman 313
- Agitateur oscillant
- Évaporateur rotatif (Rotavapor®)
- Dessiccateur
- Balance analytique
- Broyeur IKA M20

Mode opératoire

L'extraction débute par un broyage préalable d'une portion (± 100 g) du produit à l'aide du moulin IKA M20. Le produit broyé est ensuite réparti en 2 échantillons de 40 g dans des bouteilles Schott à bouchon rouge, suivie d'une homogénéisation sur agitateur oscillant.

L'extraction lipidique proprement dite s'effectue par l'ajout de 100 mL du mélange chloroforme/méthanol (2:1, v/v) dans chaque bouteille, suivi d'une homogénéisation de 15 minutes à l'aide de l'agitateur oscillant. Le surnageant est ensuite transvasé dans une ampoule à décanter après récupération dans une fiole sous vide préalablement équipée d'un filtre papier Whatman 313. Cette opération d'extraction est répétée 4 fois supplémentaires et l'ensemble des phases organiques est regroupé dans l'ampoule à décanter.

La **phase de lavage** se fait par ajout 320 mL de solution de NaCl à 0,58 % dans l'ampoule à décanter, puis à laisser reposer toute la nuit après agitation.

La phase organique inférieure est ensuite récupérée soigneusement. Un lavage complémentaire est effectué par l'ajout de 320 mL de chloroforme à la phase aqueuse résiduelle, suivi d'une agitation et d'un repos de 5 heures. La nouvelle **phase organique obtenue est récupérée** et regroupée avec la précédente.

Enfin, le solvant d'extraction est évaporé à l'aide d'un rotavapor à 40°C. Un soufflage à l'azote gazeux termine le processus en éliminant les traces de solvants résiduels, avant de transférer l'extrait lipidique au dessiccateur pendant 30 minutes et de procéder à la pesée de la masse de lipides extraits à la balance analytique.

2.5. Acides gras libres

Matériel

- Burette graduée de 25mL (+/- 0,03 mL)
- Fioles (100 mL)
- Agitateur et puce magnétique
- Taque de chauffage

Mode opératoire

Dans un premier temps, $\pm 1,000$ g de matière grasse sont pesés avec précision dans un erlenmeyer de 100 mL. L'échantillon est ensuite dissous par l'ajout de 50 mL d'éthanol neutralisé, en chauffant légèrement si nécessaire pour faciliter la dissolution. La solution obtenue est additionnée de 5 à 6 gouttes d'indicateur coloré, tel que la phénolphthaléine ou un équivalent approprié.

Le titrage s'effectue à l'aide d'une solution titrée d'hydroxyde de potassium éthanolique à 0,05 M, sous agitation constante. Le point final de titrage est déterminé lorsque l'ajout d'une seule goutte d'indicateur provoque un changement de couleur net, même s'il est léger, et que cette coloration persiste pendant au moins 15 secondes (AgroParisTech, s. d.; Kuzdzal-Savoie et al., 1971). L'IA est ensuite déterminée grâce à la formule suivante (Ivanišová et al., 2024)

$$IA = (V \times C \times 56,1)/m$$

2.6. Indice peroxyde

Matériel et réactifs

L'analyse nécessite l'utilisation de:

- **Acide acétique glacial** (CH_3COOH),
- **Chloroforme** (CHCl_3),
- Une solution saturée d'**iodure de potassium** (KI),
- **Thiosulfate de sodium** ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, N/100), d'**empois d'amidon** et d'eau distillée.
- L'équipement comprend une **burette graduée** de 50 mL (précision $\pm 0,05$), des fioles et un agitateur magnétique.

Mode opératoire

La préparation des échantillons consiste à prélever environ $1 \text{ g} \pm 0,0005$ g d'huile extraite dans un erlenmeyer de 250 mL, tout en préparant simultanément un échantillon blanc sans huile.

Les réactions s'effectuent par l'ajout successif de 30 mL du mélange acide acétique/chloroforme (rapport 3:2), puis de 500 μL de solution de KI. L'addition de 30 mL d'eau distillée est suivie de l'incorporation de 500 μL d'empois d'amidon, préalablement préparé par dissolution de 0,51 g d'amidon dans 30 mL d'eau distillée sous chauffage et agitation magnétique.

Le titrage s'effectue avec la solution de thiosulfate de sodium N/100 jusqu'à l'obtention du virage colorimétrique, caractérisé par le passage de la coloration bleue à l'incolore. L'indice de peroxyde est ensuite calculé selon la formule appropriée à partir des volumes de titrant consommés.

2.7. Analyses microbiologiques

Matériel:

- Petit matériel de labo : portant, pipettes stériles, vortex, raclette
- Pochettes de prélèvement (solution mère)
- Préparateur de solution mère :
- Bec bunsen
- Stomacker : Star blender 400®
- Boîtes d'ensemencement :
 - PCA (plate count agar) : germes totaux
 - VRBG (violet red bile fluor): entérobactéries
 - REC (rapid E. coli) : milieux de croissance sélectifs pour *Escherichia coli*
 - YGC (yeast-glucose-chloramphenicol) : recherche des levures et des moisissures.

Méthode:

Le bec bunsen est allumé pour créer un environnement stérile. Ensuite, une solution mère (SM) est préparée pour chaque échantillon en prélevant une masse de $25 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$, qui est ensuite diluée dans une solution stérile d'eau distillée.

Le mélange est homogénéisé par passage au Stomacker pendant 2 minutes. Environ 10 mL de la SM filtrée sont ensuite recueillis dans des tubes centrifuges.

Un volume de 100 μL de la SM est prélevé et étalé sur des plaques de culture. Ces dernières sont incubées, et la lecture des résultats est effectuée après 72 heures pour les germes totaux et après 24 heures pour les autres analyses.

2.8. Texturométrie

Matériel:

- Texturomètre : Anton Paar®
- Sonde de lecture : L3 et L4
- Marque concurrente : Ishwari®

Méthode

Préparation de l'échantillon selon le mode opératoire indiqué.

Mis au bain marie, mesure à 50° après 1minute

3. ANALYSE HÉDONIQUE

Matériel:

- Échantillons du produit fini

Questionnaire de réponse (

- Annexe II : Analyses chimiques)

Méthode: 23 échantillons ont été distribués à un panel de dégustateurs naïfs, pour une évaluation sensorielle en conditions réelles d'utilisation, accompagnée d'un questionnaire d'évaluation structuré.

L'analyse sensorielle a porté sur deux aspects de la texture : l'apparence visuelle du produit après reconstitution et les sensations liées au toucher perçues en bouche. Les données collectées ont ensuite fait l'objet d'une l'analyse statistique à l'aide du logiciel Excel.

CHAPITRE VI : RÉSULTATS

1. TRANSFORMATION DES INGRÉDIENTS

Le processus de formulation nous permet d'aboutir au produit fini selon le diagramme de fabrication ci-après.

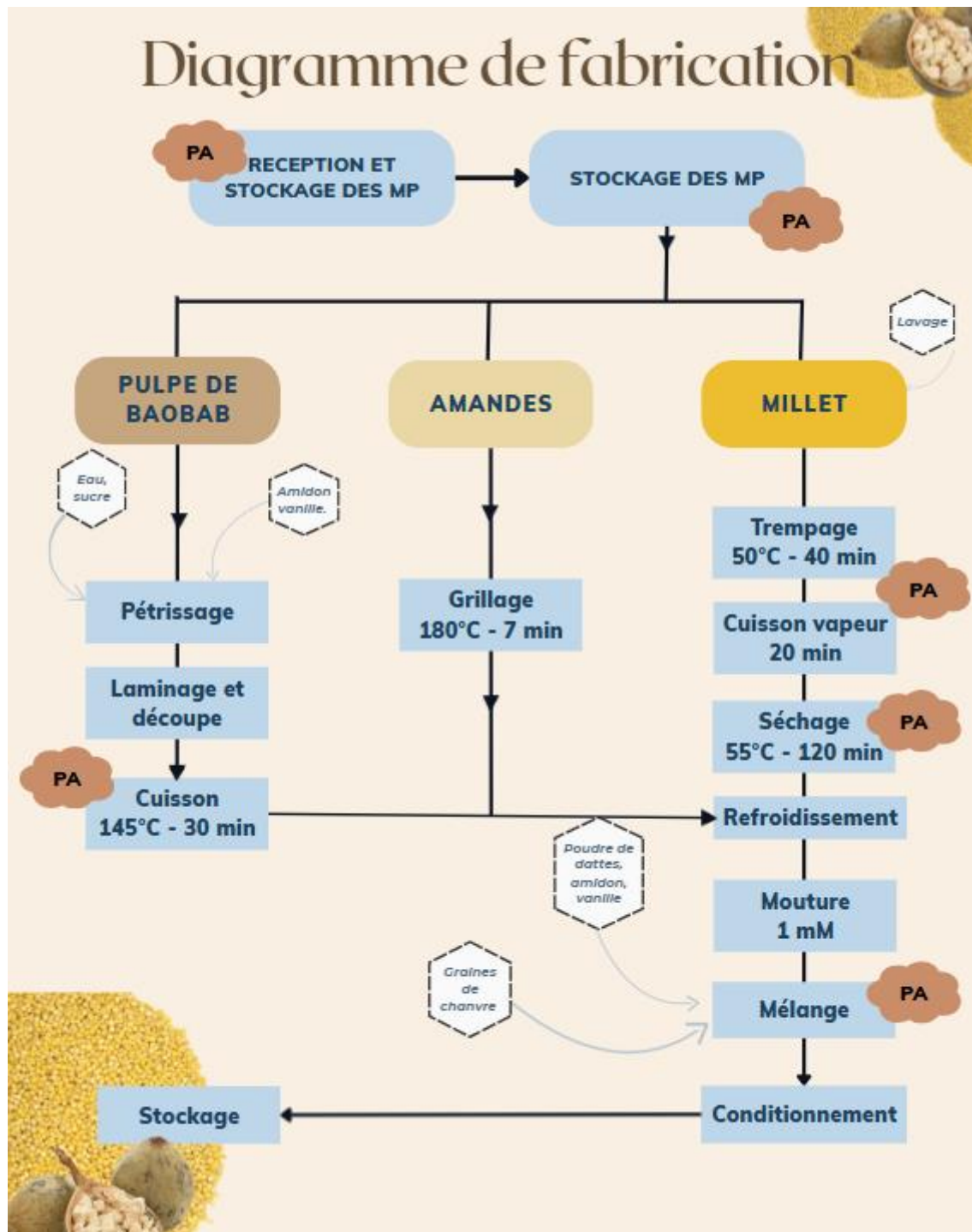


Figure 33: Diagramme de fabrication du produit fini

2. MESURES ANALYTIQUES

2.1. pH

La mesure du pH du produit ne montre pas de variation significative après 30 jours à température ambiante.

Le graphique ci-dessous illustre la relation entre le pH après ajout de baobab et le pH isoélectrique du lait. L'approche expérimentale a permis **d'établir le seuil de concentration critique de 2,5% au-delà duquel l'acidité intrinsèque de la pulpe induit la coagulation des protéines lactées.**

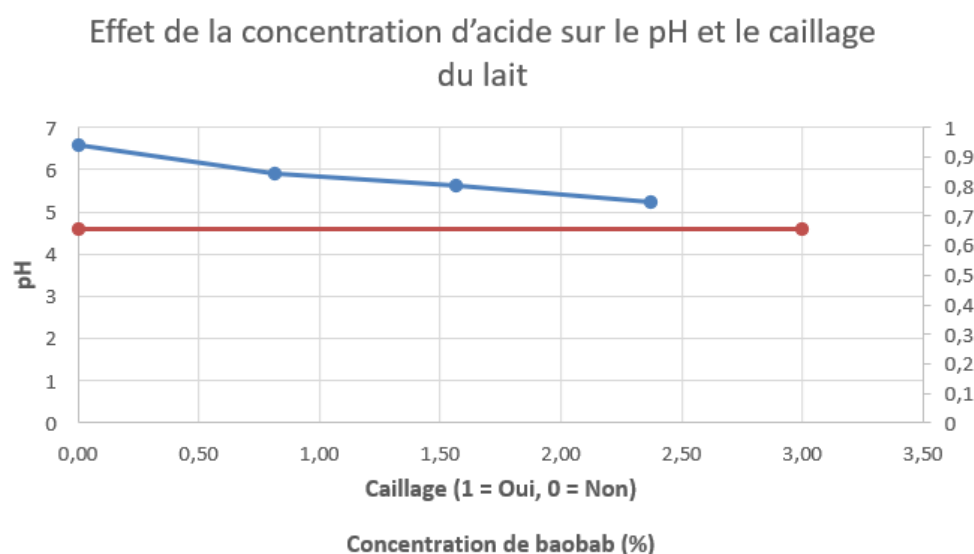


Figure 34: Évolution du pH en fonction de la concentration en pulpe de baobab (bleu) et point isoélectrique du lait (rouge)

2.2. Matière sèche

Détermination du temps de séchage du millet

Après cuisson à la vapeur, nous avons suivi l'évolution de l'humidité en fonction du temps. Le point A sur notre graphique représente le taux d'humidité initial immédiatement après la cuisson qui est de 38,08%.

On observe une vitesse de séchage variable. Au début du processus, la pente de la courbe est abrupte, signifiant une perte d'humidité rapide. Cette phase initiale de séchage rapide dure environ 60 minutes. Passé ce délai, le taux de séchage ralentit considérablement.

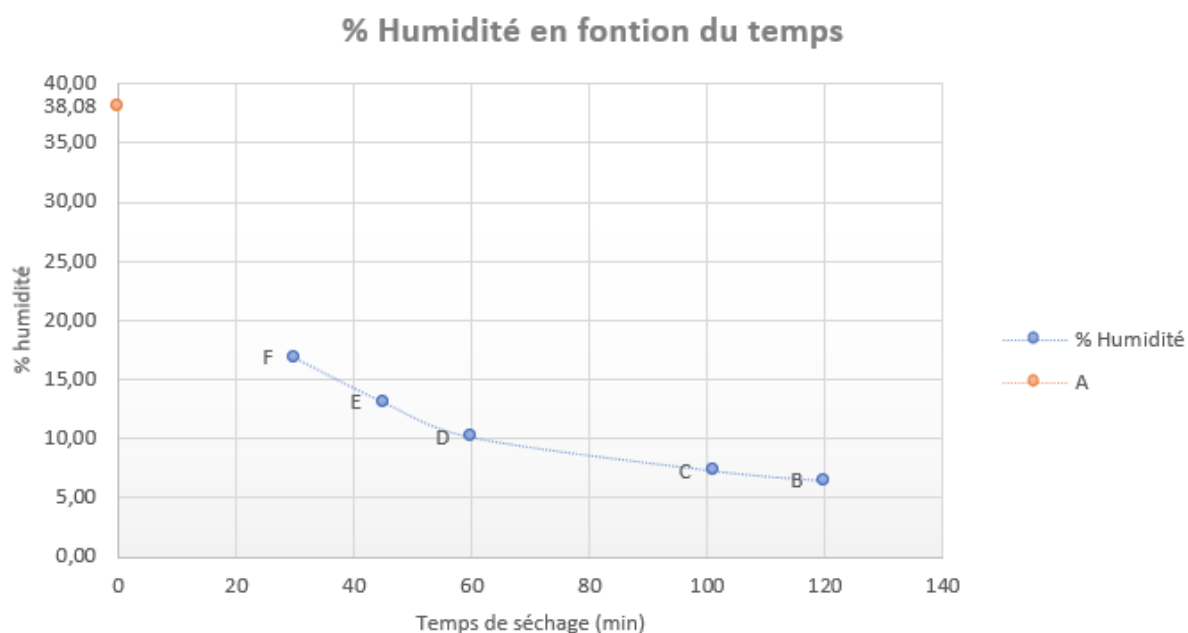


Figure 35: évolution du taux d'humidité en fonction du temps de séchage

Notre objectif étant d'atteindre un taux d'humidité résiduelle inférieur de 6%, considéré comme optimal pour la stabilité et donc conservation du produit. Nos données montrent qu'après 120 minutes de séchage, ce seuil est atteint de manière fiable. Par conséquent, nous fixons le temps de séchage à 120 minutes pour garantir un résultat constant et optimal.

Analyse de la matière sèche des autres ingrédients

L'analyse de la teneur en matière sèche des différents ingrédients révèle les taux d'humidité suivants:

- **Chanvre et pavot** : Les taux d'humidité mesurés sont conformes aux spécifications des fiches techniques.
- **Dattes** : La teneur en eau est conforme aux spécifications de la fiche technique.

Tableau 15: teneur en eau des ingrédients

Humidité	Chanvre ¹⁷	Pavot	Amandes grillées	Dattes	Baobab
Moyenne (%)	4,33	7,47	0,38	7,90	12,55
Ecart-type	0,04	0,02	0,04	0,05	0,90
Référence (valeur maximale en %)	< 8	< 8 à 10	NA	< 8	NA

Bien qu'il n'existe pas de valeurs de référence établies pour les éclats, les taux d'humidité observés sont similaires à ceux généralement constatés dans des produits secs analogues. La teneur en eau

¹⁷ Source : https://www.agrobio-bretagne.org/voy_content/uploads/2023/02/Web_8-CHANVRE.pdf

des amandes, inférieure aux spécifications de la fiche technique, peut être attribuée au processus de cuisson au four, qui induit une perte d'humidité.

2.3. Mesure de l' a_w

Les données du tableau indiquent une augmentation modérée mais notable de l'activité de l'eau (a_w) pour les deux ingrédients au cours de la période d'observation (4 semaines). L'augmentation de 0,007 pour les éclats de baobab représente une variation relative de 1,5%, tandis que l'augmentation de 0,032 pour le produit fini correspond à une variation plus substantielle de 8,8%.

L'augmentation de l'activité de l'eau, particulièrement pour le produit fini, suggère une évolution des propriétés hygrométriques pouvant résulter de phénomènes de migration et d'équilibre d'humidité entre les différents ingrédients.

En termes de stabilité microbiologique, l' a_w des deux échantillons demeure **inférieure à 0,60** à J30. Cette valeur seuil est généralement considérée comme un facteur limitant le risque de prolifération microbienne, assurant ainsi une bonne conservation des produits.

La faible a_w du produit fini se situe dans la plage de 0,20 à 0,40. Cette plage est souvent associée à une bonne stabilité à l'oxydation des lipides comme expliquer à la section 2 du chapitre 3. La faible a_w du produit fini pourrait donc contribuer à prévenir le rancissement et à prolonger sa durée de conservation.

Tableau 16: Niveau de l' a_w des produits analysés

Ingrédient	a_w (J0) ¹⁸	a_w (témoin - J30)	Variation
Éclats de baobab	0,461	0,468	+ 0,007
Produit fini	0,364	0,396	+ 0,032

2.4. Matière grasse

L'extraction des lipides dont les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous donnent un taux moyen de 13,6% de MG dans le produit fini.

Tableau 17: Contenu en matière grasse du produit fini

Échantillon	T0	T1	T2	Amb30	Moyenne
% MG	13,87 ±0,24	12,49 ±0,45	13,00 ±0,77	15,04 ±0,77	13,60 ± 0,86

2.5. Indice acide et indice peroxyde

Bien que l'analyse de l'IP et de l'IA révèle une stabilité relative à température ambiante, les valeurs initiales obtenues (*cf. Annexe II*) ne permettent pas une interprétation pertinente des

¹⁸ Moyenne des essais

données. En effet, les valeurs mesurées à J0 s'avèrent anormalement élevées, atteignant respectivement 8,77 % pour l'IA et 102,39 méq O₂/kg pour l'IP.

