

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1954 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

CDE Start-up

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité/Option : Production et Transformation Laitière

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème

**Valorisation des grains d'avoine (*Avena sativa L.*) par leurs utilisations
en industrie laitière**

Présenté par :

- BOUYEDDA Lamis
- AOUISSI Rawnak

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. TOUATI Hassane	Président	MCB	Université 8 Mai 1945 – Guelma
Dr. AGAG Salah	Examineur	MAA	Université 8 Mai 1945 – Guelma
Dr. BENTBOULA Moncef	Encadrant	MCB	Université 8 Mai 1945 – Guelma
Dr. BOUFELFEL Sihem	Représentante CDE	Dr. Pr	Université 8 Mai 1945 – Guelma

Année universitaire 2024-2025

Remerciements

*Avant tout, nous exprimons notre profonde gratitude à **Allah**, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la force, la patience et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à **Monsieur BENTEBOULA Moncef**, Docteur à l'Université du 8 Mai 1945 de Guelma, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses conseils avisés et son soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont également à **Monsieur TOUATI Hassane**, Docteur à l'Université du 8 Mai 1945 de Guelma, pour l'honneur et le plaisir qu'il nous a faits en acceptant de présider le jury de soutenance, malgré ses nombreuses responsabilités. Nous lui exprimons toute notre gratitude et notre respect.*

*Nous tenons aussi à remercier **Monsieur AGAG Salah**, Docteur à la même université, pour avoir accepté, malgré l'éloignement, de faire le déplacement afin de participer à l'évaluation de ce mémoire. Son implication et la pertinence de son analyse nous ont profondément honorés.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Madame SOUDANI Siham**, Docteure à l'Université du 8 Mai 1945 de Guelma, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail. Nous lui exprimons notre reconnaissance la plus sincère.*

*Nous remercions chaleureusement toute l'équipe de Pole Pro, et tout particulièrement **Madame SOUDANI Ahlam**, pour leur engagement dans ce projet, ainsi que pour leur soutien précieux, tant sur le plan opérationnel que méthodologique.*

Enfin, nous adressons nos remerciements à l'ensemble des enseignants et du personnel administratif de l'Université du 8 Mai 1945 de Guelma, plus particulièrement les enseignants de la Faculté de l'SNV-STU, pour la qualité de l'enseignement et l'encadrement dont nous avons bénéficié tout au long de notre parcours universitaire.

Dedicate

*Praise be to Allah, as numerous as His blessings upon us,
as vast as the hope He planted in our hearts,
and as many as the paths He paved to guide our way*



*Today... I stand holding in my hands the fruit of years of effort,
a flood of indescribable emotions, and memories of days filled with both
hardship and hope*



*To those who shared in the joy of this milestone,
who made it their mission to be part of my most beautiful day —*

♥ welcome♥

*And if there is any gratitude due, it must first go to my tireless self,
who never gave up on me, not even once.*

To the one whose name I carry with pride — my beloved father,

♥**Amar**♥ who instilled in me strength,

*and to the one who was my refuge through life's hardships,
whose embrace held all my dreams and hopes — my dearest mother,*

♥**Dounia**♥.

to my siblings, who were the light in the darkest of times:

Abdeljalil, Mohamed Younes, and my sweet youngest, Nidhal.

*To the one I always wished could witness this day — **my grandmother**, may
Allah have mercy on her soul —.*

And finally, to my dearest friends and companions on this journey:

Imane, Soundous, Farah, Safa, Jouta

♥for every laugh that eased a burden♥,
♥for the unforgettable moments we shared♥
and for everyone who left a mark on my journey — thank you.

وأخيرًا

اللهم انفعني بما علمتني، وانفع بي،

فالحمد لله على حسن التمام والختام

BOUYEDDA Lamis

Dédicace

Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Clément.

Par Sa grâce infinie, j'ai pu mener à bien ce travail que je dédie avec amour, gratitude et respect à :

***Mes parents bien-aimés**, ma mère Souhila et mon père Amar, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices silencieux et leur soutien sans faille. Votre foi en moi a été le socle de ma persévérance.*

***Mon directeur de mémoire, M. Benteboula Moncef**, pour sa bienveillance, ses conseils avisés et sa disponibilité continue. Votre encadrement a été pour moi une lumière guidance et une grande source d'inspiration.*

***Mes frères** : Abdeljalil, Abdel-Koudous, Abdelbasset, pour leur présence fraternelle et leurs encouragements constants.*

***Mes sœurs** : Amina, Djoumana, D'Jalila, Jaydaa, dont les mots réconfortants et la présence discrète mais solide ont porté mes efforts dans les moments les plus exigeants.*

***Mes chères amies** : Hadil, Ikram, Maya, Hind, Dounia..., pour vos sourires, votre écoute et ces moments partagés qui ont rendu cette aventure plus douce et lumineuse.*

***Ma partenaire de recherche, Lamis**, pour sa rigueur, sa créativité et son engagement collaboratif. Ton esprit d'équipe a enrichi ce travail bien au-delà de l'objectif académique.*

***Ma tante bien-aimée, Chahra**, pour son affection chaleureuse, ses conseils avisés et son soutien indéfectible — une seconde mère dans l'ombre.*

***L'équipe de l'unité d'Edough** (Assia, Mohamed, Chérif...), pour leur accompagnement technique, leurs échanges stimulants et leur générosité professionnelle.*

*Enfin, je prie Dieu de faire de ce modeste travail un effort utile, et d'accorder à chacun de vous paix, santé et réussite. **Puisse-t-Il bénir vos vies comme vous avez béni la mienne.***

Avec toute ma reconnaissance.

Rawnak

Liste des abréviations

FAO : Food and Agriculture Organization

UE : Union Européenne.

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

AFNOR : Association françaises de normalisation

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Beyond : Nom d'entreprise ou marque citée comme fournisseur d'équipements.

Oatly : Marque suédoise pionnière du lait d'avoine.

UHT : Ultra Haute Température.

PCA: Plate Count Agar.

VRBG : Violet Red Bile Glucose.

GIPLAIT : Groupe industriel des produits laitiers.

FTAM : Flore Mésophile Aérobie Totale

°D : Degré Dornic

P.C : point de congélation

EST : extrait sec total

pH : potential hydrogène

Table des matières :

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction1

Première partie : Recherche bibliographique

Chapitre 1 : Généralités

1. Historique.....	3
2. Définition et structure de la graine.....	3
2.1. Définition.....	3
2.2. Structure de la graine.....	4
3. Description biologique... ..	4
3.1. Caractéristiques des feuilles.....	4
3.2. Caractéristiques des inflorescences.....	5
3.3. Caractéristiques de la graine.....	5
3.4. Système racinaire.....	6
4. la classification botanique	6
5. La nomenclature.....	6
6. Cycle de vie	6
7. Types d'avoine cultivée.....	7
8. Composition nutritionnelle et valeur énergétique.....	7
8.1. Composition nutritionnelle	7
8.2. Les principaux composants de l'avoine.....	8
8.2.1. Les protéines	8
8.2.2. L'amidon	8

8.2.3. Les Fibres.....	8
8.2.4. Les lipides.....	8
8.3. Valeur énergétique	9
9. La production mondiale d'avoine	9
10. L'importance de la culture de l'avoine en Algérie.....	11
11. Évolution de la production	11

Chapitre 2 : Fabrication de lait d'avoine et son utilisation

1. Lait d'avoine : Fabrication et applications	12
1.1. Définition.....	12
1.2. Comparaison entre le lait traditionnel et le lait d'avoine	13
1.3. Comparaison des propriétés physiques du lait de vache et du lait d'avoine	13
1.4. Comparaison nutritionnelle entre le lait d'avoine disponible dans le commerce et le lait de vache (par portion de 240 ml)	13
1.5. Les opportunités du lait d'avoine.....	14
1.5.1. Une alternative pour les végétariens	14
1.5.2. Une solution pour l'intolérance au lactose.....	15
1.5.3. Enrichissement nutritionnel du lait d'avoine	15
1.6. Processus de fabrication du lait d'avoine	16
1.6.1. Étapes principales	16
1.6.2. Présentation des schémas	17
1.7. Produits finis et emballages de la ligne de transformation du lait d'avoine.....	19
1.7.1. Lait d'avoine en brique	19
1.7.2. Lait d'avoine en brique classique (Brick carton).....	19
1.7.3. Lait d'avoine en bouteilles ou en canettes.....	20
1.8. Machines clés de la ligne de traitement du lait d'avoine.....	21
1.8.1. Machine de blanchiment.....	21
1.8.2. Machine de broyage	21
1.8.3. Cuves enzymatiques.....;	22
1.8.4. Séparateur centrifuge à décanteur.....;	23