Tableau 18: Valeurs de références des MP

Indicateur	Amandes ¹⁹	Graines de pavot ²⁰
Indice peroxyde (meq O ₂ /kg)	< 5,0	0,44 à 3
Acides gras libres	< 1,5%	0,06-0,51

S'il n'existe pas de valeurs de référence (critères d'acceptation) spécifiques pour de tels produits alimentaires, on peut s'accorder sur le fait que ces résultats sont particulièrement élevés en comparaison des limites acceptées pour certaines matières premières (*cf. tableau 17*).

Les tests de dégustation n'ayant pas laissé apparaître d'odeur rance ni de variations après 4 semaines de conservation à température ambiante, nos hypothèses pour ces valeurs élevées sont :

- **La richesse en composés naturellement oxydants** du produit: la présence d'acides gras polyinsaturés en concentrations élevées dans les oléagineux choisis.
- **Les conditions de transformation** : l'impact du grillage des amandes qui modifie la microstructure cellulaire en provoquant la rupture des oléosomes et l'endommagement du réseau membranaire, exposant davantage l'huile à l'oxygène environnemental (Huang, 2014).
- **Les conditions d'analyse** : la complexité de la matrice alimentaire étudiée pourrait nécessiter une meilleure adaptation du protocole analytique. Les conditions ci-après ont certaines un effet non quantifiable sur les valeurs obtenues.
 - **La surchauffe pendant le broyage de l'échantillon,**
 - **L'exposition à la lumière durant l'extraction,**
 - **La durée l'extraction longue** : manipulation répartie sur 2 jours,
 - **La méthode d'évaporation du solvant d'extraction.**

3. ANALYSE MICROBIOLOGIQUES

Tableau 19: Résultats des analyses microbiologiques

	Germes totaux	Entérobactéries	E. Coli	Levures et moisissures
T0	3,3 10 ⁵ UFC/g	1.10 ⁴ UFC/g	<10 ² UFC/g	6.10 ² UFC/g
T30	5,3.10 ⁵ UFC/g	2.10 ⁴ UFC/g	<10 ² UFC/g	5.10 ² UFC/g

¹⁹ Amandes: (Huang, 2014)

²⁰ Pavot : (Dedebas, 2024) - (Ghafoor et al., 2019) - (Ozcan & Atalay, 2025)

Les résultats obtenus à partir d'un échantillonnage unique limitent l'interprétation de leur conformité vis-à-vis des seuils réglementaires luxembourgeois. Ces données constituent néanmoins des points de repère pertinents pour évaluer la qualité microbiologique du produit.

La numération obtenue pour la flore totale demeure conforme aux recommandations établies, bien qu'elle révèle des valeurs relativement élevées. Cette charge microbienne suggère une contamination d'origine céréalière initial, suffisamment importante pour ne pas être détruite par le traitement à la vapeur.

Au regard des valeurs de l'*aw*, mesurées, les variations observées entre J0 et J30 s'expliqueraient davantage par une hétérogénéité entre les échantillons du lot analysés que par une prolifération microbienne au sein du produit.

Ces résultats indiquent l'importance de la maîtrise de l'origine des MP pour la sécurité du produit fini.

4. TEXTUROMÉTRIE

Les résultats obtenus à cette analyse sont non exploitables. En effet, L'évaluation comparative a révélé des difficultés significatives liées à l'adaptation des protocoles de préparation. Le produit évalué et son témoin, normalement consommé à température ambiante ou froide, ont tous deux nécessités une adaptation pour permettre une mesure et une comparaison.

Lors de la première mesure, malgré l'adaptation du protocole de préparation du témoin, notre produit présentait une viscosité significativement supérieure à celle du référentiel. Cette différence de comportement rhéologique compromettait la validité de la comparaison, les propriétés texturales influençant directement la perception gustative et la libération des arômes.

Une modification de la quantité d'eau incorporée a été effectuée pour la seconde mesure. Cependant, cette correction s'est avérée excessive, conduisant à un produit dont la viscosité était désormais insuffisante par rapport au témoin de référence choisi.

5. ANALYSE HÉDONIQUE

Sur les 23 questionnaires reçu 21 réponses ont été reçues ce qui équivaut à 42 évaluations. Il en ressort :

- 11 testeurs sont de sexe masculin et 10 de sexe féminin.
- l'âge moyen est de 31 ans, avec une distribution allant de 19 à 59 ans.
- 31 évaluations s'estiment satisfait avec une préférence pour la version lactée .

La satiété est observée pour 21 évaluations avec une différence inter sexe. En effet la totalité des testeurs de sexe féminins trouvent la portion correcte ou trop copieuse comme l'indique le tableau 20.

Tableau 20: évaluation sensorielle

Evaluation	Gout	Texture	Odeur
2	4	0	6
3	5	15	9
4	27	17	21
5	6	10	6
Total réponses	42	42	42

Tableau 21: évaluation de la satiété

Étiquettes de lignes	Vraiment pas assez	Pas assez	Juste assez	Trop	Vraiment trop	Total général
F		1	11	1	4	17
M	1	13	4	2		20
Total général	1	14	15	3	4	37

6. RESPECT DU CAHIER DES CHARGES

6.1. Sécurité

La qualité microbiologique du produit est inférieure aux références citées dans la réglementation luxembourgeoise.

6.2. Santé

Valeurs nutritionnelles obtenus

Les valeurs nutritionnelles obtenues en termes de macronutriments et de micronutriments se présentent comme suit :

Tableau 22 : Déclaration nutritionnelle finale

DÉCLARATION NUTRITIONNELLE			
	Par 100g	Par portion (51g)	% ANR*
Énergie kJ / kCal	1741 / 414	888 / 211	20.7%
Lipides	14 g	7 g	18.6%
dont acides gras	1.6 g	0.8 g	8.1%
Glucides	55 g	28 g	21.1%
dont sucres	13 g	6.6 g	14.5%
Protéines	13 g	6.6 g	26.2%
Fibres	7 g	3.6 g	24.2%
Sel	0.4 g	0.2 g	6.6%
Magnésium	145 mg	73 mg	41.5%
Fer	4 mg	2 mg	46.6%
Zinc	3 mg	1mg	24.7%
Phosphore	337 mg	170 mg	42.1%
Calcium	185 mg	93 mg	19.4%

Les valeurs nutritionnelles en termes de micronutriments (minéraux) ont été calculées sur base des informations nutritionnelles obtenues via la table de composition nutritionnelle des aliments CIQUAL (ANSES, 2020) et la table de composition alimentaire de la FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest (Vincent, A. et al., 2020). Les résultats obtenus se présentent comme suit :

Tableau 23 : Résultats des AJR du produit (basés sur recommandations pour les hommes)

Micronutriments (mg)			
	Par 100 g	% d'AJR	Interprétation
Magnésium	145,1	41,5	Riche ^b
Fer	4,1	45,6	Riche ^b
Zinc	2,6	23,7	Source ^a
Phosphore	336,8	42,1	Riche ^b
Calcium	184,8	19,4	Source ^a

a : $\geq 15\%$ de l'AJR

b : $\geq 30\%$ de l'AJR

Les objectifs nutritionnels de départ ont été respecté et respectent le CDC. Les allégations nutritionnelles « source de protéines », « riche en fibres » et même concernant les minéraux présentés dans le tableau ci-dessus, pourront être déclarés sur l'emballage produit.

RÉSULTAT DU NUTRI-SCORE

Le résultat du Nutri-Score obtenu via la plateforme YouMeal est le score A, qui respecte de CDC. Il sera donc déclaré comme tel sur l’emballage du produit :



Figure 36 : Nutri-Score "A"

Avant la mise sur le marché les conditions telles que l’obtention de la licence auprès de Santé Publique France et la notification du produit commercialisé devront être respectée.

6.3. Satisfaction

L’analyse des résultats du test de faisabilité montre une acceptation globale majoritairement satisfaisante produit par les testeurs comme le montre la figure ci-dessous qui représente l’évaluation de la satisfaction selon les habitudes de consommation des répondants (consommation habituelle de porridge ou non).

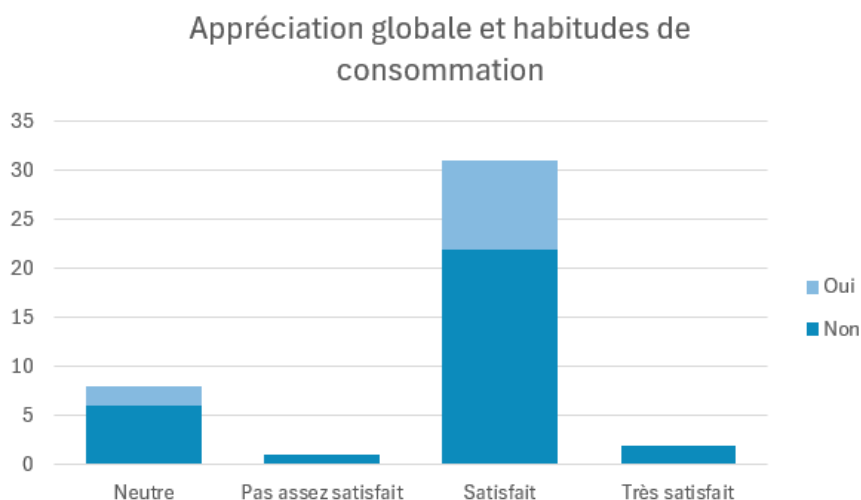


Figure 37: Appréciation globale du produit et habitude de consommation

Tableau 24: Intention d'achat et habitude de consommation

Consommation habituelle de produits similaires	Intention d'achat				Total général
	Non	Oui	Peut-être		
Non	7	12	12		31
Oui	2	7	2		11
Total général	9	19	14		42

6.4. Service

Le temps de préparation, jugé satisfaisant pour 39 échantillons évalués a été de 7 minutes pour 28 évaluations comme le montre les graphes 38.

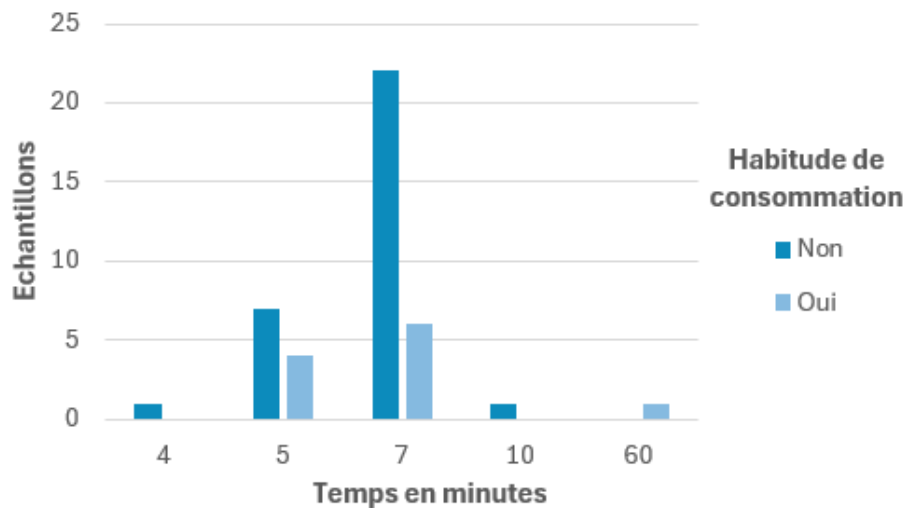


Figure 38: Appréciation du temps nécessaire à la reconstitution

Fiche produit et informations sur l'étiquetage

Les présentes informations se basent sur le Règlement (UE) N°1169/2011 des consommateurs sur les denrées alimentaires.

6.5. Société

L'engagement sociétale de l'entreprise se fait par le choix d'un emballage recyclable. Par ailleurs, elle s'investit dans la sensibilisation à une alimentation équilibrée, à travers des exemples concrets de recettes, par les différents canaux de communication choisis dans le BMC.

CHAPITRE VII : PRODUCTION INDUSTRIELLE

Dans le cadre de ce chapitre, nous procéderons à l'identification et à la description détaillée de **l'appareillage industriel nécessaire au processus de fabrication**. Cette analyse couvrira l'ensemble des équipements requis pour assurer la transformation des MP au produit fini, depuis les opérations de réception et de stockage jusqu'aux étapes finales de conditionnement et d'emballage.

Cette approche nous permet de nous projeter sur les besoins technologiques adaptés à une structure de production à grand volume.

5. APPROVISIONNEMENT ET PRÉTRAITEMENT

La réception et le stockage des matières premières nécessite l'aménagement d'une zone de stockage sécurisée, répondant aux exigences légales et réglementaires de stockage afin de préserver l'intégrité des ingrédients notamment en termes de conditions de température et d'humidité appropriées, de séparation cru-cuit, d'application FIFO/FEFO et de traçabilité.

6. LIGNE DE TRANSFORMATION

Les opérations de cuisson vapeur tout comme ceux de grillage requièrent l'utilisation d'un four. Il doit peut-être compléter par des accessoires spécialisés comprenant des bacs en acier inoxydable dotés d'un maillage inférieur à 2 mm (taille des grains de millet) afin d'assurer une cuisson homogène.

Pour les différentes transformations citées dans le diagramme, la production industrielle nécessite :

Un four à convection pour les processus de cuisson, un tunnel de refroidissement pour l'après traitement des amandes et du baobab.

Le traitement du millet nécessitera également un cuiseur vapeur industriel et un séchoir à lit fluidisé.

Les différentes zones d'opérations sont connectées par des convoyeurs.



Figure 39: Cuiseur vapeur industrielle et séchoir industriel ²¹

Dans les sections dédiées à chaque traitement, nous proposons des alternatives plus adaptées à une petite entreprise à production artisanale.

Traitement du millet

Alternatives pour une entreprise débutante avec une production artisanale²².

Machine	Bain marie	Four de cuisson	Séchoir	Broyeur à cylindre
Marque	Gastro-Hero		Klarstein	Vevor
Capacité	36 à 50 litres Thermostat 30 à 90 °C	20 lignes de cuisson	20 à 24 étagères Température : 30 à 90°C Minuteur	Capacité 100 kg/h 1400 tr/min Granulométrie min. 1mm (maillage réglable)
Image				

²¹ <https://www.directindustry.fr/>

²² <https://fr.gastro-hero.be/>

Traitement de la pulpe de baobab

Pour le traitement de la pulpe de baobab les appareils nécessaires comprennent le même four qu'à l'étape précédente.

Machine	Un pétrisseur
Capacité	20 L Mélangeur-pétrisseur
Image	

Traitement des amandes

Le processus de torréfaction des amandes utilise le même four qu'à l'étape précédente.

7. ASSEMBLAGE ET FINITION

Dans une grande production, le mélange final pourrait être effectué par le système dry-bulk-mix qui associe un mélangeur à palette (70 à 2500l), plus adapté vu la fragilité des certains ingrédients. Il peut être associé à un dosage vibrant qui aboutissent sur des big bag de conservation interne. Avant un éventuel reconditionnement.



Figure 40: système DryBulk-Mix®²³



Figure 41 : Mélangeurs à palette et tamis vibrant²⁴

8. CONDITIONNEMENT ET EXPÉDITION

Emballage primaire

Pour le conditionnement de denrées fragiles, la ligne de packaging être idéalement associée avec une doseuse pondérale multitêtes, capable de réaliser entre 10 et 15 pesées par minute, précédant une ensacheuse à soudure thermique. La technologie "Form, Fill & Seal" (FFS) utilisée par de tel appareils permettent de conditionner divers produits, notamment des poudres, dans des sachets plastiques hermétiquement scellés. Cette solution offre un processus d'emballage continu et efficace.

Pour garantir l'intégrité de l'emballage, les produits ne doivent pas être abrasifs ou tranchants pour le film plastique.

²³ <https://www.palamaticprocess.com/process-lines/mixing-line-for-fragile-ingredients-drybulk-mix>

²⁴ <https://www.palamaticprocess.com>



Figure 42: appareil VFFS²⁵

Caractéristiques de la Technologie :

- **Ensacheuse Verticale Form-Fill-Seal (VFFS):** Optimisée pour le conditionnement de produits secs en vrac, cette technologie permet la formation du manchon, le dosage/remplissage, ainsi que les soudures longitudinales et transversales. Elle est capable de traiter des cadences de 10 à 150 sachets par minute, selon le format, variant de quelques centimètres cubes à plusieurs litres.
- **Soudure par Barres Chauffantes:** A une cadence maximale de 65 sachets par minute.

Emballage secondaire et tertiaire :

En complément de l'emballage primaire, la chaîne de production peut être entièrement automatisée par l'intégration d'une encartonneuse automatique de type wrap-around adaptée au format présentoir, suivit du groupage des produits avant leur suremballage pour stockage tertiaire.



²⁵ <https://www.kronen.eu/en/solutions/packaging-machine-mini>

CHAPITRE VIII : PACKAGING

1. DÉVELOPPEMENT PACKAGING

1.1. Analyse globale de la demande d'emballage

ÉTAT DES LIEUX DE L'EXISTANT – RECHERCHE COMPARATIVE

Divers emballages sont utilisés pour ce groupe de produits: les céréales chaudes (porridge d'avoine, Cerelac®, etc.), les céréales prêtes à consommer (ex. céréales PDJ, muesli, granolas, etc.). Les packagings de trois des concurrents du produit seront développés. Traditionnellement, les packagings utilisés pour les porridges et céréales chaudes sont des packagings contenant plusieurs portions, donc des emballages multi-usages / (réutilisable). L'idée principale du produit développé est d'avoir un emballage à usage unique (unitaire) pour privilégier la praticité pour le consommateur.

Les types d'emballage ci-dessous ont été répertoriés sur base de recherches dans la littérature et non pas des informations venant des producteurs ou de leurs fournisseurs.

Tableau 25 : Comparaison des packagings concurrents

Marque	Type d'emballage	Limites	Points forts	Positionnement
Prozis 	Pot en carton avec revêtement en PET (polyéthylène téréphtalate) ou Carton avec revêtement en PET et PP (polypropylène). Structure : Encre/papier/PET/PP	▪ Emballages multicouches ▪ Recyclable uniquement via des unités spécialisées ▪ Quantité limitée lors du transport (espace vide)	▪ Bon support informatif (promotion, informations obligatoires) ▪ Transport facile pour le consommateur ▪ 3 en 1 : transport, informations, consommation	▪ Design de la marque: Coloré, pimpant ▪ Distribution: E-commerce (lots de 4 pots) ▪ Éco-conception: Peu d'emphase sur les objectifs écologiques dans l'image de marque ▪ Stratégie concurrentielle: Même produit proposé en différentes tailles pour s'adapter aux profils et habitudes des consommateurs
Quaker 	Papier avec revêtement en PVDC et polyéthylène. Structure: Encre/papier souple/ PVDC/polyéthylène	▪ Emballages multicouches ▪ Séparation des matériaux plus difficile	▪ Transport facile pour le consommateur. Pratique pour l'utilisation "on the go"	▪ Design de la marque: Traditionnel, couleurs simples ▪ Distribution: E-commerce, magasins

		▪ Tri avec les déchets domestiques par les consommateurs	▪ Utilisation pratique : Possibilité de mesurer parfaitement le liquide requis	▪ Éco-conception: Emballage multi-usages, monocouche ▪ Stratégie concurrentielle: Proposer le même produit en différentes formes pour s'adapter aux profils et habitudes des consommateurs
Iswari 	Doypack en LDPE (Low-density polyethylene) Structure: Encre/LDPE	▪ Taux de recyclage plus faible que d'autres plastiques ▪ Production est énergivore (extraction de l'éthylène)	▪ Emballages multi-usages, monocouche ▪ Bon support informatif (promotion, informations obligatoires) ▪ Utilisation familiale	▪ Design de la marque: Couleurs harmonieuses ▪ Distribution: E-commerce, magasin ▪ Éco-conception: Emballage multi-usages, monocouche ▪ Stratégie concurrentielle: "Eveil du bouddha" = aspect d'éveil, nutritif
Intégra Flex® 	Partie intérieure : Papier avec revêtement en PVDC et polyéthylène. Structure: Papier souple/ PVDC/polyéthylène Partie extérieure : carton plat Structure : Encre/papier	▪ Surpackaging en utilisation individuelle ▪ Emballages multicouches ▪ Séparation des matériaux plus difficile ▪ Tri avec les déchets domestiques par les consommateurs	▪ Emballage innovant : Packaging plat qui se transforme en "pot" ▪ Pratique pour l'utilisation "on the go" ▪ 3 en 1 : transport, informations, consommation	/

En ce qui concerne le design du packaging, les emballages des marques Iswari et Quaker's ont été retenus. Iswari propose un emballage attractif avec des polices amusantes, des pictogrammes clairs pour la préparation du produit et un QR code donnant accès à des recettes sur leur site web. Quaker's, quant à lui, offre des sachets individuels en papier couché qui présentent également des pictogrammes clairs pour la préparation, ainsi qu'une ligne de mesure facilitant le dosage du liquide pour le consommateur.