1.8.5. Cuves de mélange	24
1.8.6. Unité d'homogénéisation, de dégazage et de stérilisation	25
1.8.7. Réservoirs aseptiques	26
1.8.8. Machine de remplissage	26
2. Les glaces	27
2.1. Généralités	27
2.2. Définition des glaces	27
2.3. Caractéristiques des glaces véganes.....	28
2.4. Valeur nutritionnelle des glaces véganes	28

Chapitre 3 : Utilisation et recyclage des résidus

1. Biscuits protéinés à base de sous-produit de lait d'avoine	29
1.1. Généralité	29
1.2. Définition de L'OMB.....	29
1.3. Préparation de la farine de sous-produit du lait d'avoine (OMB).....	29
1.3.1. Séchage.....	29
1.3.2. Broyage	30
1.4. Préparation des biscuits OMB enrichis à la farine de pois chiches.....	30
1.4.1. Préparation des farines... ..	30
1.4.2. Formulation de la pâte.....	30
1.4.3. Façonnage.....	30
1.4.4. Cuisson... ..	30
1.4.5. Refroidissement et conditionnement... ..	31
1.5. Composition nutritionnelle des biscuits OMB.....	31
1.6. Bienfaits des biscuits à base de sous-produit de lait d'avoine (OMB) enrichis en farine de pois chiche.....	32
1.7. Modification du profil glucidique et calorique	32
2. L'avoine en dermatologie.....	33
2.1. Généralités	33
2.2. Définition.....	33
2.3. Applications dermatologiques.....	33
2.4. Bienfaits du savon à l'avoine	34

Deuxième : Partie Pratique

Matériel et méthodes

1. Objectifs	35
2. Lieu de travail.....	35
3. Matériels et méthodes.....	36
3.1. Matériels..... ;	36
3.1.1. Matériel végétal	36
3.1.2. Matériel non végétal.....	36
3.2. Méthodes	36
3.2.1. Préparation du lait d'avoine cru.....	36
3.2.2. Préparation de dessert à base de lait d'avoine	39
3.2.3. Préparation des glaces à base de lait d'avoine.....	41
3.2.4. Préparation des cookies énergétiques à base de résidu de lait d'avoine et de poudre de pois chiche.....	42
3.2.5. Fabrication des produits cosmétiques.....	42
3.2.5.1. Fabrication de savon moulé à base de pulpe d'avoine filtrée et d'huiles naturelles	43
3.2.5.2. Fabrication de la crème nourrissante pour le visage à la cire d'abeille, aux huiles naturelles et à la pulpe d'avoine.....	45
4. Analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.....	45
4.1. Lait d'avoine.....	46
4.1.1. Analyses physico-chimiques	46
4.1.2. Analyses microbiologiques.....	52
4.1.3. Analyse sensorielle.....	54
4.2. Dessert à base de lait d'avoine.....	55
4.2.1. Analyses physico-chimiques.....	55
4.2.2. Analyse sensorielle.....	56
4.3. Savon moulé à base de pulpe d'avoine.....	57

Résultats et discussion

1. Lait d'avoine... ..	58
1.1. Résultats des analyses physique-chimique de lait d'avoine	58
1.1.1. Le ph.....	58

1.1.2. L'acidité titrable...	59
1.1.3. La teneur en protéines...	59
1.1.4. La conductivité électrique	59
1.1.5. Le point de congélation	59
1.1.6. La teneur en sucres (°Brix)	60
1.2. Les analyses microbiologiques	60
2. Crème dessert	61
2.1. Analyse comparative des paramètres physico-chimiques du dessert à base de lait d'avoine...	62
2.1.1. pH	62
2.1.2. Teneur en sucre	62
2.1.3. Extrait sec total (EST)	63
3. Savon naturel à base de lait d'avoine et d'huile de sésame	63
4. Crème de peau naturelle à base d'avoine	64
Conclusion et Perspectives	67
Références bibliographiques	68

Annexe

Liste des figures :