1.2. Cahier des charges fonctionnel de l’emballage

Le cahier des charges fonctionnel (CdCf) constitue un document fondamental lors de la conception d'emballages, car il permet de structurer et d'explicitier l'ensemble des exigences à satisfaire (Léonard, 2024). Le développement de la recherche de l’emballage adéquat est basé sur le cours de “*Moyens de production*” dispensé par le Professeur P. Léonard (2024). Pour cela, les étapes ci-dessous sont prises en compte :

1. **Description des exigences de conception** (analyse fonctionnelle).
2. **Analyse des contraintes** du matériau et élimination des matériaux non adaptés et solutions proposées.
3. **Classement des emballages** en fonction des objectifs puis sélection des matériaux adaptés.
4. Informations relatives aux **propriétés du matériau** sélectionné (avec sa fiche technique).
5. **Cycle de vie de l’emballage**

1.2.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

L’analyse fonctionnelle constitue une étape clé dans le processus de conception d’un emballage. Elle précède la rédaction du Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) et permet d’identifier de manière rigoureuse l’ensemble des besoins auxquels l’emballage doit répondre. Cette démarche, méthodique et pluridisciplinaire, vise à définir les fonctions attendues de l’emballage en lien avec les différents acteurs impliqués : utilisateurs finaux, services marketing, équipes de production, logistique, ou encore distributeurs (Léonard, 2024).

Cette analyse se distingue notamment par la **formulation non négative** de chaque fonction, rédigée en termes d’**action**, et exclut toute référence aux coûts. Les fonctions peuvent ensuite être classées en différentes catégories; les fonctions principales (FP) et les fonctions secondaires (FC, FU et FE) :

- 5.1. **Fonctions principales (FP)** : justifient l’existence même du produit ou de l’emballage.
- 5.2. **Fonctions contraintes (FC)** : traduisent les exigences liées à l’environnement ou aux réglementations.
- 5.3. **Fonctions d’usage (FU)** : répondent aux besoins pratiques de l’utilisateur.
- 5.4. **Fonctions d’estime (FE)** : relèvent de la perception et de l’attractivité du produit par le consommateur.

La présentation de ces fonctions ne reflète pas leur niveau d'importance relative.

F	Catégorie de fonctions		Fonction attendue	Critère d'évaluation
FP	Contenance		Contenir une portion de préparation instantanée (~50g).	/
FC	Protection	Protection mécanique	Protéger le produit contre les chocs pendant le transport.	Résistance aux chutes
		Protection complémentaire	Résister à une perforation ou à un vol.	Résistance à la perforation
		Protection chimique/microbiologique	Protéger le produit contre l'oxygène, l'humidité, les gaz nuisibles, la lumière.	Transmission à l'oxygène (OTR), perméabilité à l'eau
	Logistique	Distribution	Être stable en rayon	Stabilité sur étagère inclinée
		Transport	Optimiser les étapes de transport.	Espace optimisé Stabilisation des emballages secondaire /tertiaire
		Stockage	Optimiser l'espace de stockage.	Volume perdu (vide/plein)
		Traçabilité	Intégrer des infos lisibles (lot, DDM, etc.).	Lisibilité, position des codes
		Conditionnement	Faciliter les opérations de mise en forme et de remplissage de l'emballage.	Standardisation Temps de conditionnement Automatisation
		Éco-conception	Respecter au mieux les 10R : ✓ Réfléchir aux impacts environnementaux et au gaspillage. ✓ Retirer l'inutile quand c'est possible. ✓ Réduire et maximiser le contenu (primaire, secondaire et tertiaire). ✓ Réutiliser les emballages ménagers et industriels, Être re-remplissable (consigné). ✓ Recycler les matériaux et/ou utiliser des matériaux recyclés. ✓ Récupérer l'énergie potentielle et valoriser la fin de vie. ✓ Reconsidérer les matériaux et/ou les énergies renouvelables. ✓ Réétudier le packaging pour optimiser l'utilisation. ✓ Relativiser les impacts directs sur l'ACV (Analyse de Cycle de Vie) selon le choix. ✓ Rendre confiance en informant l'utilisateur	
		Fin de vie	Être facilement recyclable.	Compatibilité avec la filière de tri
FE	Marketing	Fonction marketing	Attirer l'attention en rayon.	Temps d'attention visuel en test consommateur
		Esthétique/design	Être en accord avec l'image de marque.	Feedback test consommateur
FU	Utilisation du produit	Réglementation	Respecter la réglementation INCO.	Présence des mentions obligatoires
		Fonction d'usage	Être facile à ouvrir et refermer.	Test utilisateur, force d'ouverture mesurée
		Portion/dosage	Permettre un portionnage adapté.	Présence de marquage, volume par unité

Compréhension de la demande

Face à la prise de conscience écologique croissante, un nouveau profil d'acheteur émerge : le consommateur écoresponsable, pilier essentiel du développement durable (Binner & Robert, 2008; Eric Lombardot & Ophélie Mugel, 2025). Cet acheteur considère les dimensions éthiques, sociales et environnementales dans ses décisions d'achat, dépassant la simple évaluation qualité-prix. D'après Roberts (1995), ce consommateur privilégie des produits et services jugés bénéfiques (ou moins nocifs) pour l'environnement, reflétant ainsi ses préoccupations sociétales.

Selon Heilbrunn (2020), l'identité du consommateur écoresponsable se construit à travers ses habitudes d'acquisition, d'utilisation et d'élimination des produits; ce dernier précise aussi que la consommation sert de **vecteur d'expression et de construction de l'identité**, permettant aux individus de se raconter, se distinguer et se réapproprier la culture matérielle à travers leurs choix. Cette tendance est particulièrement marquée chez les jeunes générations et les consommateurs bien informés (Gonzalez et al., 2009).

Les éléments déterminants du comportement se distinguent en deux types de facteurs qui s'entremêlent (Ertz et al., 2016):

- **Aspects individuels** : La sensibilité environnementale joue un rôle clé dans l'adoption de comportements pro-environnementaux. Elle dépend du niveau d'information, des convictions personnelles et de la perception de l'impact des actions individuelles sur l'environnement (Klöckner, 2025; Pagiaslis & Krontalis, 2014). Des valeurs personnelles fortes et un sentiment de responsabilité morale constituent des leviers puissants pour un engagement durable (Steg et al., 2014).
- **Aspects environnementaux** : L'environnement externe influence ces comportements à travers l'accessibilité et les caractéristiques des produits écologiques, les infrastructures disponibles, la législation, ainsi que les ressources perçues en temps, en argent et en capacité d'action (Ertz et al., 2016; Giannelloni, 1998; Steg & Vlek, 2009). Ces facteurs, en facilitant ou limitant les choix, orientent donc les consommateurs à naturellement se tourner vers les options offrant le meilleur rapport bénéfices/coûts en termes d'effort, de temps et de ressources (Ajzen, 1991).

L'objectif serait donc que l'emballage présente le même positionnement que le produit en lui-même et l'image de marque. Il se doit de répondre à la demande des consommateurs ciblés en respectant leurs préoccupations, tout en respectant le CdCf au maximum des capacités de l'entreprise.

Le produit se positionne **entre le milieu et le haut de gamme** sur le marché. Ce positionnement est justifié plus amplement dans la section STRATÉGIE MARKETING de ce document.

La valeur ajoutée du produit en termes de d'emballage réside dans :

- Sa **dimension pédagogique** fournit des informations transparentes sur l'origine des ingrédients et un mode d'emploi intuitif.
- Son rôle d'**allié pour les matins pressés**.
- Sa **naturalité** et son "clean label", en faisant un choix de confiance.
- Sa **praticité** : de l'ouverture en passant par le service et l'ajout d'un liquide à la préparation, en moins de 10 minutes.

1.2.2. ANALYSE DES CONTRAINTES ET ÉLIMINATION DES MATÉRIAUX INADÉQUATS

Plusieurs matériaux existants peuvent être intéressants pour le type de produit développé. En effet, en se basant sur le choix des matériaux des concurrents et de l'analyse fonctionnelle, il est évident que certains types de matériaux ne sont pas adaptés au produit, dû à leurs caractéristiques limites. Notamment les matériaux tels que :

- **Verres** : matériau peu utilisé dans la distribution pour des céréales chaudes pour le PDJ; fragile; lourd.
- **Métaux** (acier, aluminium, etc.) : matériau peu utilisé dans la distribution pour des céréales chaudes pour le petit déjeuner; lourd.

Les familles de matériaux pouvant être considérés pour le produit développé sont :

- **Papiers et cartons**
 - Papier (recyclé, Kraft, couché PE, etc.) : matériau très utilisé en emballage primaire dans la distribution pour des céréales chaudes pour le PDJ; léger ; souple.
 - Carton (plat, ondulé, etc.) : matériau très utilisé en emballage secondaire dans la distribution pour des céréales chaudes pour le PDJ; léger ; versatile.
- **Matières plastiques**
 - Matières plastiques ...
 - Matières plastiques biodégradables (ou compostables).
- **Matières végétales**
 - Bois, fibres, bagasse de canne à sucre, palme (feuilles de palmiers), bananier (feuilles de bananier) : alternatives innovantes aux matériaux connus.

1.2.3. CLASSEMENT DES EMBALLAGES ET SÉLECTION DES MATÉRIAUX ADAPTÉS

Matières plastiques

Selon le Règlement (UE) no 10/2011 concernant les matériaux objets en matière plastique destinés au contact alimentaire, le terme *matière plastique* est “un polymère auquel des additifs ou d'autres substances ont pu être ajoutés, capable de servir de principal composant structurel de matériaux et d'objets finaux.” D'autres matériaux pouvant être utilisés pour l'emballage sont :

- Les *matériaux et objets en matière plastique multicouches*, définis comme des “matériaux et objets composés de deux ou plusieurs couches de matière plastique”;
- Les *matériaux et objets multimatériaux multicouches*, définis comme des “matériaux et objets composés de deux ou plusieurs couches de matériaux de nature différente, dont au moins une couche en matière plastique.”

L'utilisation répandue des plastiques dans l'emballage alimentaire et les équipements de transformation s'explique par plusieurs avantages (Kirwan et al., 2011):

- leur malléabilité et fluidité sous certaines conditions, permettant la création de diverses formes et structures
- leur inertie chimique générale, malgré une perméabilité variable
- leur rapport coût-efficacité adapté aux exigences du marché
- leur faible poids
- leur diversité d'options.

Selon Plastics Europe²⁶, l'emballage représente près de 40% de toute l'utilisation du plastique en Europe, ce qui en fait le secteur dominant pour la consommation de plastique. De plus, environ 50% de tous les aliments en Europe est emballée avec des matériaux plastiques (Kirwan et al., 2011).

Pour les emballages alimentaires, les propriétés fonctionnelles essentielles comprennent la résistance mécanique, l'imperméabilité aux gaz et à la vapeur d'eau, la capacité de thermoscellage, la résistance thermique et la transparence. Le processus de transformation du plastique pendant la fabrication (film, feuille, contenant, etc.) influence également significativement les caractéristiques finales de l'emballage (Kirwan et al., 2011).

Il existe plusieurs familles de matières plastiques, dont celles souvent utilisées pour la formation de films à destination de produits sec pour des céréales, snacks, biscuits, etc.

Product	LDPE	OPP	OPP (metallised)	OPP (coated)	Laminate (no Al)	Laminate (+ Al)	Package type
Fresh bread	***	***	0	0	0	0	HFF
Longlife bread	0	0	*	*(MAP)	** (MAP)	** (MAP)	HFF
Snacks/crisps (chips)	0	*	***	***	**	***	VFF
Biscuits	0	0	**	***	**	***	HFF
Nuts	0	0	** (MAP)	*(MAP)	** (MAP)	*** (MAP)	VFF
Cooked meat	0	0	*	**	** (MAP)	*** (MAP)	Pouch
Frozen food	**	*	*	0	***	***	Various

0, not suitable; *, short life; **, medium life; ***, long life; MAP, modified atmosphere pack.

Polymer	Water vapour transmission rate (WVTR)	Gas permeability	Optics	Machine performance	Sealing
LDPE	3	4	4	4	1
Cast PP	3	4	2	4	2
OPP	2	2	2	2	2
OPP coated	1	1	1	2	1
PET	2	2	1	1	4
PVC (plasticised)	3	2	2	4	2

1, excellent; 2, very good; 3, Good; 4, Poor.

Figure 43 : Exemples de compatibilité de différents films pour l'emballage des produits mentionnés (Kirwan et al., p.197, 2011)

²⁶ <https://plasticseurope.org>

i. Le Polyéthylène à basse densité (LDPE ou Low-density Polyethylene)

Le polyéthylène (PE) est structurellement le plastique le plus simple, fabriqué par polymérisation du gaz éthylène sous haute température et pression. Ses variantes (LDPE, MDPE, HDPE) diffèrent selon les conditions de fabrication et présentent des propriétés distinctes en termes de barrière à l'humidité, résistance mécanique et thermoscellabilité. Économique et versatile, le PE s'utilise principalement pour les films souples, les sacs et comme couche d'étanchéité dans les emballages multicouches (Kirwan et al., 2011).

Le LDPE se distingue par sa flexibilité, sa bonne résistance à l'humidité et son coût abordable (Clark et al., 2014). Sa structure moléculaire ramifiée empêche un arrangement compact, contrairement au HDPE. Bien qu'il offre une protection acceptable contre la vapeur d'eau, il présente des limites face aux gaz et aux huiles. Son excellente thermoscellabilité en fait un matériau privilégié pour les films souples. Il peut être transformé par extrusion et combiné avec d'autres matériaux pour améliorer ses performances. Bien que non biodégradable, il reste recyclable dans les installations appropriées.

Intérêt de l'EVOH en combinaison avec le PE

Pour optimiser les propriétés barrières, l'EVOH (éthylène-alcool vinylique) peut être associé au PE en structure multicouche. Cette combinaison exploite les forces complémentaires des deux matériaux : l'EVOH apporte une excellente barrière aux gaz et aux odeurs, tandis que le PE, placé en couches externes, protège l'EVOH contre l'humidité tout en assurant la thermoscellabilité et une surface imprimable. Cette solution est idéale pour les emballages alimentaires nécessitant une conservation prolongée et une protection contre l'oxydation ou les transferts d'arômes. (Kirwan et al., 2011)

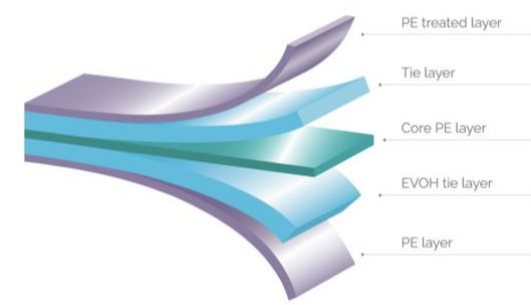


Figure 44 : Combinaison PE + EVOH (Terinex Flexibles)²⁷

ii. Le Polypropylène (PP)

Le PP est un polymère léger (densité la plus faible des plastiques courants) avec un point de fusion élevé (160°C) ((Kirwan et al., 2011). Kirwan et al. (2011) précisent qu'il est plus

²⁷ <https://terinexflexibles.com/flexible-packaging/types-films-papers/>

résistant et transparent que le polyéthylène, ce matériau polyvalent et peu coûteux offre une bonne protection contre l'humidité, les graisses et supporte le réchauffage (micro-ondes) et se décline en films souples ou contenant rigides (pots, bouteilles, barquettes).

OPP (Polypropylène Orienté)

Créé par étirage biaxial, l'OPP présente une meilleure résistance mécanique et imperméabilité. Ce matériau est transparent et idéal pour emballer les aliments secs (biscuits, confiseries, snacks) et les produits surgelés. Son thermoscellage direct est complexe mais peut être optimisé (Kirwan et al., 2011).

L'OPP peut être amélioré par diverses combinaisons :

- **Revêtements acryliques** : facilitent le thermoscellage et le passage en machine, tout en bloquant les odeurs.
- **EVOH** : crée une barrière efficace contre les gaz.
- **PVdC/métallisation** : renforcent la protection contre l'humidité et préservent les arômes.
- **Couches adhésives** : permettent d'associer des matériaux normalement incompatibles.

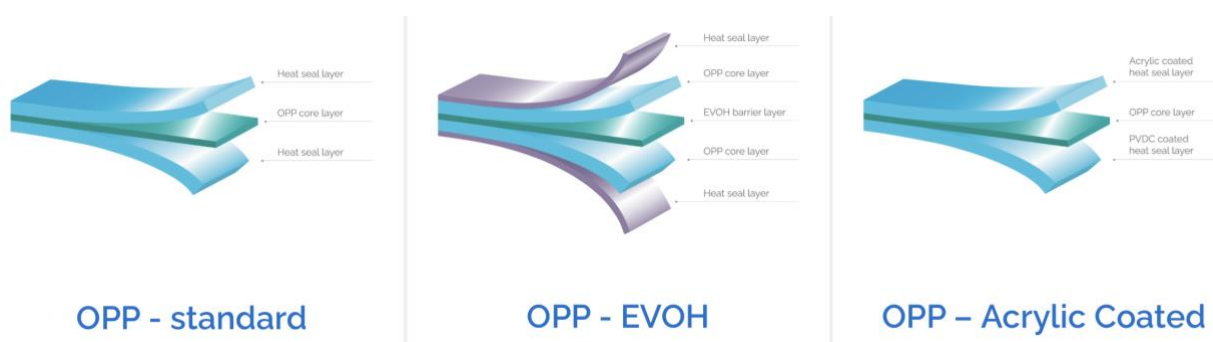


Figure 45 : Films OPP standard et combinés (Terinex Flexibles)

iii. Le Polyethylene Terephthalate (PET or PETE)

Le PET est un polyester obtenu par condensation de l'acide téréphtalique avec le glycol éthylène. Il peut être transformé en film (soufflé ou coulé), moulé (injection, soufflage), extrudé sur papier/carton ou thermoformé. Il présente une haute résistance thermique (fusion à env. 260 °C, aucune rétraction < 180 °C) et mécanique, supporte des températures extrêmes (jusqu'à -100 °C) et convient à la stérilisation vapeur, au « boil-in-bag », et à la cuisson/réchauffage au four ou micro-ondes. Il est naturellement une barrière moyenne à l'oxygène et à la vapeur d'eau (Kirwan et al., 2011).

Pour améliorer ses performances barrières et ses propriétés de scellage, le PET peut être :

- **Laminé avec PE** pour obtenir une bonne thermoscellabilité.
- **Revêtu de PVdC** pour combiner barrière aux gaz et soudabilité.

- **Métallisé à l'aluminium** pour une haute barrière à l'oxygène et à l'humidité (ex. café sous vide, bag-in-box).
- **Combiné à l'EVOH** (via couches de PE) pour une barrière aux gaz encore plus performante.
- **Enduit d'oxyde de silicium (SiO₂)** pour améliorer la barrière tout en conservant la transparence et la compatibilité micro-ondes/stérilisation.
- **Laminé avec aluminium et PP ou HDPE** pour les poches « retort » à haute résistance mécanique et anti-perforation.

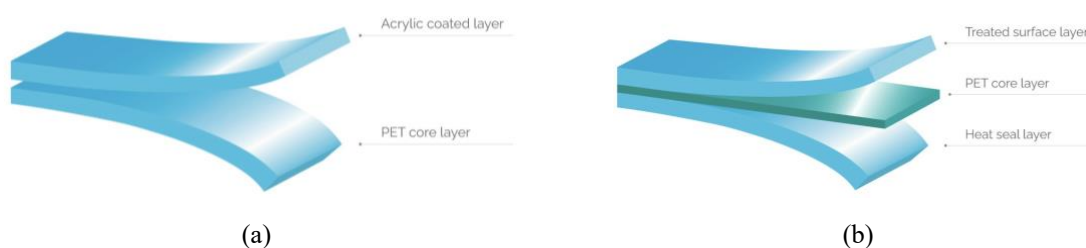


Figure 46 : Films (a) Combinaison PET + acrylique ; (b) PET thermoscellable (Terinex Flexibles)

Matières Bioplastiques

Selon Bruxelles environnement (2025), l'industrie plastique utilise aujourd'hui 6% de la production pétrolière mondiale, avec des projections alarmantes suggérant que ce chiffre pourrait tripler pour atteindre 20% d'ici 2050 si aucun changement n'intervient.

Pour répondre à ces enjeux environnementaux, les bioplastiques se positionnent comme une solution prometteuse, notamment dans le secteur de l'emballage (Bruxelles environnement (2025)).

Le terme "bio" dans "bioplastiques" couvre deux concepts différents souvent confondus :

- **Plastique biosourcé** : Concerne l'origine du matériau - fabriqué à partir de biomasse, CO₂ ou CH₄, plutôt que de pétrole.
- **Plastique biodégradable** : Définit la propriété du matériau - capacité à se décomposer naturellement en CO₂, eau et biomasse grâce aux micro-organismes.

Les matériaux compostables représentent une sous-catégorie des biodégradables. Le terme « compostable » veut dire que le matériau se décomposant en CO₂, eau et biomasse dans un temps précis et sous conditions spécifiques - soit en compostage domestique (température ambiante), soit industriel (haute température, humidité contrôlée). Ces emballages sont soumis à des certifications en Amérique du Nord, au Japon et en Europe (Fost Plus, 2024).

Cependant, ces matériaux présentent une diversité complexe : certains sont entièrement ou partiellement issus de ressources renouvelables, d'autres possèdent des propriétés de biodégradabilité, et certains combinent ces caractéristiques, avec des cas particuliers où des plastiques dérivés du pétrole peuvent être biodégradables (Brussels Environnement, 2025).

Autrement dit, ces deux caractéristiques sont indépendantes. Un plastique biodégradable n'est pas forcément biosourcé, et inversement (Fost Plus, 2024).

Selon l'avis publié par (Fost Plus, 2024), les enjeux en Belgique se présentent comme suit :

Avantage principal

Les plastiques biosourcés chimiquement identiques à leurs équivalents fossiles (PE, PP, PET, PS) sont **compatibles avec le recyclage existant**. S'ils sont acceptés dans le sac bleu PMC sous forme fossile, leur version biosourcée l'est également.

Limites et défis

- Incompatibilité avec le recyclage : les plastiques biodégradables et compostables perturbent les filières, ne sont pas acceptés dans le sac bleu PMC et subissent le tarif Point Vert le plus élevé.
- Risque de tri erroné : leur ressemblance avec les plastiques conventionnels (ex. PLA vs PET) entraîne une confusion chez les consommateurs, malgré l'étiquetage.
- Contamination des flux : au tri, ces plastiques peuvent être identifiés à tort comme un autre matériau et dégrader la qualité du recyclât.
- Impact sur les déchets sauvages : leur image "écologique" peut inciter à l'abandon dans la nature.
- Restrictions réglementaires : Les législations européennes, comme la proposition de directive PPWR²⁸ de novembre 2022, tendent à limiter les emballages biodégradables à une liste très restreinte d'applications (Verive, 2025).
- Non-acceptation dans les biodéchets : malgré l'obligation de trier les déchets alimentaires depuis le 1er janvier 2024, ils ne sont pas admis dans la plupart des collectes de déchets organiques en Belgique.

L'utilisation de bioplastiques pourrait donc être intéressante dans les années à venir. Comme le dit Mark Miodownik (ingénieur des matériaux), « *Il n'existe pas de matériau durable en soi – seulement un système durable.* » (Traduit de l'anglais.)

Papiers et cartons

Le papier et le carton représentent environ un tiers du marché de l'emballage, dont plus de 40 % de la consommation européenne est dédiée à cet usage, et plus de la moitié de cette part concerne directement l'industrie alimentaire. Ils sont utilisés depuis le XVII^e siècle, mais leur production et leur emploi se sont fortement développés à la fin du XIX^e siècle grâce à la fabrication en continu et à l'impression industrielle (Kirwan, 2011).

Aujourd'hui, ils sont présents dans presque toutes les catégories de produits alimentaires :

- Produits secs (céréales, biscuits, pain, café, sucre, farines, mélanges secs)
- Produits surgelés, réfrigérés et glaces
- Boissons et produits laitiers

²⁸ PPWR = Packaging and Packaging Waste Regulation

- Confiseries et chocolats
- Restauration rapide

Ce matériau intervient aussi bien en **emballage primaire** (au point de vente) qu'en **emballage secondaire** (stockage, transport).

Pour répondre aux exigences de conservation et de transformation, le papier/carton est souvent associé à d'autres matériaux (Kirwan, 2011) :

- **Plastiques (souvent PE)** pour apporter imperméabilité et thermoscellabilité
- **Feuille d'aluminium ou PET métallisé** pour renforcer les barrières à l'oxygène, à l'humidité et à la lumière
- **Couches thermoscellables** pour fermer l'emballage par chaleur
- **Revêtements à froid (cold seal coatings)** pour sceller sans chaleur les produits sensibles (chocolat, glaces, etc.)

Ces structures multicouches sont largement utilisées dans les machines de form/fill/seal, spécialement les machines horizontales, qui permettent de produire des sachets directement à partir du matériau en rouleau.

Le **carton plat** est un matériau largement utilisé pour l'emballage primaire. Sa matière première est la même que celle du papier : la pâte à papier (Léonard, 2024).

Les caractéristiques du carton plat se présentent comme suit (Léonard, 2024) :

Le carton plat se distingue du papier par sa fabrication et son grammage. Des couchages sont appliqués sur sa face externe pour améliorer la qualité de l'impression. Les caractéristiques essentielles à contrôler sont le grammage, l'épaisseur et surtout la rigidité dans le sens machine et sens travers. Le vernissage acrylique ou UV améliore significativement le rendu de l'impression. Il est possible d'utiliser des cartons traités contre l'humidité ou les graisses. Il offre une large surface de communication, imprimable à 100% à l'extérieur comme à l'intérieur. La base de l'emballage en carton est une matière recyclable et renouvelable, issue de forêts gérées durablement.

Le carton plat est principalement utilisé dans l'emballage primaire sous diverses formes :

- Le cartonnage pliant.
- Les boîtes montées.
- Le carton embouti.
- Les boîtes composites.
- Il est également utilisé sous forme de complexe pour la fabrication de briques et d'autres supports comme la carte blister.

Dans une optique d'éco-conception, le choix se porte sur du carton recyclé et recyclable avec certification FSC. Cette certification nécessite d'obtenir la FSC Chaîne de contrôle (CoC) selon

la norme FSC-STD-40-004, de respecter les exigences d'utilisation des marques FSC (norme FSC-STD-50-001), de soumettre chaque utilisation du logo à l'approbation de l'organisme certificateur, et d'utiliser exclusivement le générateur officiel de logos FSC. L'utilisation du logo FSC sur un packaging n'est autorisée qu'aux entreprises certifiées FSC CoC respectant les normes graphiques et procédurales sous contrôle de leur organisme de certification (Forest Stewardship Council, 2021).

Résumé et comparaisons des matériaux considérés

Figure 47 : Résumé des matériaux considérés

Matière plastique (LDPE)	Bioplastiques	Papiers couchés	Carton plat
• Impression mitigée vis-à-vis des consommateurs. • Matériau monocouche. • 100% recyclable.	• Bonne impression vis-à-vis des consommateurs. • Systèmes de recyclage non optimaux en Belgique.	• Bonne impression vis-à-vis des consommateurs. • Matériau multicouche. • Non recyclable.	• Papier recyclé et recyclable. • Certifié FSC. • Protection supplémentaire. • Deux utilisations en une.

1.2.4. PROPRIÉTÉS DU MATÉRIAU SÉLECTIONNÉ ET FICHE TECHNIQUE

En considérant la comparaison technique entre les matériaux considérés et de nos préférences personnelles, le format choisi pour le produit développé est un **sachet individuel plat en matière plastique LDPE associé à l'EVOH**.

L’objectif est d’avoir une prise en main facile, en format compact, facile à ouvrir et simple à trier, utilisé à la fois pour la protection et le transport de la DA, mais également en tant qu’outil pour mesurer directement le liquide à ajouter.

Fiche technique²⁹

Tableau 26: Fiche technique du packaging sélectionné

	PE monofilament	Carton recyclé GD2
Description	PE monofilament	Carton plat recyclé
Groupe de matériau	Film à haute barrière	Cartons
Structure	PE/EVOH/PE	/
Épaisseur / grammage	95 - 125 µm	0,59 mm / 400 g/m²
Couleur	Transparent / Blanc	Face supérieure blanche, face inférieure blanche
Surface	Mat (effet tactile) / Brillant	Face supérieure lisse, face inférieure légèrement rugueuse
Ecogestion	100% recyclable ³⁰	Matériau issu de foresterie durable, fabriqué à partir de 99% de fibres recyclées, recyclable, compostable
Barrière	EVOH (vapeur d'eau, oxygène, chimiques)	/
Utilisation	Produits solides, pâtes, poudres, liquides	Produits alimentaires
Caractéristiques supplémentaires ³¹	Souplesse pour joints d'étanchéité, moulabilité, bonne flexibilité, bonne résistance à la déchirure, bon étirement et allongement, inertie chimique, stérilisable par radiation.	Haute rigidité à la flexion, haute résistance à la déchirure
Cout	Faible	Moyen

Le fournisseur retenu pour ces deux emballages est Packaging Warehouse³². Fournisseur européen disposant d'un large choix de produits à destination des entreprises alimentaires.

1.2.5. CYCLE DE VIE DE L'EMBALLAGE PLASTIQUE

Le cycle de vie d'un plastique polyéthylène, tel que le LDPE, est un parcours qui débute avec l'extraction des MP et se termine par la gestion de sa fin de vie. Une évaluation du cycle de vie (LCA) prend en compte l'ensemble des ressources utilisées, la consommation d'énergie, ainsi que la production d'émissions et de déchets à chaque étape de ce cycle (Mori et al., 2013).

Production

Le cycle de vie commence par la production de la MP. Les résines de polyéthylène (LDPE, HDPE, etc.) sont principalement fabriquées à partir de combustibles fossiles, comme le gaz naturel et le pétrole (Franklin Associates, 2018). Cette phase de production des granulés de plastique est souvent celle qui a le plus grand impact environnemental et la plus forte consommation d'énergie, contribuant

²⁹Source : packaging-warehouse.com

³⁰Fostplus, *Guidelines Généraux D4R*, 2024

³¹Léonard, 2024

³²Source : packaging-warehouse.com

de 40 à 70 % du potentiel de réchauffement climatique total (GWP)³³ (Mori et al., 2013). Les produits polymères contiennent fréquemment des additifs (colorants, stabilisants, plastifiants, modificateurs) qui sont difficiles à retirer et qui peuvent altérer la qualité des MP secondaires (Yaroslavov et al., 2022).

Ces résines sont ensuite transformées en produits finis par divers procédés de fabrication. Pour les sachets, par exemple, le processus d'extrusion de film soufflé est couramment utilisé, où la matière plastique brute est fondue et formée en un profil continu, étirée et refroidie. D'autres méthodes incluent le moulage par soufflage pour les pièces creuses, le moulage par injection-soufflage-étirement souvent pour les bouteilles en PET, le thermoformage pour les récipients, et le moulage par injection (Franklin Associates, 2018). Les principaux intrants dans ces processus sont les granulés et l'énergie électrique, qui représente une part essentielle de l'impact environnemental global, pouvant atteindre jusqu'à 30 % pour la fabrication d'un sac LDPE (Mori et al., 2013). Le transport des MP et des produits finis vers les marchés a généralement un impact mineur, environ 2 % du GWP total pour un sac en LDPE (Mori et al., 2013).

Opération (Phase d'utilisation)

Durant la phase d'utilisation, les matériaux polymères, et en particulier les emballages, sont souvent conçus pour une durée de vie courte ou une utilisation unique (Yaroslavov et al., 2022). Pendant leur utilisation, les polymères sont exposés à différents facteurs comme la destruction, les changements chimiques, la pollution et l'usure. Ces facteurs peuvent changer considérablement leurs propriétés d'origine. (Yaroslavov et al., 2022).

Une préoccupation majeure durant cette phase est la dégradation des polymères en microplastiques, c'est-à-dire des particules de moins de 5 mm (Yaroslavov et al., 2022). Ces microplastiques peuvent être primaires ou secondaires, résultant de la décomposition de déchets plastiques plus grands comme les sacs, les bouteilles et les films d'emballage sous l'influence de forces naturelles (Yaroslavov et al., 2022).

Élimination (Fin de vie)

La fin de vie d'un matériau polymère est marquée par son recyclage, son incinération ou son enfouissement en décharge (Yaroslavov et al., 2022).

- **Recyclage :** Le recyclage vise la réutilisation des matériaux polymères pour la production de nouveaux produits (Yaroslavov et al., 2022). Cela requiert une collecte séparée et un tri minutieux des déchets plastiques selon leur composition chimique, leur usage et leur couleur. Le plastique recyclé est souvent de qualité inférieure au matériau d'origine en termes de caractéristiques, en raison de l'usure, du vieillissement et des effets répétés de la température et de la force durant le processus de recyclage, ce qui réduit les possibilités d'utilisation ciblée (Yaroslavov et al., 2022). Le recyclage des polymères modifiés est particulièrement complexe et coûteux, rendant le processus souvent non rentable (Yaroslavov et al., 2022). Yaroslavov

³³ GWP = Global Warming Potential

et al. (2022) précise qu'il est important de noter que le recyclage ne fait que retarder le problème de l'élimination des déchets ; après plusieurs cycles, le matériau peut devenir impropre à la transformation et doit être détruit. Les processus de recyclage comprennent la collecte, le tri et la séparation (par type de résine), et les opérations de reprise (déballage, broyage, lavage, séchage, extrusion, granulation (Franklin Associates, 2018). La consommation d'eau pour le recyclage du plastique est généralement inférieure à celle de la production de nombreux matériaux de substitution, et les déchets solides générés par les processus plastiques ont tendance à être moindres que ceux du papier, du carton et des métaux (Franklin Associates, 2018).

- L'incinération (ou combustion / valorisation énergétique)
- La mise en décharge (ou enfouissement) : C'est la méthode d'élimination finale pour les polymères qui ne peuvent être ni recyclés ni incinérés (Yaroslavov et al., 2022)

Impacts environnementaux généraux du PE

Dans l'ensemble, les analyses comparatives des impacts sur le cycle de vie montrent que l'emballage en plastique (y compris le polyéthylène) a souvent des impacts environnementaux moindres que les matériaux de substitution pour la même fonction (Franklin Associates, 2018). Ceci est largement dû à la légèreté des emballages en plastique (les films), ce qui signifie que des quantités significativement plus importantes de matériaux de substitution seraient nécessaires pour remplir la même fonction (Franklin Associates, 2018).

2. LES PACKAGING

Le moodboard utilisé pour illustrer l'univers de la marque et le logo accompagné de sa description sont illustrés à la section 3.1 du chapitre 2 de ce document.

Les machines et procédés de conditionnement sont repris au chapitre précédent à la section 8.

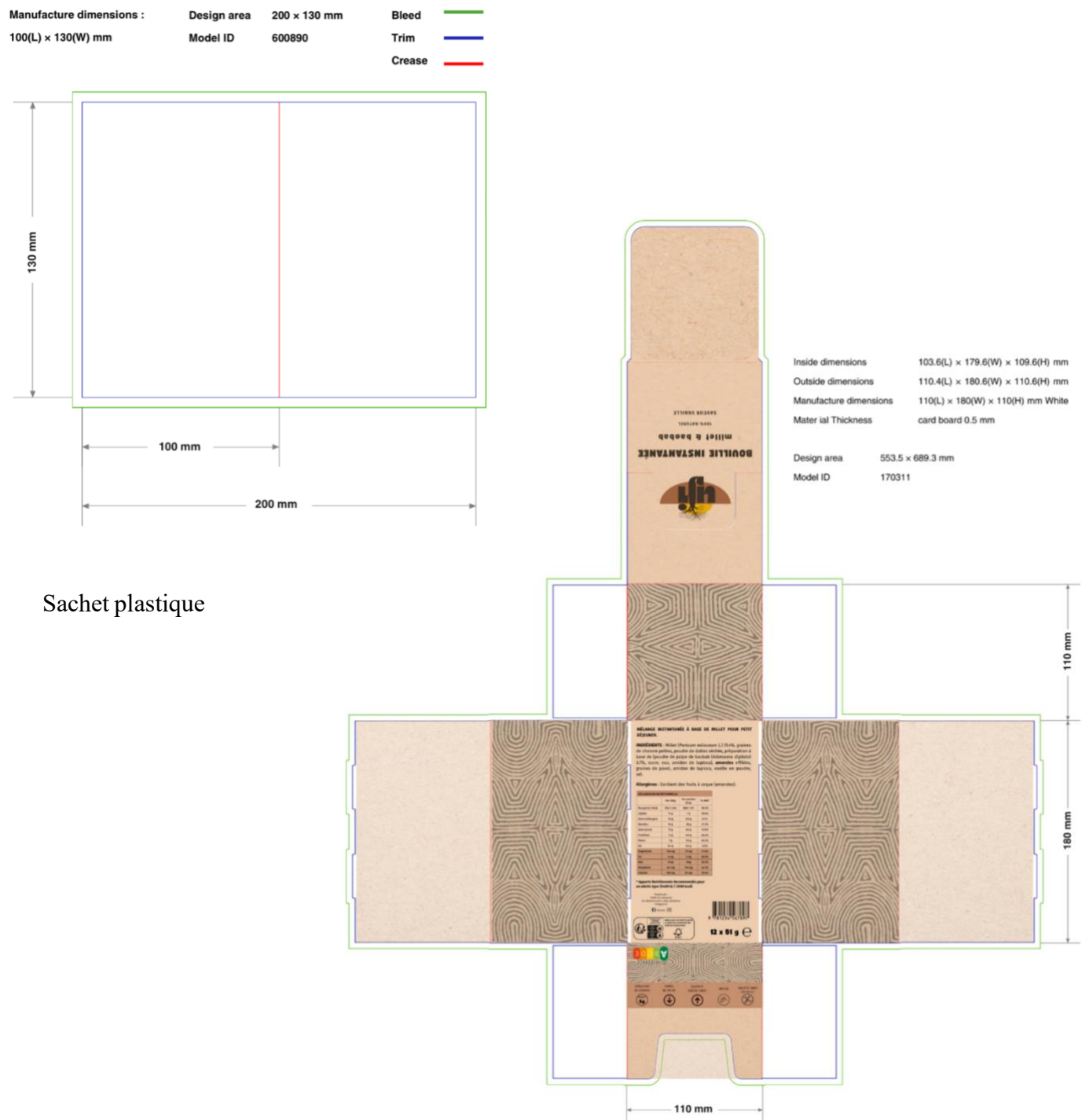
2.1. Emballage primaire

L'emballage primaire représente la couche directement en contact avec le produit alimentaire. Leur rôle essentiel est d'assurer la protection et la conservation du contenu (Clark et al., 2014). Ces contenants doivent impérativement être exempts de toxicité, présenter une compatibilité parfaite avec les aliments qu'ils renferment et éviter toute altération des caractéristiques du produit, qu'il s'agisse de la couleur, du goût ou de réactions chimiques indésirables (Clark et al., 2014).