Figure 1. Le mûrissement de l'avoine	4
Figure 2. Structure de la graine d'avoine	4
Figure 3. Diagrammes représentes les techniques de la préparation du lait d'avoine... ..	18
Figure 4. Emballage de lait d'avoine en brique.....	19
Figure 5. Emballage de Lait d'avoine en brique classique	20
Figure 6. Lait d'avoine en bouteilles ou en canettes.....	21
Figure 7. Broyeur colloïdal pour lait d'avoine... ..	22
Figure 8. Cuve d'hydrolyse enzymatique pour lait d'avoine	23
Figure 9. Séparateur centrifuge à décanteur.....	24
Figure 10. Farine OMB et farine de pois chiches utilisées pour la préparation des biscuits OMB... ..	31
Figure 11. Laiterie Edough Annaba.....	36
Figure 12. Étapes de la préparation de lait d'avoine.....	38
Figure 13. Les étapes de la préparation de dessert à base de lait d'avoine... ..	40
Figure 14. Les étapes de la fabricationde savon moulé à base de pulpe d'avoine filtrée et d'huiles naturelles... ..	41
Figure 15. Fabrication de la crème nourrissante pour le visage	42
Figure 16. Mesure du pH et la température par pH mètre	47
Figure 17. Détermination de l'acidité titrable... ..	48
Figure 18. Détermination de la densité	49
Figure 19. Mesure de teneur en protéine (par Lactoscan).....	49
Figure 20. Mesure de la teneur en sucres (°Brix).....	50
Figure 21. Détermination de l'extrait sec total... ..	51
Figure 22. Mesure de la conductivité (par la Conductimètre).....	52

Figure 23. Analyses microbiologiques de lait d'avoine.....	54
Figure 24. Mesure du pH et la température de dessert par mètre.....	56
Figure 25. Mesure de la teneur en sucres (BRIX°) de dessert.....	56
Figure 26. Détermination de l'extrait sec total (EST) de dessert.....	56
Figure 27. Mesure du pH du savon.....	57

Liste des tableaux :

Tableau 1. Composition nutritionnelle de la graine l'avoine entière	8
Tableau 2. Valeur énergétique de L'avoine.....	9
Tableau 3. Production mondiale d'avoine en milliers de tonnes, moyenne sur cinq ans, total et pourcentage du total mondiale.....	10
Tableau 4. Analyse comparative	13
Tableau 5. Comparaison des propriétés physiques du lait de vache et du lait d'avoine	13
Tableau 6. Comparaison nutritionnelle entre le lait d'avoine (Oatly) et le lait de vache	14
Tableau 7. Composition nutritionnelle pour 100 g de glace à base de jus d'avoine fermenté au kéfir nature	28
Tableau 8. Ingrédients utilisés dans la préparation des biscuits OMB	31
Tableau 9. Composition nutritionnelle des biscuits OMB enrichis à la farine de pois chiches.....	32
Tableau 10. Matériels, réactifs et milieu culture utilisés pour les analyses du lait d'avoine	56
Tableau 11. Résultats des analyses physique-chimique de lait d'avoine.....	58
Tableau 12. Résultat des analyses Microbiologique de lait d'avoine... ..	60
Tableau 13. Résultats des paramètres physico-chimiques des crèmes desserts élaborés à partir de lait d'avoine... ..	62

Résumé

Face à une transformation mondiale des habitudes de consommation, portée par une prise de conscience croissante des enjeux liés à la santé, à la durabilité et aux intolérances alimentaires, les produits d'origine végétale, et notamment les laits végétaux, connaissent un essor remarquable. Parmi eux, le lait d'avoine se distingue par sa richesse en antioxydants, en acides gras essentiels et en composés phénoliques. Il constitue une alternative particulièrement adaptée aux régimes végétaliens, flexitariens ou aux personnes souffrant d'intolérance au lactose ou de maladie cœliaque. L'avoine, classée cinquième céréale la plus produite au monde, représente une ressource agricole stratégique aux multiples applications alimentaires. Dans le cadre de ce projet, plusieurs produits ont été développés à partir de lait d'avoine issu de grains entiers, selon une méthode saine et durable. Les analyses physico-chimiques ont révélé des caractéristiques nutritionnelles intéressantes : acidité titrable de 5 °D, pH de 6,51, extrait sec total de 5,45 %, humidité de 94,55 %, densité de 1,016 g/cm³, conductivité de 1,68 mS/cm et point de congélation de – 0,280 °C. Ce lait est faible en sucres (0,4 °Brix) et présente une teneur en protéines de 2,34 %, ce qui en fait une option équilibrée sur le plan nutritionnel. À partir de ce lait, une crème dessert végétale a été formulée, affichant un pH neutre de 7,00, un extrait sec de 21,31 %, un taux de sucre relativement élevé (17,1 °Brix) et une humidité de 78,69 %, offrant ainsi une texture onctueuse et un goût agréable sans sucre ajouté industriel. Dans une démarche zéro déchet, les résidus solides issus de la production ont été valorisés pour fabriquer un savon cosmétique naturel enrichi en huiles végétales, notamment en huile d'olive, lui conférant une couleur jaune naturelle et des propriétés hydratantes. Ce savon présente un pH de 8,51, légèrement basique, convenant à la plupart des types de peau.