L'objectif principal est de concevoir un packaging de forme carrée ou rectangulaire, facile à prendre en main et à transporter pour une consommation nomade. Ce packaging (le sachet) doit être léger, simple à ouvrir et servir également à mesurer le liquide nécessaire à la préparation instantanée. Pour faciliter l'ouverture, de petites encoches sont prévues à chaque extrémité du sachet. S'agissant d'un conditionnement individuel à usage unique, aucun système de refermeture n'est nécessaire.

Pour finir, un emballage en carton a été choisi qui regroupera 12 unités de sachets individuels tout en servant de présentoir dans les rayons de magasins.

Les schémas techniques (ou « *packaging dieline* ») des deux éléments du packaging primaire se présente comme suit :



Sachet plastique

Emballage carton

Figure 48 : Schémas techniques du packaging primaire (sachet plastique et boîte en carton)



Figure 49 : Packaging en carton plat en présentoir

FICHE PRODUIT ET INFORMATIONS SUR L'ÉTIQUETAGE

Les présentes informations se basent sur le Règlement (UE) N°1169/2011 des consommateurs sur les denrées alimentaires.

³⁴Nom et logo du produit ^{a,b}  Slogan : Uji, l'essentiel du petit déjeuner!	PRODUIT ^{a, b} <table border="1"> <tr> <td>Dénomination de vente</td> <td>Mélange instantané à base de millet pour petit déjeuner.</td> </tr> <tr> <td>Ingrédients</td> <td>Millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) 51.4%, graines de chanvre pelées, poudre de dattes séchée, préparation à base de baobab 6.9% (poudre de pulpe de Baobab (<i>Adansonia digitata</i>) 54.3%, sucre, eau, amidon de tapioca), amandes effilées, graines de pavot, amidon de tapioca, vanille en poudre, sel.</td> </tr> <tr> <td>Poids Net ^a</td> <td>51 g </td> </tr> <tr> <td>Poids Net ^b</td> <td>5 x poids net</td> </tr> <tr> <td>DDM / DLUO</td> <td>« A consommer de préférence avant fin : » MM/AAAA</td> </tr> </table>	Dénomination de vente	Mélange instantané à base de millet pour petit déjeuner.	Ingrédients	Millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) 51.4%, graines de chanvre pelées, poudre de dattes séchée, préparation à base de baobab 6.9% (poudre de pulpe de Baobab (<i>Adansonia digitata</i>) 54.3%, sucre, eau, amidon de tapioca), amandes effilées, graines de pavot, amidon de tapioca, vanille en poudre, sel.	Poids Net ^a	51 g 	Poids Net ^b	5 x poids net	DDM / DLUO	« A consommer de préférence avant fin : » MM/AAAA																																																						
Dénomination de vente	Mélange instantané à base de millet pour petit déjeuner.																																																																
Ingrédients	Millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) 51.4%, graines de chanvre pelées, poudre de dattes séchée, préparation à base de baobab 6.9% (poudre de pulpe de Baobab (<i>Adansonia digitata</i>) 54.3%, sucre, eau, amidon de tapioca), amandes effilées, graines de pavot, amidon de tapioca, vanille en poudre, sel.																																																																
Poids Net ^a	51 g 																																																																
Poids Net ^b	5 x poids net																																																																
DDM / DLUO	« A consommer de préférence avant fin : » MM/AAAA																																																																
IDENTIFICATION ^b Pays d'origine : Belgique Numéro de lot : 000011001 Code barre : Nom ou raison sociale et adresse du fabricant ou du producteur : Adresse, e-mail, site internet.	DECLARATION NUTRITIONNELLE ^{a, b} Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g et par portion (51g) : <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DECLARATION NUTRITIONNELLE</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Par 100g</th> <th>Par portion (51g)</th> <th>% ANR*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Énergie kJ / kCal</td> <td>1741 / 414</td> <td>888 / 211</td> <td>20.7%</td> </tr> <tr> <td>Lipides</td> <td>14 g</td> <td>7 g</td> <td>18.6%</td> </tr> <tr> <td>dont acides gras</td> <td>1.6 g</td> <td>0.8 g</td> <td>8.1%</td> </tr> <tr> <td>Glucides</td> <td>55 g</td> <td>28 g</td> <td>21.1%</td> </tr> <tr> <td>dont sucres</td> <td>13 g</td> <td>6.6 g</td> <td>14.5%</td> </tr> <tr> <td>Protéines</td> <td>13 g</td> <td>6.6 g</td> <td>26.2%</td> </tr> <tr> <td>Fibres</td> <td>7 g</td> <td>3.6 g</td> <td>24.2%</td> </tr> <tr> <td>Sel</td> <td>0.4 g</td> <td>0.2 g</td> <td>6.6%</td> </tr> <tr> <td>Magnésium</td> <td>145 mg</td> <td>73 mg</td> <td>41.5%</td> </tr> <tr> <td>Fer</td> <td>4 mg</td> <td>2 mg</td> <td>46.6%</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>3 mg</td> <td>1mg</td> <td>24.7%</td> </tr> <tr> <td>Phosphore</td> <td>337 mg</td> <td>170 mg</td> <td>42.1%</td> </tr> <tr> <td>Calcium</td> <td>185 mg</td> <td>93 mg</td> <td>19.4%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td>Allégations nutritionnelles</td> <td>Source de protéines ; Riche en fibres</td> </tr> <tr> <td>Allergènes</td> <td>Fruits à coque (amandes)</td> </tr> </table>	DECLARATION NUTRITIONNELLE					Par 100g	Par portion (51g)	% ANR*	Énergie kJ / kCal	1741 / 414	888 / 211	20.7%	Lipides	14 g	7 g	18.6%	dont acides gras	1.6 g	0.8 g	8.1%	Glucides	55 g	28 g	21.1%	dont sucres	13 g	6.6 g	14.5%	Protéines	13 g	6.6 g	26.2%	Fibres	7 g	3.6 g	24.2%	Sel	0.4 g	0.2 g	6.6%	Magnésium	145 mg	73 mg	41.5%	Fer	4 mg	2 mg	46.6%	Zinc	3 mg	1mg	24.7%	Phosphore	337 mg	170 mg	42.1%	Calcium	185 mg	93 mg	19.4%	Allégations nutritionnelles	Source de protéines ; Riche en fibres	Allergènes	Fruits à coque (amandes)
DECLARATION NUTRITIONNELLE																																																																	
	Par 100g	Par portion (51g)	% ANR*																																																														
Énergie kJ / kCal	1741 / 414	888 / 211	20.7%																																																														
Lipides	14 g	7 g	18.6%																																																														
dont acides gras	1.6 g	0.8 g	8.1%																																																														
Glucides	55 g	28 g	21.1%																																																														
dont sucres	13 g	6.6 g	14.5%																																																														
Protéines	13 g	6.6 g	26.2%																																																														
Fibres	7 g	3.6 g	24.2%																																																														
Sel	0.4 g	0.2 g	6.6%																																																														
Magnésium	145 mg	73 mg	41.5%																																																														
Fer	4 mg	2 mg	46.6%																																																														
Zinc	3 mg	1mg	24.7%																																																														
Phosphore	337 mg	170 mg	42.1%																																																														
Calcium	185 mg	93 mg	19.4%																																																														
Allégations nutritionnelles	Source de protéines ; Riche en fibres																																																																
Allergènes	Fruits à coque (amandes)																																																																
Illustration : ouverture du packaging.	MODE D'UTILISATION/ DE CONSOMMATION ^{a, b} Explication du mode de préparation avec pictogrammes. MODE DE CONSERVATION A conserver dans un endroit frais et sec. Après reconstitution, consommer immédiatement.																																																																
INFORMATIONS SPÉCIFIQUES À L'EMBALLAGE <table border="1"> <tr> <td> Matériau principal de l'emballage (sachet)  LDPE </td> <td> Pictogramme de recyclage :  </td> </tr> </table>		Matériau principal de l'emballage (sachet)  LDPE	Pictogramme de recyclage : 																																																														
Matériau principal de l'emballage (sachet)  LDPE	Pictogramme de recyclage : 																																																																
MENTIONS FACULTATIVES <table border="1"> <tr> <td> Nutri-Score :  </td> <td> Informations sur les avantages du produit :  SANS GLUTEN  VEGAN  SANS SUCRES AJOUTÉS  RICHE EN FIBRES  SOURCE EN PROTÉINES </td> </tr> </table>		Nutri-Score : 	Informations sur les avantages du produit :  SANS GLUTEN  VEGAN  SANS SUCRES AJOUTÉS  RICHE EN FIBRES  SOURCE EN PROTÉINES																																																														
Nutri-Score : 	Informations sur les avantages du produit :  SANS GLUTEN  VEGAN  SANS SUCRES AJOUTÉS  RICHE EN FIBRES  SOURCE EN PROTÉINES																																																																

³⁴ a = Packaging primaire; b = Packaging secondaire

Le BAT³⁵ final du packaging se présente comme suit :



Figure 50 : BAT du packaging final

2.2. Emballage secondaire

L'emballage secondaire rassemble et protège plusieurs unités d'emballages primaires durant les phases de transport et d'entreposage. Il remplit trois rôles fondamentaux : protection contre les dommages potentiels, préservation de la propriété des contenants primaires, et optimisation de la manutention par le regroupement des produits (Clark et al., 2014). Le produit développé étant une poudre, il ne s'agit pas d'une denrée fragile comme des barres de céréales ou des gaufrettes. Une protection contre les chocs n'est donc pas nécessaire.

Les matériaux utilisables pour l'emballage secondaire incluent le plastique, le carton ou le bois.

Dans une perspective d'éco-conception, pour éviter l'utilisation de cartons qui ne sont pas recyclables à l'infini, l'option la plus pertinente serait d'employer des caisses en plastique réutilisables et encaissables.

³⁵ BAT = Bon à Tirer

2.3. Emballage tertiaire

L'emballage tertiaire, également désigné comme l'emballage de distribution, sert de contenant principal pour le transport des produits. Il renferme habituellement plusieurs unités d'emballages primaires ou secondaires. Le bois (notamment des palettes) constitue la solution la plus répandue pour ce type d'emballage. Il présente deux fonctions principales : assurer un transport optimal des produits tout au long de la chaîne logistique et faciliter leur manutention lors des différentes étapes de distribution (Clark et al., 2014).

La palette Europe EPAL (European Pallet Association)³⁶ est standardisée au niveau européen avec des dimensions fixes de 800 x 1200 mm et un poids de 25 kg. Ces palettes en bois sont particulièrement robustes, pouvant supporter jusqu'à 1500 kg de charge. Leur standardisation facilite la manipulation et le stockage des produits.

Pour la stabilité de l'encaissage, il est nécessaire d'utiliser une méthode de sécurisation des caisses. Les matériaux les plus couramment utilisés sont les films plastiques rétractables en LDPE. Néanmoins, dans une optique de réduction du plastique superflu, l'utilisation d'une bande de serrage réutilisable s'avère intéressante. Loopipak³⁷ est une entreprise qui propose des solutions constituant des alternatives écologiques et performantes aux films plastiques extensibles, favorisant ainsi une chaîne logistique plus respectueuse de l'environnement. Leurs enveloppes recyclables, protections pour Euro Palette et systèmes de fixation réutilisables permettent non seulement de réduire l'impact environnemental, mais aussi d'améliorer la protection et l'efficacité des opérations logistiques.

Les avantages de ce système incluent un nombre de réutilisations supérieur à 150 fois, une logistique retour facilitée par Track and Trace avec un code barre unique par emballage, la possibilité d'achat ou de location, des dimensions standards ou sur mesure, un système d'inviolabilité par scellage métallique ou en plastique, des options de personnalisation par impression, ainsi que la possibilité de réalisation sur mesure et d'adaptation selon les besoins spécifiques (Loopipak.be).



Figure 51 : (a) Housse Euro-Palette (b) Bande de serrage pour chariot et palette

La housse Euro-palette est idéale pour les petites unités de livraison, tandis que la bande de serrage conviendrait aux palettisations plus importantes destinées à des livraisons volumineuses.

³⁶ Source : <https://www.epal-pallets.org/eu-fr/porteur-de-charge/palette-europe-epal>

³⁷ Source : <https://www.loopipak.be/shop>

3. CONCLUSION

La solution d'emballage élaborée intègre l'ensemble des spécifications du CdCf, établissant une cohérence entre les exigences produit, les attentes utilisateur, les contraintes technologiques et les impératifs écologiques. Cette synergie se matérialise à travers :

- la **protection qualitative** garantissant la préservation des propriétés hygiéniques, nutritionnelles et sensorielles du produit ;
- la **protection technique** assurant une résistance efficace aux contraintes, à l'humidité et aux contaminations microbiologiques ;
- la **fonction logistique** facilitant la traçabilité, le codage et les opérations de manutention ;
- la **fonction écologique** permettant le recyclage facile et adéquat de chaque emballage.

La dimension marketing optimise l'attractivité esthétique, le branding et l'impact visuel ; l'information répond aux obligations réglementaires de marquage et de mentions légales ; enfin, la facilité d'usage privilégie l'ergonomie d'ouverture, le portionnement, l'inviolabilité et la lisibilité des informations.

CHAPITRE IX : DISCUSSION ET PERSPECTIVES

POSITIONNEMENT PRODUIT ET OBJECTIFS NUTRITIONNELS

Le développement du projet sur la préparation instantanée pour petit-déjeuner a été effectué selon une approche bien spécifique et se clôture par le succès dont témoigne la satisfaction des points cités dans le cahier de charge.

En effet, les objectifs nutritionnels sont pleinement atteints : richesse en fibres (≥ 6 g/100 g), source de protéines (≥ 12 g/100 g). Ces atouts nutritionnels soutiennent la proposition de valeur "sain et rassasiant" pour un petit-déjeuner de < 400 - 500 kcal par portion complète selon l'usage recommandé. L'obtention du Nutri-Score « A » affermi cette position.

Grâce à une solution de formulation originale, notamment les "éclats de baobab", le produit résout l'incompatibilité entre le baobab et le lait, stabilisant ainsi la texture du produit reconstitué.

Par ailleurs, le projet valorise des matières premières résilientes et ancestrales (millet, baobab), répondant aux attentes de naturalité et de diversification alimentaires recherchées par les consommateurs.

DÉVELOPPEMENT PRODUIT ET SATISFACTION

En dépit de la complexité de la matrice, la structuration de la démarche expérimentale a permis de contourner les freins à l'élaboration du produit et d'aboutir à un résultat satisfaisant sur le plan organoleptique. Les tests hédoniques menés sur 21 répondants (42 évaluations) attestent de ce succès avec une acceptation majoritairement favorable et une préférence marquée pour la version lactée. Le temps de mise en œuvre demeure compatible avec les attentes (< 10 min). Cependant, la variation des textures obtenues révèle la nécessité d'une meilleure adaptation des instructions de préparation.

L'atteinte des paramètres critiques de stabilité (humidité, $a_w < 0,6$, emballage barrière) assure la conservation du produit et sa sécurité mais l'analyse microbiologique démontre l'importance de la maîtrise des fournisseurs et de la qualité du produit dont ils disposent comme le souligne l'étude HACCP.

CIBLAGE MARCHÉ ET VALIDATION CONSOMMATEURS

L'analyse marketing élaborée dans ce travail démontre la cohérence entre la cible choisie grâce à l'étude de marché, malgré les limites de cette dernière. Ces dernières quant à la généralisation des résultats.

Les préférences identifiées (praticité, portions individuelles, prix, distribution et magasins bio) orientent la stratégie de mise sur le marché mais nécessiteraient une validation complémentaire à plus pratique. Ceci, permettrait une meilleure approche financière du projet.

LIMITES DE L'APPROCHE ÉCONOMIQUE

Dans le paragraphe précédent, la nécessité d'une meilleure approche a été souligné. En effet, si la fixation du prix par analyse concurrentielle constitue une approche acceptable, l'absence de plan financier représente un frein majeur à l'estimation correcte des coûts et à l'élaboration d'une marge adéquate afin de garantir une meilleure estimation de la rentabilité du projet.

L'approche souffre notamment de l'absence d'évaluation concrète sur les points suivants :

- le choix et la marge des distributeurs éventuels ainsi que les accordées,
- les coûts logistiques et des frais liés à la production du produit,
- la marge brute cible par canal de distribution,
- le seuil de rentabilité.

Par ailleurs, la démarche choisie ne définit pas les prix qui seront proposés selon les différentes modalités d'offre (packs, abonnements, seuils de remises), constituant un manque dans la stratégie de prix globale.

CONCLUSION

Ce projet démontre de façon convaincante la faisabilité technologique d'un petit-déjeuner instantané innovant à base de millet et de baobab, répondant aux cinq dimensions du modèle 5S (sécurité, santé, service, satisfaction, sociétal).

Notre proposition de valeur se distingue par la combinaison de céréales alternatives, de naturalité et d'instantanéité, parfaitement alignée avec les tendances actuelles de santé et de praticité. Le concept s'avère non seulement techniquement viable mais aussi commercialement prometteur, connectant des ingrédients résilients et culturellement importants aux attentes des consommateurs européens modernes.

En traitant ces différentes facettes de la qualité alimentaire, nous avons développé des compétences clés issues de notre formation, notamment en innovation et en approche globale de la qualité. Ces acquis se reflètent dans notre maîtrise des aspects technologiques, nutritionnels et sensoriels du produit.

La réalisation de ce travail nous a permis d'appliquer concrètement les enseignements reçus durant notre master et de renforcer nos compétences en conception alimentaire, particulièrement concernant les aspects techniques liés à la qualité des aliments.

BIBLIOGRAPHIE

- AFSCA. (2023). Questions et réponses concernant l'utilisation de chanvre (*Cannabis sativa* L.) et de cannabinoïdes (comme le cannabidiol) en tant que ou dans les denrées alimentaires. https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/2022_07_faq_cannabis_fr_final.pdf
- AgroParisTech. (s. d.). Chimactiv—Ressources pédagogiques numériques interactives dans l'analyse chimique de milieux complexes. Consulté 10 août 2025, à l'adresse <https://chimactiv.agroparistech.fr/fr/aliments/analyse-matieres-grasses/methodes-analyse/2>
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/272790646_The_Theory_of_Planned_Behavior
- Anitha, S., Botha, R., Kane-Potaka, J., Givens, D. I., Rajendran, A., Tsusaka, T. W., & Bhandari, R. K. (2021). Can Millet Consumption Help Manage Hyperlipidemia and Obesity? : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 8, 700778. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.700778>
- ANSES. (2020). Ciqua. <https://ciqua.anses.fr/>
- Arrêté royal du 1er mars 2019 relatif à l'utilisation du logo « Nutri-score » (2021).
- Asogwa, I. S., Ibrahim, A. N., & Agbaka, J. I. (2021). African baobab : Its role in enhancing nutrition, health, and the environment. *Trees, Forests and People*, 3, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2020.100043>
- Barbosa-Cánovas, G. V., & Fontana, A. J. (2007). Water Activity and Glass Transition – Y. Roos. In S. J. Schmidt & T. P. Labuza (Éds.), *Water Activity in Foods – Fundamentals and Applications* (p. 33). <http://www.amac.md/Biblioteca/data/28/14/10/60.2.pdf>
- Belleflamme, C. (2024). Conception et sûreté des produits emballés [Cours magistral]. <https://www.programmes.uliege.be/cocoon/20252026/cours/HULG0470-1.html>
- Bhat, B. V., Rao, B. D., & Tonapi, V. A. (2018). The Story of Millets (Karnataka State Department of Agriculture&ICAR-Indian Institute of Millets Research).
- Binner, A.-S., & Robert, I. (2008). Consommation et développement durable:Vers une segmentation des sensibilités et des comportements. *La Revue des Sciences de Gestion*, 229(1), 51-59. <https://doi.org/10.3917/rsg.229.0051>
- Blecker, C. (2023). Techniques de préparation et de conservation des aliments [Cours magistral].
- Blezat consulting, Credoc, & Deloitte Développement Durable. (2017). Fiche tendance et impact « Alimentation, santé et bien être ». Ministère français de l'agriculture et de la gouvernance alimentaire. <https://agriculture.gouv.fr/16-fiches-pour-mieux-apprehender-les-comportements-alimentaires-de-2025>
- Braesco, V., Souchon, I., Sauvart, P., Haurogné, T., Maillot, M., Féart, C., & Darmon, N. (2022). Republiation : Aliments ultra-transformés : le système NOVA est-il robuste ? *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 57(3), 210-221. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2022.04.003>
- Brigando, J. (1941). LE LAIT - La caséine et ses dérivés plastiques. Communication faite aux Journées des Matière» plastiques et des Résines synthétiques, à la Maison de la chimie.
- Bruxelles environnement. (2025, juin 24). Plastiques ou bioplastiques ? Quelles sont les alternatives durables ? <https://environnement.brussels/citoyen/lenvironnement-bruxelles/agir-eco-responsable/plastiques-ou-bioplastiques-queelles-sont-les-alternatives-durables>
- Callaway, J. C. (2004). Hempseed as a nutritional resource : An overview. *Euphytica*, 140(1-2), 65-72. <https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6>
- CBI. (2023). The European market potential for speciality grains with added value | Government of the Netherlands. <https://www.cbi.eu/market-information/grains-pulses-oilseeds/speciality-grains/market-potential>

- CE. (2008). Règlement (CE) n°1333/2008 du parlement européen et du conseil du 16 Décembre 2008 Sur Les additifs alimentaires. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj/fra>
- Clark, S., Jung, S., & Lamsal, B. (2014). Food Processing : Principles and Applications, 2nd Edition | Wiley. Wiley.Com. <https://www.wiley.com/en-us/Food+Processing%3A+Principles+and+Applications%2C+2nd+Edition-p-9780470671146>
- Clerget, Y. (2011). BIODIVERSITÉ DES CÉRÉALES Origine et évolution. https://svt.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/104/2016/10/biodiversite_cereales.pdf
- Codex Alimentarius. (2024). NORME GÉNÉRALE POUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES CODEX STAN 192-1995. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192f.pdf
- Commission européenne. (2006). RÈGLEMENT (CE) No 1924/2006 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 20 décembre 2006 concernant les allégations nutritionnelles et de santé portant sur les denrées alimentaires. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1924/2014-12-13/fra>
- CSS. (2016). Recommandations nutritionnelles pour la Belgique—2016. https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/css_9285_avis_rec_nutr.pdf
- CSS. (2019). RECOMMANDATIONS ALIMENTAIRES POUR LA POPULATION BELGE ADULTE - 2019. https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/20190902_css-9284_fbdg_vweb_0.pdf
- Dedebas, T. (2024). Oxidative stability of poppy seed oils : Kinetic and thermodynamic analyses under accelerated conditions. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(3), 1969-1979. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02323-7>
- Dessta, T. N., & Terefe, Z. K. (2024). Development of maize-based instant porridge flour formulated using sweet lupine, orange-fleshed sweet potato, and moringa leaf powder. *Food Science & Nutrition*, fsn3.4483. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4483>
- Dhir, B., & Singla, N. (2019). Consumption Pattern and Health Implications of Convenience Foods : A Practical Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 1-9. <https://doi.org/10.9734/cjast/2019/v38i630455>
- Diop, A. G., Sakho, M., Dornier, M., Cissé, M., & Reynes, M. (2006). Le baobab africain (*Adansonia digitata* L.) : Principales caractéristiques et utilisations. *Fruits*, 61(1), 55-69. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006005>
- Directive 90/496/CEE du Conseil, du 24 septembre 1990, relative à l'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires (1990). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1990/496/oj/fra>
- Division de la sécurité alimentaire du Luxembourg. (2018). Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires Lignes directrices pour l'interprétation.
- Dudzile Buthelezi, N. M., Tesfay, S. Z., Ncama, K., & Magwaza, L. S. (2019). Destructive and non-destructive techniques used for quality evaluation of nuts : A review. *Scientia Horticulturae*, 247, 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.008>
- Dufour, S. (2021). BDIV1210-1 : Science de l'aliment 1 [Cours magistral]. <https://progcours.vinci.be/cocoon/cours/BDIV1210-1.html>
- EFSA. (2013, janvier 10). L'EFSA établit les besoins moyens en apports énergétiques | EFSA. <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/130110>
- Eric Lombardot & Ophélie Mugel. (2025). Proposition d'un modèle explicatif de l'écart entre intention et comportement responsable en contexte d'achat alimentaire. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.3917/ror.121.0017>

- Ertz, M., Karakas, F., & Sarigöllü, E. (2016). Exploring pro-environmental behaviors of consumers : An analysis of contextual factors, attitude, and behaviors. *Journal of Business Research*, 69(10), 3971-3980. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.06.010>
- FAO. (2020). Crop profile pearl and foxtail millet. https://s3.eu-west-1.amazonaws.com/data.gaezdev.aws.fao.org/crop_profiles/GAEZ_Crop_profile_pearl_and_foxtailmillet_20230309.pdf
- FAO. (2023). Unleashing the potential of millets. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7484en>
- FAO. (2024). Réaliser le plein potentiel du mil. FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/86dc4589-0923-4394-8c91-ea3cc1fee89c>
- FAO - WHO. (2025). Codex Alimentarius Commission Procedural Manual. FAO; WHO; <https://doi.org/10.4060/cd4216en>
- FAOSTAT. (2025). FAOSTAT – Food and agriculture data. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Foltz, M., Zahradnik, A. C., Van Den Abbeele, P., Ghyselinck, J., & Marzorati, M. (2021). A Pectin-Rich, Baobab Fruit Pulp Powder Exerts Prebiotic Potential on the Human Gut Microbiome In Vitro. *Microorganisms*, 9(9), 1981. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091981>
- Food in action. (2019, octobre 1). L'Épi Alimentaire, 5 priorités pour mieux manger. Food in action. <https://www.foodinaction.com/epi-alimentaire-priorites-mieux-manger/>
- Forest Stewardship Council. (2021, octobre). L'utilisation du label FSC « sur produit ». Forest Stewardship Council. <https://be.fsc.org/be-fr/lutlisation-des-marques-fsc/lutlisation-du-label-fsc-sur-produit>
- Fost Plus. (2024, avril 8). FAQ Plastiques biosourcés, biodégradables et compostables. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.fostplus.be/fr/media/1374/download&ved=2ahUKEwjE15n5mJCPAxUtNPsDHWD5B5gQFnoECBkQAQ&usg=AOvVaw0CgIkJXcoNaGMmt-5CCilw>
- Fostplus. (2024, décembre). Design 4 Recycling – Guidelines généraux. <https://www.fostplus.be/fr/membres/services>
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). Milk Proteins. In P. F. Fox, T. Uniacke-Lowe, P. L. H. McSweeney, & J. A. O'Mahony (Éds.), *Dairy Chemistry and Biochemistry* (p. 145-239). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2_4
- Franklin Associates. (2018, avril 18). Life Cycle Impacts of Plastic Packaging Compared to Substitutes in the United States and Canada : Theoretical Substitution Analysis. American Chemistry Council. <https://www.americanchemistry.com/better-policy-regulation/plastics/resources/life-cycle-impacts-of-plastic-packaging-compared-to-substitutes-in-the-united-states-and-canada-theoretical-substitution-analysis>
- Gadour, M. O., Khidir, H. B., Adam, I., & Gasim, G. I. (2017). Effects of a powder of the fruit of *Adansonia digitata* (Tabaldia, Gongolase, or baobab tree) on serum lipids. *Journal of Herbal Medicine*, 8, 14-16. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2017.03.004>
- Ghafoor, K., Özcan, M. M., AL-Juhaimi, F., Babiker, E. E., & Fadimu, G. J. (2019). Changes in quality, bioactive compounds, fatty acids, tocopherols, and phenolic composition in oven- and microwave-roasted poppy seeds and oil. *LWT*, 99, 490-496. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.017>
- Giannelloni, J.-L. (1998). Les comportements liés à la protection de l'environnement et leurs déterminants : Un état des recherches en marketing. *Recherche et Applications en Marketing*, 13(2), 49-72.
- Gilbert, K., & Prusa, K. (2021). Food Product Development Lab Manual. Iowa State University Digital Press. <https://doi.org/10.31274/isudp.2021.66>
- Goffin, D. (2023). Comportements alimentaires et évaluation sensorielle des aliments [Cours magistral].
- Gonzalez, C., Korchia, M., Menuet, L., & Urbain, C. (2009). Comment les consommateurs socialement responsables se représentent-ils la consommation ? Une approche par les associations libres.

Recherche et Applications En Marketing (French Edition), 24(3), 25-41.
<https://doi.org/10.1177/076737010902400302>

- Gopan, N., Joseph, N., & Jaleel, S. (2024). DEVELOPMENT & ANALYSIS OF READY TO EAT BREAKFAST CEREAL.
- GPH_cereales_oleagineux_proteagineux. (s. d.). Consulté 29 décembre 2024, à l'adresse https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/documents/pdf/gph_cereales_oleagineux_proteagineux_20145931_0001_p000_cle01f51c.pdf
- Guérin, C. (2015). Le bien-fondé du petit-déjeuner dans le rythme alimentaire occidental. Université de Paris Descartes.
- Haouet, M. N., Tommasino, M., Mercuri, M. L., Benedetti, F., Bella, S. D., Framboas, M., Pelli, S., & Altissimi, M. S. (2019). Experimental accelerated shelf life determination of a ready-to-eat processed food. *Italian Journal of Food Safety*, 7(4), 6919. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2018.6919>
- Heilbrunn, B. (2020). 5. La consommation et le processus de construction identitaire. 128, 4, 95-114.
- Huang, G. (2014). Almond Shelf Life Factors. Almond Board of California.
- INRA CIRAD AFZ. (2025). Table (valeurs sur MS) | Tables de composition et de valeur nutritionnelle des aliments pour animaux. <https://feedtables.com/fr/content/table-dry-matter>
- Ivanišová, E., Juricová, V., Árvay, J., Kačániová, M., Čech, M., Kobus, Z., Krzywicka, M., Cichocki, W., & Kozłowicz, K. (2024). Physicochemical, Antioxidant, Antimicrobial, and Sensory Characteristics of Selected Kinds of Edible Oils. *Applied Sciences*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/app14093630>
- Jaybhaye, R. V., Pardeshi, I. L., Vengaiyah, P. C., & Srivastav, P. P. (2014). Processing and Technology for Millet Based Food Products : A Review. 1(2).
- Kalinová, J. (2007). Nutritionally Important Components of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.).
- Kings Research. (2024). Taille, part et croissance du marché du millet | Rapport mondial, 2031. <https://www.kingsresearch.com/fr/millet-market-568>
- KIRLEIS W., DAL CORSO M., & FILIPOVIĆ D. (2022). Early cultivation of millet in Europe : What else and where next? Concluding the workshop proceedings. In ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/360050970_Early_cultivation_of_millet_in_Europe_What_else_and_where_next_Concluding_the_workshop_proceedings
- Kirwan, M. J. (2011). Paper and Paperboard Packaging. In *Food and Beverage Packaging Technology* (p. 213-250). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444392180.ch8>
- Kirwan, M. J., Plant, S., & Strawbridge, J. W. (2011). Plastics in Food Packaging. In *Food and Beverage Packaging Technology* (p. 157-212). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444392180.ch7>
- Klöckner, C. A. (2025). A Comprehensive Model of the Psychology of Environmental Behaviour—A Meta-Analysis. ResearchGate. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.05.014>
- Kuzdzal-Savoie, S., Kuzdzal, W., & Langlois, D. (1971). Dosage des acides gras libres. *Le Lait*, 51(508), 534-544.
- Lafon, C. (2021, octobre 25). C'était un 25 octobre : Il y a 75 ans, la naissance du four à micro-ondes. SudOuest.fr. <https://www.sudouest.fr/sciences-et-technologie/c-etait-un-25-octobre-il-y-a-75-ans-la-naissance-du-four-a-micro-ondes-6711497.php>
- L'Echo. (2024). Pour le petit-déj', quatre acteurs belges défient les géants Kellogg's et Nestlé. <https://www.lecho.be/entreprises/yaka/pour-le-petit-dej-quatre-acteurs-belges-defient-les-geants-kellogg-s-et-nestle/10577575.html>
- Léonard, P. (2024). Moyens de production et de mise en œuvre – Les matériaux d'emballage.
- LSA Conso. (2014). 72% des Européens ne peuvent pas vivre sans four à micro-ondes. <https://www.lsa-conso.fr/72-des-europeens-ne-peuvent-pas-vivre-sans-four-a-micro-ondes,160813>

- Man, D. (2002). FOOD INDUSTRY BRIEFING SERIES: SHELF LIFE.
- Mestres, C., Hounhouigan, J., & Nago, M. C. (1999). L'aklui sec : Un petit déjeuner prêt à l'emploi. Expérience d'une production artisanale au Bénin. https://agritrop.cirad.fr/476193/1/document_476193.pdf
- Mordor Intelligence. (2023, juillet 12). Analyse de la taille et de la part du marché du millet – Tendances et prévisions de croissance (2024 – 2029). <https://www.mordorintelligence.com/fr/industry-reports/millet-market>
- Mori, M., Drobnič, B., Gantar, G., & Sekavčnik, M. (2013). LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SUPERMARKET CARRIER BAGS AND OPPORTUNITY OF BIOPLASTICS. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/267980535_LIFE_CYCLE_ASSESSMENT_OF_SUPERMARKET_CARRIER_BAGS_AND_OPPORTUNITY_OF_BIOPLASTICS
- Mugane, J. M. (2022, avril 5). How Swahili became Africa's most spoken language. Quartz. <https://qz.com/africa/2150956/how-swahili-became-africas-most-spoken-language>
- Offiah, V. O., & Falade, K. O. (2023). Potentials of baobab in food systems. *Applied Food Research*, 3(1), 100299. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100299>
- O'Neil, C. E., Byrd-Bredbenner, C., Hayes, D., Jana, L., Klinger, S. E., & Stephenson-Martin, S. (2014). The Role of Breakfast in Health : Definition and Criteria for a Quality Breakfast. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(12), S8-S26. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.08.022>
- Owusu-Kwarteng, J., Kehinde, B., Ohomeng-Boahen, G., Kojo Aduampong Mantey, J., Decardi-Nelson, T., & Agyei, D. (2024). The role of indigenous and traditional foods in achieving food security in Africa : A bibliometric snapshot and farm-to-fork perspective. *CABI Reviews*, 19(1). <https://doi.org/10.1079/cabireviews.2024.0022>
- Ozcan, M., & Atalay, Ç. (2025). Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. ResearchGate. <https://doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i2.33>
- Pagiaslis, A., & Krontalis, A. K. (2014). Green Consumption Behavior Antecedents : Environmental Concern, Knowledge, and Beliefs. *Psychology & Marketing*, 31(5), 335-348. <https://doi.org/10.1002/mar.20698>
- Parmar, R., Seth, N., Gandhi, R., Rathod, R., Vyas, V. S., Bharti, N., & Khanpara, B. M. (2025). READY-TO-RECONSTITUTE AND INSTANT MIX MILLET PRODUCTS : A COMPREHENSIVE REVIEW OF BIOCHEMICAL, PROCESSING TECHNIQUES AND SENSORY ATTRIBUTES. *Plant Archives*, 25(SI). <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2025.SP.ICTPAIRS-051>
- Parmentier P. (2025, septembre). Cours de Marketing et design, Master MICA.
- Presalombardi, J., García, F., Gutierrez-Barrutia, M. B., & Cozzano, S. (2023). Hemp seed's (*Cannabis Sativa* L) nutritional potential for the development of snack functional foods. *OCL*, 30, 24. <https://doi.org/10.1051/ocl/2023025>
- R. Jaffe. (2013). Glycemic Load—An overview. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/glycemic-load>
- Rai, K. N., Murty, D. S., Andrews, D. J., & Bramel-Cox, P. J. (1999). Genetic enhancement of pearl millet and sorghum for the semi-arid tropics of Asia and Africa. *Genome*, 42(4), 617-628. <https://doi.org/10.1139/g99-040>
- Règlement (CE) no 1925/2006 du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 concernant l'adjonction de vitamines, de minéraux et de certaines autres substances aux denrées alimentaires (2024). <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1925/2024-07-17/fra>
- Règlement (UE) 2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 concernant les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires et abrogeant le règlement (CE) no 1881/2006 (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), 119 OJ L (2023). <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj/fra>

- Règlement (UE) n ° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE, 012 OJ L (2011). <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/10/oj/fra>
- Reid, D. S. (2020). Water Activity. In *Water Activity in Foods* (p. 13-26). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch2>
- Roberts, J. A. (1995). Profiling Levels of Socially Responsible Consumer Behavior : A Cluster Analytic Approach and Its Implications for Marketing. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 3(4), 97-117. <https://doi.org/10.1080/10696679.1995.11501709>
- Ronai, K. S., & Spanier, H. C. (1972). Process for preparing an instant oat cereal (United States Brevet <https://patents.google.com/patent/US3704134A/en>
- Roudaut, G. (2020). Water Activity and Physical Stability. In *Water Activity in Foods* (p. 255-269). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch10>
- SAB-ALMENDRAV & CNCFS. (s. d.). L'amande européenne est durable.
- Scrivens, G., Clancy, D., & Gerst, P. (2018). Theory and Fundamentals of Accelerated Predictive Stability (APS) Studies. In *Accelerated Predictive Stability* (p. 33-73). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802786-8.00003-6>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067-4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Smith, I. F. (1995). THE CASE FOR INDIGENOUS WEST AFRICAN FOOD CULTURE. [specialcollections.nust.na:8080/greenstone3/library/sites/localsite/collect/unesco/index/assoc/HASH0100.dir/The case for indigenous West African food culture.pdf;jsessionid=DD0B63DCE5AF8EA42BF1BDBFAEC0A1E2](https://specialcollections.nust.na:8080/greenstone3/library/sites/localsite/collect/unesco/index/assoc/HASH0100.dir/The%20case%20for%20indigenous%20West%20African%20food%20culture.pdf;jsessionid=DD0B63DCE5AF8EA42BF1BDBFAEC0A1E2)
- SPF Affaires étrangères. (2023, juin 23). Le mil : Une culture prometteuse pour la production alimentaire, la création d'emplois et l'adaptation au climat. SPF Affaires étrangères - Commerce extérieur et Coopération au Développement. <http://diplomatie.belgium.be/fr/politique/themes-politiques/sous-la-loupe/le-mil-une-culture-prometteuse-pour-la-production-alimentaire-la-creation-demplois-et-ladaptation-au-climat>
- , mai 22). Évolution des prix et des marges dans la chaîne alimentaire : Une analyse du mécanisme de transmission des prix pour la Belgique (2024). <https://economie.fgov.be/fr/publications/evolution-des-prix-et-des-0>
- SPF Santé publique. (2016a, janvier 27). Denrées alimentaires sans gluten. SPF Santé publique. <https://www.health.belgium.be/fr/alimentation/aliments-specifiques/aliments-pour-des-groupes-specifiques/denrees-alimentaires-sans>
- SPF Santé publique. (2016b, mars 7). HACCP. SPF Santé publique. <https://www.health.belgium.be/fr/alimentation/securite-alimentaire/dangers-microbiologiques-et-hygiene/haccp-autocontrôle-et-0>
- SPF Santé publique. (2021, juin 4). Nutri-Score pour les professionnels. SPF Santé publique. <https://www.health.belgium.be/fr/nutri-score-pour-les-professionnels>
- Stabel, . (2025). Structure of the Population. <https://statbel.fgov.be/en/themes/population/structure-population>
- Steg, L., Bolderdijk, J. W., Keizer, K., & Perlaviciute, G. (2014). An Integrated Framework for Encouraging Pro-environmental Behaviour : The role of values, situational factors and goals. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.01.002>
- Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour : An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309-317. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004>

- Taylor, J. R. N., & Taylor, J. (2023). Chapter 17—Sorghum and millets. In P. R. Shewry, H. Koxsel, & J. R. N. Taylor (Éds.), *ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology* (p. 161-171). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95295-8.00039-3>
- Tilly, G. (2010). Pectines. *Techniques de l'Ingénieur*. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/additifs-et-adjuvants-alimentaires-42426210/pectines-f5000/>
- Van Rompaey, S. (2017, mars 3). Snacks : Le paradoxe de la santé. RetailDetail BE. <https://www.retaildetail.be/fr/news/food/snacks-le-paradoxe-de-la-sante-2/>
- Varsha, M. (2022). Taille du marché, part de marché et croissance de l'industrie des snacks sains d'ici 2030. <https://www.marketresearchfuture.com/fr/reports/healthy-snack-market-1729>
- Verive. (2025, juillet 3). PPWR : La nouvelle législation sur les emballages. <https://verive.eu/fr/ppwr/>
- Vincent, A., Grande, F., Compaoré, E., Amponsah Annor, G., Addy, P.A., Aburime, L.C., Ahmed, D., Bih Loh, A.M., Dahdouh Cabia, S., Deflache, N., Dembélé, F.M., Dieudonné, B., Edwige, O.B., Ene-Obong, H.N., Fanou Fogny, N., Ferreira, M., Omaghomi Jemide, J., Kouebou, P.C., Muller, C., ... Charrondière, U.R. (2020). Table de composition des aliments FAO/INFOODS pour l'Afrique de l'Ouest [Jeu de données]. <https://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/faoinfoods-databases/en/>
- Yaroslavov, A. A., Arzhakov, M. S., & Khokhlov, A. R. (2022). The Life Cycle of Polymer Materials : Problems and Prospects. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 92(1), 18-24. <https://doi.org/10.1134/S1019331622010087>
- 江连洲, 刘天一, 宋鹏, 于殿宇, 王立琦, & 杜华楠. (2015). <https://patents.google.com/patent/CN104256391A/en>

ANNEXES

ANNEXE I : Fiches des matières premières

Informations générales	Millet	Baobab en poudre
Fournisseur	Biofresh	Vehgro
Dénomination de vente	Millet entier	Baobab en poudre
Valeurs nutritionnelles (pour 100g)		
Energie	1566 kJ / 370 kcal	1625 kJ / 389 kcal
Matières grasses (dont AGS)	4 g (0,8 g)	6,9 g (3,6 g)
Glucides (dont sucres)	71 g (0 g)	19,7 g (0,2g)
Fibres	3 g	54,2 g
Protéines	11 g	10,8 g
Sel	0,02 g	0 g
Informations générales	Poudre de dattes	Amandes effilées
Fournisseur	VracBIO	Boni
Dénomination de vente	Poudre de dattes séchées	Pulpe de fruit du baobab
Valeurs nutritionnelles (pour 100g)		
Energie	1493 kJ / 353 Kcal	2447 kJ / 592 kcal
Matières grasses (dont AGS)	0,5 g (0,01 g)	49 g (3,7 g)
Glucides (dont sucres)	80 g (74,4 g)	9,5 g (3,9g)
Fibres	11 g	12 g
Protéines	2,7 g	21 g
Sel	0,02 g	0,01 g
Informations générales	Graines de chanvre	Sucre en poudre
Fournisseur	Vehgro	/
Dénomination de vente	Graines de chanvres décortiquées	Sucre blanc en poudre
Valeurs nutritionnelles (pour 100g)		
Energie	2454 kJ / 592 Kcal	kJ / kcal
Matières grasses (dont AGS)	49 g (4,6 g)	0 g (0 g)
Glucides (dont sucres)	4,7 g (1,5 g)	g (100 g)
Fibres	4 g	0 g
Protéines	32 g	0 g
Sel	0,02 g	0 g
Informations générales	Vanille	Amidon De Manioc
Fournisseur	Vehgro	/
Dénomination de vente	Poudre de vanille	Amidon de manioc
Valeurs nutritionnelles (pour 100g)		
Energie	1332 kJ / 353 Kcal	1498 kJ / 358 kcal
Matières grasses (dont AGS)	0,5 g (0,01 g)	0 g (0 g)
Glucides (dont sucres)	80 g (74,4 g)	88,7 g (3,4g)
Fibres	11 g	0,9 g
Protéines	2,7 g	0,2 g
Sel	0.02 g	0 g

ANNEXE II : ANALYSES CHIMIQUES

Mesure du pH

	J0	J15	J30
Étuve (60°C)	5,47	5,18	5,10
Température ambiante (20°C)		NA	5,65

Mesure de l'IA

Incubation	Moyenne essai 1	Moyenne essai 2	Moyenne
J0	8,74	8,80	8,77
J15 (60°C)	10,85	11,90	11,37
J30 (60°C)	17,68	17,47	17,58
J30 (témoin)	8,82	8,78	8,80

Mesure de l'IP

Incubation	Moyenne essai 1	Moyenne essai 2	Moyenne (méq O₂/kg)
J0	102,71	102,67	102,69
J15 (60°C)	122,54	139,81	131,18
J30 (60°C)	159,33	174,07	166,70
J30 (20°C)	107,61	108,36	107,98

IDENTIFICATION DES DANGERS

- **Cause primaire (5M)** : Matériel, méthode, milieu, main d'œuvre (MO), matière premières (MP)
- **Type de danger** : B = Biologique, C = Chimique, P = Physique
- **Matières premières principales** :
 - Millet entier = Mt
 - Amande en poudre déshuillée = A
 - Baobab en poudre = Bb
 - MPA = Matières premières annexes

ÉTAPE 1 : RÉCEPTION & DÉCONDITIONNEMENT DES MP

Types	Dangers	Causes primaires	Causes secondaires		MP concernées
B	Moisissures (Alternaria, Fusarium, Aspergillus)	Matériel, MO	Contamination des plantes, humidité trop élevée au moment du conditionnement pour le transport (P, M) Mauvais conditionnement des MP		Mt ³⁸ , A, Bb ³⁹
		Mycotoxines (aflatoxines)	MO, méthode	Durée de stockage chez le fournisseur trop long de produit contaminés	Mt, A, Bb
	Rongeurs	Matériel	Méthode de séchage non adéquate		Tous
		<i>Salmonella spp.</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, nuisibles	Tous
	Coliformes et <i>E. coli</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production		Tous
		<i>Staphylococcus aureus</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production	Tous
	<i>Bacillus cereus</i>	Matériel	Matière première contaminées, mauvaises conditions de stockage		Tous
C		Résidus d'insecticides	MP, Méthode	Marchandises traitées par l'agriculteur, Non-respect du cahier de charge par le fournisseur	Mt, A
	Désinfectants	Méthode	Contamination possible si les équipements sont mal rincés après le nettoyage.		Tous
		Allergènes ⁴⁰	Méthode, MO	Contaminations croisées chez le fournisseur	Mt, A
P	Corps étranger	Matériel	Matériel d'emballage ou de manutention utilisé		Tous
			MO	Contamination possible lors de la manipulation par le personnel (cheveux, poils, bijoux...)	Tous

³⁸ Coop de France – Métiers du Grain, Fédération du Négoce Agricole, & SYNACOMEX. (2011). Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour la collecte, le stockage, la commercialisation et le transport de céréales, d'oléagineux et de protéagineux (Version août 2011). Direction de l'information légale et administrative. ISBN : 978-2-11-076902-2.

³⁹ James, M., Owino, W., & Imathiu, S. Microbial Contamination and Occurrence of Aflatoxins in Processed Baobab Products in Kenya. *International Journal of Food Science*, 2022

⁴⁰ Autres que ceux présents dans notre produit.

Figure : Dangers relatifs à l'étape de réception et de déconditionnement

ÉTAPE 2 : STOCKAGE DES MPS

Types	Dangers	Causes primaires	Causes secondaires	MP concernées	
B	Mycotoxines (Aspergillus et penicillium)	Milieu, Matériel, MO	Mauvais entretien des locaux, nettoyage des grains inefficace, ventilation non adaptée, MP humide, augmentation de la température de stockage	Tous	
		<i>Salmonella spp.</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production	Tous
	Coliformes et <i>E. coli</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production	Tous	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production	Tous
	<i>Bacillus cereus</i>	Milieu	Poussières, sols	Tous	
		Rongeurs	Milieu	Mauvaise protection ou entretien des locaux	Tous
	Insectes	Milieu	Moyens de stockage non adaptés, température et humidité	Tous	
C		Migration de substances des matériaux d'emballage en contact avec la denrée alimentaire	Matériel	Matériaux d'emballage non conformes	Tous
	Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Matériel, MO	Non-respect des BPH	Tous	

		Insecticides	M	Traitement de désinsectisation, Matériel de désinsectisation, Contamination croisée via le matériel de manutention	Mt, A
	Allergènes	Méthode	Mauvaise identification d'une contamination à l'étape précédente, sécurité des MP (malveillance)		Mt, A, Bb
P		Corps étranger	MO, M	Stockage des MPs inadéquat (ex. à même de sol, non protégés/couverts), personnel distrait	Tous

Figure 52 : Dangers relatifs à l'étape de stockage

ÉTAPE 3 : PRODUCTION

Types	Dangers	Causes primaires	Causes secondaires	MP concernées	
B	<i>Salmonella spp.</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous	
		Coliformes et <i>E. coli</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous
	<i>Staphylococcus aureus</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous	
		<i>Bacillus cereus</i>	Milieu	Poussières, sols	Tous
	Rongeurs	Milieu	Mauvaise protection ou entretien des locaux	Tous	
		Insectes	Milieu	Protection contre les insectes non adaptés (grillages, etc)	
C	Migration de substances des matériaux d'emballage en contact avec la denrée alimentaire	Matériel	Matériaux d'emballage non conformes	Tous	
		Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Matériel, MO	Non-respect des BPH	Tous
	Allergènes	Méthode	Mauvaise identification d'une contamination à l'étape précédente, sécurité des MP (malveillance)	Mt, A, Bb	
P		Corps étranger	MO, M	Stockage des MPs inadéquat (ex. à même de sol, non protégés/couverts), personnel distrait	Tous

ÉTAPE 4 : CONDITIONNEMENT

Types	Dangers	Causes primaires	Causes secondaires	MP concernées	
B	<i>Salmonella spp.</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous	
		Coliformes et <i>E. coli</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous
	<i>Staphylococcus aureus</i>	MO	Mauvaise hygiène du personnel de production, non-respect des BPF	Tous	
		<i>Bacillus cereus</i>	Milieu	Poussières, sols	Tous
	Rongeurs	Milieu	Mauvaise protection ou entretien des locaux	Tous	
		Insectes	Milieu	Protection contre les insectes non adaptés (grillages, etc)	Tous
C	Migration de substances des matériaux d'emballage en contact avec la denrée alimentaire	Matériel	Matériaux d'emballage non conformes	Tous	
		Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Matériel, MO	Non-respect des BPH	Tous
	Insecticides	M	Traitement de désinsectisation, Matériel de désinsectisation, Contamination croisée via le matériel de manutention	Mt, A	
P		Corps étranger	MO, M	Stockage des MPs inadéquat (ex. à même de sol, non protégés/couverts), personnel distrait	Tous

ÉVALUATION DES DANGERS

Utilisation de l'arbre décisionnel se trouvant, l'évaluation des risques à l'aide du guide des BPH rédigé par la DILA

ÉTAPE 1 : RÉCEPTION & DÉCONDITIONNEMENT

Danger	Niveau acceptable	Gravité	Fréquence	Risque	Q1	Q2	Q3	Q4	CCP PA	/
Levures et moisissures	Mt, A : pas de réglementations spécifique	2	2	3	O : garanties et contrôles fournisseur	N	N	/	Non	
Aflatoxines	Mt, A, Bb : 2 µg/ kg pour la B1 et 4 µg/ kg pour le total des aflatoxines	3	2	4	O : garanties et contrôles fournisseur	N	N	/	PA	
THC-Opioides	3mg/kg-20mg/kg	4	1	4	O : garanties et contrôles fournisseur				PA	
Insectes	Absence	2	1	2	O : contrôle à la réception	N	N	/	Non	
Corps étranger	Absence	3	1	3	O : contrôle à la réception	N	N	/	Non	
Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Pas de réglementation spécifique	2	1	2	O : contrôle à la réception	N	N	/	Non	
Allergènes (gluten)	< 20mg/kg (Règlement (UE) n° 828/2014)	4	3	6	O : garanties et contrôles fournisseur	O	/	/	PA	

ÉTAPE 2 : STOCKAGE DES MPS

Danger	Niveau acceptable	Gravité	Fréquence	Risque	Q1	Q2	Q3	Q4	CCP / PA
Levures et moisissures	Mt, A : Pas de réglementation spécifique	2	2	3	O	O	/	/	PA
Aflatoxine	Mt, A, Bb : 2 µg/ kg pour la B1 et 4 µg/ kg pour le total des aflatoxines	4	1	4	O	O	/	/	PA
Nuisibles (rongeurs et insectes)	Mt, A, Bb : Absence	2	1	2	O	N	N	/	Non
Corps étranger	Mt, A, Bb : Absence	3	1	3	O	N	N	/	Non
Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Pas de réglementation spécifique BPH	2	1	2	O	N	N	/	Non

ÉTAPE 3 : PRODUCTION

Danger	Niveau acceptable	Gravité	Fréquence	Risque	Q1	Q2	Q3	Q4	CCP / PA
Développement microbien	Mt ; Bb	3	2	4	O	N	N	/	PA
Corps étranger	Mt, A, Bb : Absence	3	1	3	O	N	N	/	Non
Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Pas de réglementation spécifique BPH	2	1	2	O	N	N	/	Non
Allergènes (gluten)	< 20mg/kg (Règlement (UE) n° 828/2014)	4	1	4	O	N	N	/	PA

ÉTAPE 4 : CONDITIONNEMENT

Danger	Niveau acceptable	Gravité	Fréquence	Risque	Q1	Q2	Q3	Q4	CCP / PA
Corps étranger	Mt, A, Bb : Absence	3	1	3	O	N	N	/	Non
Résidus de solvants de nettoyage et désinfection	Pas de réglementation spécifique BPH	2	1	2	O	N	N	/	Non

DÉTERMINATION DES PRINCIPAUX CCP POUR LA MAÎTRISE DES DANGERS

RECEPTION ET DECONDITIONNEMENT					
CCP/PA	Danger	Surveillance et fréquences	Mesures préventives	Actions correctives	Documentation
PA	Allergènes	Contrôle des lots à la réception	Assurer le bon suivi des systèmes de traçabilité, choix et garanties fournisseurs	Amélioration des systèmes de traçabilité	GBP, documentation des contrôles et mesures effectués
PA	Teneur trop élevée en aflatoxines	Contrôle par un laboratoire extérieur à chaque livraison (avec ou sans analyse croisée). Contrôle des lots reçus.	S'assurer des bonnes pratiques de production et de stockage de nos fournisseurs	Refus de réception et remboursement par le fournisseur	Documents de traçabilité, certificat de conformité et bulletins d'analyses
PA	Teneur trop élevée en THC-Opioides	Contrôle par un laboratoire extérieur à chaque livraison (avec ou sans analyse croisée). Contrôle des lots reçus.	S'assurer des bonnes pratiques de production et de stockage de nos fournisseurs	Refus de réception et remboursement par le fournisseur	Documents de traçabilité, certificat de conformité et bulletins d'analyses

STOCKAGE					
CCP/PA	Danger	Surveillance et fréquences	Mesures préventives	Actions correctives	Documentation
PA	Teneur trop élevée en aflatoxines	Contrôle par un laboratoire extérieur à chaque livraison (avec ou sans analyse croisée). Contrôle systématique des nouveaux lots.	Vérification des analyses laboratoires des fournisseurs pour la conformité au cahier des charges	Refus de réception et remboursement par le fournisseur	Certificat de conformité et bulletins d'analyses
PA	Présence de levures et moisissures	Suivi des températures et du taux d'humidité des cellules de stockage. Contrôle des nouveaux lots : inspection visuelle et olfactive	Formation du personnel et nettoyage des cellules de stockage	Maintenance et ventilation, identification du lot, sensibilisation du personnel	Enregistrement des contrôles

PRODUCTION					
CCP/PA	Danger	Surveillance et fréquences	Mesures préventives	Actions correctives	Documentation
PA	Développement microbien	Calendrier de contrôle des BPF	S'assurer des bonnes pratiques de production	Élimination du lot détérioré	Enregistrement des contrôles
PA	Allergènes (gluten)	Calendrier de contrôle des BPF	Choix des locaux, Traçabilité, contrôles	Écartement des lots non conformes	Enregistrement des contrôles

Analyse des dangers spécifiques aux matières premières et à leur mode de conditionnement⁴¹

Dangers microbiologiques :

- Risque de contamination par des bactéries (Salmonella, Listeria, E. coli), des levures ou des moisissures pendant la production, le stockage ou la manipulation des matières premières, notamment si elles ne sont pas correctement séchées, stockées ou conservées.
- Les céréales, les fruits secs et les fruits à coque peuvent être particulièrement sensibles à la contamination fongique (aflatoxines).
- Les protéines concentrées peuvent être un milieu de culture pour certaines bactéries.

Dangers chimiques :

- Risque de contamination par des pesticides ou des herbicides présents dans les fruits ou les céréales, ou des métaux lourds.
- Risque de présence d'additifs ou de conservateurs indésirables dans les matières premières.
- **Migration de substances depuis l'emballage vers l'aliment**, particulièrement avec des aliments gras, ce qui pourrait être pertinent avec les fruits à coque.

Dangers physiques :

- Présence potentielle de corps étrangers comme des morceaux de bois, de verre, de métal, ou de plastique durant la récolte, la transformation ou le conditionnement.

Allergènes

- Les fruits à coque sont des allergènes majeurs. Il faut donc mentionner sur l'étiquette les allergènes potentiels et prévenir les risques de contamination croisée.

Fraude : Risque de substitution d'ingrédients par des ingrédients moins chers ou de qualité inférieure.

Évaluation du risque

Cette méthode consiste à se poser la question : « Quelle est la prévalence d'un effet négatif dans le produit fini lorsque aucune attention spécifique n'est apportée à ce danger lors de l'étape considérée du processus de production ? »

Prévalence = la possibilité que le danger se produise dans le produit fini si aucune mesure de maîtrise spécifique n'est prise à cette étape ou si les mesures de maîtrise échouent

Effet = l'effet de ce danger sur le produit fini (altération précoce – si inclus dans le champ d'application) ou sur la santé du consommateur

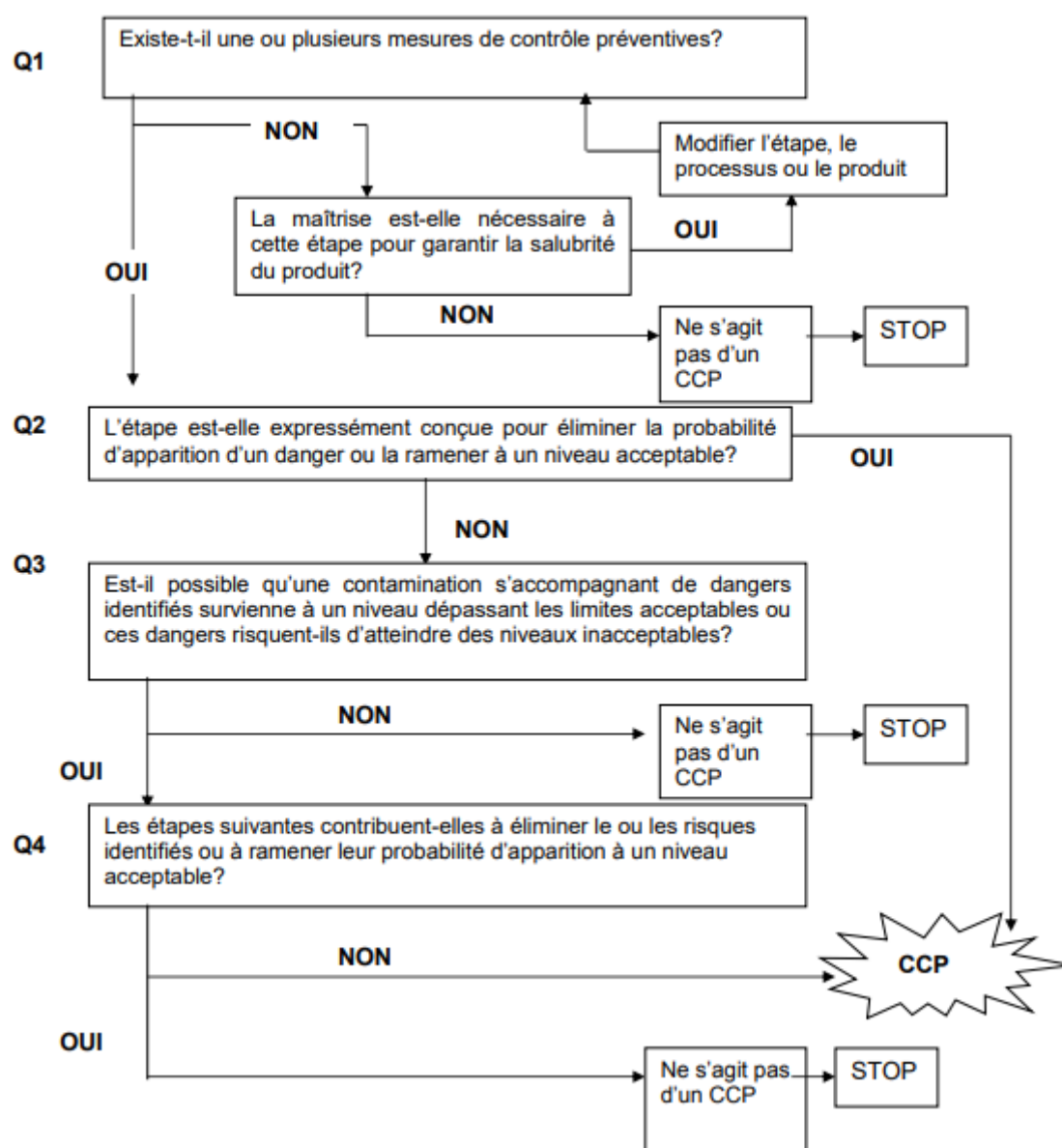
Prévalence				
Grande (4)	4	5	6	7
Réelle (3)	3	4	5	6
Faible (2)	2	3	4	5
Très faible (1)	1	2	3	4
Effet :	Très limité (1)	Moyen (2)	Grave (3)	Très grave (4)

⁴¹ (GPH_cereales_oleagineux_proteagineux, s. d.)

Détermination de l'analyse du risque

- **Catégorie de risques 1 & 2** : pas d'actions spécifiques nécessaires, suffisamment couvert par BPH.
- **Catégorie de risque 3 & 4** : point d'attention (PA) – les PA sont maîtrisés via les instructions de travail BPH et les plans de contrôle BPH avec une fréquence de contrôle inférieure à celle d'un CCP
- **Catégorie de risques 5, 6 & 7** : Point de contrôle critique (CCP) – les CCP sont maîtrisés via un contrôle quasi continu avec enregistrement.

Arbre décisionnel



ANNEXE IV : ENQUETE QUANTITATIVE

Enquête pour l'élaboration d'un petit-déjeuner rapide pour adultes.

Votre avis compte !

Nous sommes deux étudiantes en Master de Technologie Alimentaire et, dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous travaillons sur le développement d'une **préparation instantanée à base de millet et de baobab**. Afin de mieux comprendre vos habitudes et attentes en matière de petit-déjeuner et de collations, nous réalisons cette étude de marché.

Ce questionnaire a pour objectif d'évaluer l'intérêt des consommateurs pour une alternative saine, nutritive et rapide à préparer, tout en valorisant des ingrédients issus du patrimoine culinaire africain. Vos réponses nous permettront d'affiner notre concept et de proposer un produit qui répond réellement à vos besoins.

Cela ne vous prendra que quelques minutes (± 3 minutes) et vos réponses resteront entièrement anonymes. Merci pour votre participation précieuse !

** Indique une question obligatoire*

1. Dans quelle région habitez-vous ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Europe *Passer à la question 2*
☐ Afrique
☐ Autre

Profil

2. Quel est votre âge ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ 18 - 29
☐ 30 - 39
☐ 40 - 49
☐ 50 et plus

6. Dans quelle tranche de revenus vous situez-vous ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Moins de 1500 €/mois
☐ Entre 1500€ et 2000 €/mois
☐ Entre 2000 et 2500 €/mois
☐ Entre 2500 et 3000 €/mois
☐ Plus de 3000 €/mois

7. Comment décririez vous votre style de vie (actif, sédentaire, etc.) ? *



Une seule réponse possible.

1 2 3 4 5

Pas ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Activité physique très élevée

Habitudes alimentaires

Cette section nous permettra d'élaborer un produit qui s'adapte au mieux à vos besoins.

3. Quel est votre sexe ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Masculin
☐ Féminin
☐ Je ne souhaite pas le préciser

4. Dans quelle région de la Belgique vous situez-vous ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Bruxelles
☐ Flandre
☐ Wallonie
☐ Je n'habite pas en Belgique

5. Quelle est votre activité professionnelle ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Employé de bureau, cadre et professions intellectuelles (ex. enseignant)
☐ Artisan, commerçant et chef d'entreprise
☐ Agriculteur exploitant
☐ Profession libérale
☐ Ouvrier
☐ Étudiant (e) / chercheur(se)
☐ Sans emploi

8. Vous préférez votre petit-déjeuner : *

Une seule réponse possible.

1 2 3
Cha ☐ ☐ ☐ Froid

9. A quelle fréquence prenez-vous un petit déjeuner ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Tous les jours
☐ Au moins 5 fois par semaine
☐ Au moins 3 fois par semaine
☐ Moins d'une fois par semaine

10. Combien de temps êtes vous prêt consacrer à la préparation de votre petit-déjeuner ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Moins de 5 minutes
☐ Entre et 5 à 10 minutes
☐ Entre 10 à 15 minutes

11. Qu'est-ce qui vous empêche de prendre un petit-déjeuner régulier ou un repas équilibré lorsque vous êtes pressé(e) ? *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ Le temps de cuisine / manque de temps
☐ Vous oubliez de prévoir tout ce qu'il vous faut à l'avance
☐ Le manque d'idée
☐ La variété limitée dans les céréales pour porridge
☐ Rien ne m'en empêche

Intérêt pour la bouillie instantanée

12. Avez-vous déjà consommé des produits similaires au porridge (bouillie) instantanée ? *



Une seule réponse possible.

- ☐ Non
☐ Oui

13. Si oui, quel est votre mode de préparation ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Cuisson à la casserole
☐ Cuisson au micro-ondes
☐ Cuisson à l'eau chaude (instantané)
☐ La méthode overnight
☐ Sans cuisson
☐ Autre : _____

17. Sous quel format préférez vous consommer ce type de petit-déjeuner ? *

Une seule réponse possible.



☐ Portion individuelle prêt à consommer (ex. yaourt, riz au lait...)



☐ Portion individuelle à cuisiner



☐ Portion individuelle à reconstituer (ex. par ajout d'un liquide chaud)

14. Quels sont les 3 arguments qui vous persuaderaient d'essayer un porridge (ou une bouillie) instantané pour adulte ? *

Plusieurs réponses possibles.

- ☐ La mention "sans sucre ajoutés"
☐ La mention "sources de protéines"
☐ La mention "riches en fibres"
☐ L'intérêt nutritionnel (l'aspect complet)
☐ L'aspect "naturel" (sans additifs)
☐ L'utilisation d'une céréale autre que l'avoine (le millet)

15. A quelle fréquence seriez-vous prêt (e) à consommer un porridge instantané pour adulte ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Tous les jours
☐ Au minimum 5 fois par semaine
☐ Au minimum 3 fois par semaine
☐ Moins de 2 fois par semaine

16. Dans quelle situation souhaiteriez vous consommer ce petit-déjeuner ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Le matin avant de quitter la maison
☐ Au bureau avant de commencer la journée
☐ Sur le chemin du travail/de l'école
☐ À la maison
☐ Autre : _____

18. Où aimeriez-vous acheter ce type de produit (supermarchés, magasins bio, en ligne, etc.) ? *

Une seule réponse possible.



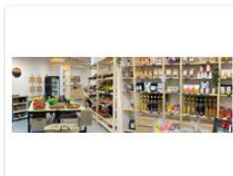
☐ Supermarchés (Delhaize, colruyt...)



☐ Magasins Bio



☐ En ligne



☐ Épicerie spécialisée (denrées africaines, asiatiques...)

19. Quel prix seriez-vous prêt(e) à payer pour une portion individuelle de porridge complet ? *

Une portion équivaut à un bol, soit environ 250 à 300 ml

Une seule réponse possible.

- ☐ Entre 1€ et 1,99€
☐ Entre 2€ et 2,99€
☐ Entre 3€ et 3,99€
☐ Entre 4€ et 4,5€

20. Quel bénéfice recherchez-vous dans ce type de produit ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Une portion généreuse
☐ L'intérêt nutritionnel
☐ Une préparation rapide et facile
☐ Autre : _____

25. Souhaitez-vous être recontacté ultérieurement pour une éventuelle dégustation ? Si oui, veuillez nous laisser votre adresse mail dans l'espace "autre". *

Une seule réponse possible.

- ☐ Non
☐ Autre : _____

21. Avez-vous déjà entendu parlé du millet ou du baobab ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui, le millet
☐ Oui, le baobab
☐ Oui, les deux
☐ Aucun des deux

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Forms

22. Avez-vous des a priori concernant la consommation de porridge/bouillie pour un adulte ? *

Une seule réponse possible.

- ☐ Oui
☐ Non

23. Si oui, pourquoi ? (En quelques mots) *

Conclusion

24. Souhaitez-vous partager vos commentaires ou suggestions avec nous ?

ANNEXE V : ENQUÊTE QUANTITATIVE

ANNEXE VI : TEST DE FAISABILITÉ

ÉVALUATION SENSORIELLE ET TEST D'USAGE D'UNE PRÉPARATION INSTANTANÉE A BASE DE CÉRÉALE

Nous vous remercions pour votre participation. Vous êtes invité(e) à évaluer les deux produits proposés dans votre environnement domestique habituel. Veuillez respecter le protocole indiqué pour la préparation du produit, puis remplir le questionnaire d'évaluation ci-joint.

Informations générales

- Veuillez tester chaque échantillon à des jours différents.
- Pour chaque test, le liquide à utiliser est **l'eau OU le lait** (ou la boisson végétale de votre choix).
N'utilisez pas de boisson végétale au soja !
- Veuillez utiliser le formulaire adéquat pour chaque test.
- Notez le numéro de votre pot sur les pages.
- Chronométrez votre temps de préparation.
- Suivez le mode d'emploi ci-contre.

Liste des ingrédients

Préparation instantanée à base de millet et de baobab

Ingrédients : Millet*, poudre de dattes, graines de chanvre, amandes*, graines de pavot, amidon de manioc, éclats de baobab (pulpe de baobab en poudre 3%, eau, sucre vanillé, amidon de manioc), poudre de vanille, sel.

Allergènes* : gluten, soja, noix

Les échantillons sont des préparations instantanées conditionnées en portions individuelles. Il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses - nous voulons simplement savoir ce que VOUS pensez.

Merci de bien vouloir renvoyer vos réponses avant le **25 juillet** (scan ou photo) à l'une des adresses suivantes :

⇒ a.dalmeida@student.uliege.be
⇒ nicole.ilboudo@student.uliege.be

Instructions pour la cuisson au micro-ondes

1. Retirez complètement le couvercle.
(N'oubliez pas de lancer le chrono !)
2. Ajoutez le liquide jusqu'à la ligne indiquée sur le pot. Mélangez bien.
3. Posez le pot entre le centre du plateau et son extrémité :
4. Faites chauffer au micro-ondes à puissance maximale (~900 watts) pendant 90 secondes.
5. Remuez, puis laissez reposer 3 minutes.
6. Remuez et dégustez.
(N'oubliez pas de stopper le chrono !)

Attention : Le pot et son contenu peuvent être très chauds. La puissance des micro-ondes peut varier ; le temps de cuisson peut donc nécessiter un ajustement.

Le pot est conçu pour un usage unique seulement.

EVALUATION SENSORIELLE DU PRODUIT

TEST À L'EAU - POT N°...

EVALUATION DE L'APPARENCE

À quel point l'apparence du produit vous plaît-elle après sa préparation ?

1 Je n'aime pas du tout	2	3 Neutre	4	5 J'aime beaucoup

Décrivez avec vos propres mots l'aspect (vue) du produit :

EVALUATION DES ARÔMES (ODEUR)

Aimez-vous l'odeur du produit après préparation ?

1 Je n'aime pas du tout	2	3 Neutre	4	5 J'aime beaucoup

Comment décriez-vous l'odeur ? (plusieurs choix possibles)

☐ Naturelle ☐ Artificielle ☐ Intense ☐ Faible
(peu perceptible) ☐ Autre :

EVALUATION DU GOUT

Appréciez-vous le goût du produit ?

1 Je n'aime pas du tout	2	3 Neutre	4	5 J'aime beaucoup

Cochez les saveurs perçues (plusieurs choix possibles) :

☐ Sucré ☐ Vanillé ☐ Amer (ex. le chocolat noir est amer) ☐ Acide (ex. le citron est acide)

☐ Autre :

Préférez-vous consommer le produit :

☐ Froid ☐ Tiède ☐ Très chaud

Précisez pourquoi :

.....

EVALUATION DE LA TEXTURE EN BOUCHE

Aimez-vous la texture du produit ?

1 Je n'aime pas du tout	2	3 Neutre	4	5 J'aime beaucoup

Cochez les sensations ressenties (plusieurs choix possibles) :

☐ Crémeux ☐ Pâteux ☐ Granuleux ☐ Avec morceaux ☐ Autre :

Commentaires (facultatif) :

Texture :

VOTRE EXPERIENCE

TEST À L'EAU - POT N°...

PREPARATION DU PRODUIT

Avez-vous rencontré des difficultés à préparer le produit ?

☐ Oui ☐ Non *Si oui, lesquelles ?*

.....

Le temps de préparation vous a semblé :

☐ Trop long ☐ Correct

Combien de temps avez-vous mis entre l'ouverture du produit et la dégustation ?

☐ Environ 5 minutes

☐ Environ 7 minutes

☐ Environ 10 minutes

☐ Autre : minutes

DEGUSTATION

Avez-vous terminé votre portion ?

☐ Oui

☐ Non
Pourquoi ?

Vous sentez-vous rassasié(e) après avoir mangé ce produit ?

☐ Vraiment pas assez ☐ Pas assez ☐ Juste assez ☐ Trop ☐ Vraiment trop

Préférez-vous une texture :

☐ Plus liquide ☐ Moins liquide ☐ Non, c'était bien comme ça

IMPRESSION GÉNÉRALE

Quelle est votre appréciation globale sur la qualité du produit ?

☐ Pas assez satisfait ☐ Neutre ☐ Satisfait
☐ Très satisfait

Comment évaluez votre le plaisir procurer par la consommation du produit ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Consommez-vous habituellement des produits similaires ?

☐ Oui
☐ Non

Ce produit vous semble-t-il adapté à une consommation quotidienne ?

☐ Oui A quelle fréquence ? (ex. X jours /7)
.....

☐ Non ☐ Peut-être Pourquoi ?
.....

Seriez-vous prêt(e) à l'acheter ? Si oui, quelle somme seriez-vous prêt à dépenser ?

☐ Oui
☐ Non ☐ Peut-être Si oui, à quel prix ?
:

Dans quelle catégorie placerez-vous ce produit ?

(ex : petit-déjeuner, collation, porridge, bouillie, dessert...)

Avez-vous des idées ou suggestions pour améliorer ce produit ?
.....
.....
.....
.....

ÉVALUATION SENSORIELLE DU PRODUIT

TEST AU LAIT (ou BV) - POT N°...

ÉVALUATION DE L'APPARENCE

À quel point l'apparence du produit vous plaît-elle après sa préparation ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Décrivez avec vos propres mots l'aspect (vue) du produit :
.....
.....

ÉVALUATION DES ARÔMES (ODEUR)

Aimez-vous l'odeur du produit après préparation ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Comment décrirez-vous l'odeur ? (plusieurs choix possibles)

☐ Naturelle ☐ Artificielle ☐ Intense ☐ Faible
(peu perceptible) ☐ Autre :

Page 3 sur 6

EVALUATION DU GOUT

Appréciez-vous le goût du produit ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Cochez les saveurs perçues (plusieurs choix possibles) :

☐ Sucré ☐ Vanillé ☐ Amer (ex. le chocolat noir est amer) ☐ Acide (ex. le citron est acide)

☐ Autre :

Préférez-vous consommer le produit :

☐ Froid ☐ Tiède ☐ Très chaud

Précisez pourquoi :
.....

ÉVALUATION DE LA TEXTURE EN BOUCHE

Aimez-vous la texture du produit ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Cochez les sensations ressenties (plusieurs choix possibles) :

☐ Crémeux ☐ Pâteux ☐ Granuleux ☐ Avec morceaux ☐ Autre:.....

Commentaires (facultatif) :

Texture :

VOTRE EXPERIENCE

TEST AU LAIT (ou BV) - POT N°...

PRÉPARATION DU PRODUIT

Quel liquide avez-vous utilisé (veuillez spécifier la marque) ?

☐ Lait (écrémé, entier...) Marque utilisée :
.....

☐ Boisson végétale (riz, coco, amande, avoine, ...) Marque utilisée :

Avez-vous rencontré des difficultés à préparer le produit ?

☐ Oui ☐ Non Si oui, lesquelles ?
.....
.....

Le temps de préparation vous a semblé :

☐ Trop long ☐ Correct

Combien de temps avez-vous mis entre l'ouverture du produit et la dégustation ?

☐ Environ 5 minutes ☐ Environ 7 minutes
☐ Environ 10 minutes ☐ Autre : minutes

DEGUSTATION

Avez-vous terminé votre portion ?

☐ Oui

☐ Non Pourquoi ?

Vous sentez-vous rassasié(e) après avoir mangé ce produit ?

☐ Vraiment pas assez ☐ Pas assez ☐ Juste assez ☐ Trop ☐ Vraiment trop

Préférez-vous une texture :

☐ Plus liquide ☐ Moins liquide ☐ Non, c'était bien comme ça

IMPRESSION GÉNÉRALE

Quelle est votre appréciation globale sur la qualité du produit ?

☐ Pas assez satisfait ☐ Neutre ☐ Satisfait
☐ Très satisfait

Comment évaluez votre le plaisir procurer par la consommation du produit ?

1	2	3	4	5
Je n'aime pas du tout		Neutre		J'aime beaucoup

Page 4 sur 6