Mots-clés : Valorisation, avoine, lait végétal, intolérance au lactose, zéro déchet.

Abstract

In response to a global shift in consumption habits driven by growing awareness of health, sustainability, and food intolerances, plant-based products—particularly plant-based milks—are gaining significant momentum. Among these alternatives, oat milk stands out for its richness in antioxidants, essential fatty acids, and phenolic compounds. It offers a particularly suitable option for individuals following vegan or flexitarian diets, or those with lactose intolerance or celiac disease. Oats, ranked as the fifth most produced cereal worldwide, represent a strategic agricultural resource with numerous food applications. Within this project, several products were developed using oat milk extracted from whole grains, following a healthy and sustainable method. Physico-chemical analyses revealed promising nutritional characteristics: titratable acidity of 5 °D, pH of 6.51, total solids content of 5.45 %, moisture content of 94.55 %, density of 1.016 g/cm³, electrical conductivity of 1.68 mS/cm, and freezing point of -0.280 °C. The oat milk is low in sugar (0.4 °Brix) and has a protein content of 2.34 %, making it a nutritionally balanced option. Based on this milk, a plant-based dessert cream was formulated, with a neutral pH of 7.00, total solids content of 21.31 %, a relatively high sugar level (17.1 °Brix), and moisture content of 78.69 %, resulting in a creamy texture and pleasant taste without industrial sugar additives. In line with a zero-waste approach, the solid residues from production were upcycled to produce a natural cosmetic soap enriched with vegetable oils, particularly olive oil, giving it a natural yellow hue and moisturizing properties. The soap has a pH of 8.51, slightly alkaline and suitable for most skin types.

Keywords: Valorization, oat, plant-based milk, lactose intolerance, zero waste

الملخص

في ظلّ التحول العالمي في أنماط الاستهلاك، الناتج عن تزايد الوعي بقضايا الصحة والاستدامة والتحسّسات الغذائية، تشهد المنتجات النباتية، وعلى وجه الخصوص الحليب النباتي، توسعاً ملحوظاً. ويُعدّ حليب الشوفان من بين أكثر هذه البدائل تميّزاً، بفضل غناه بمضادات الأكسدة، والأحماض الدهنية الأساسية، والمركّبات الفينولية. كما يُعدّ خياراً مناسباً للأشخاص الذين يتبعون نظاماً غذائياً نباتياً، مرناً أو الذين يعانون من عدم تحمّل اللاكتوز أو داء السيلياك. يُعتبر الشوفان، المصنّف خامس أكثر الحبوب إنتاجاً على مستوى العالم، مورداً زراعياً إستراتيجياً بفضل استخداماته المتعددة في الصناعات الغذائية. وفي هذا المشروع، تمّ تطوير عدة منتجات انطلاقاً من حليب الشوفان المستخرج من الحبوب الكاملة، باستخدام طريقة إنتاج صحية ومستدامة. أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية خصائص غذائية واعدة، منها: حموضة قابلة للمعايرة بقيمة 5 درجات دورنيك (°D)، $pH = 6.51$ ، مادة جافة كلية = 5.45%، رطوبة = 94.55%، كثافة = 1.016 غ/سم³، موصلية كهربائية = 1.68 mS/cm، ونقطة تجمّد قدرها -0.280 °م. يتميّز هذا الحليب بانخفاض محتواه السكري (0.4 بريكس) ونسبة بروتين تبلغ 2.34%، ما يجعله خياراً غذائياً متوازناً. وقد استُخدم هذا الحليب في إعداد كريمة تحلية نباتية، ذات pH معتدل (7.00)، ومحتوى جاف قدره 21.31%، ومعدل سكري مرتفع نسبياً (17.1% بريك، ورطوبة 78.69%، مما يمنح المنتج ملمساً ناعماً ومذاقاً مستساغاً دون استعمال سكريات مصنّعة. تماشياً مع نهج "صفر نفايات"، تمّ استغلال المخلفات الصلبة الناتجة عن الإنتاج في تصنيع صابون تجميلي طبيعي غني بالزيوت النباتية، لاسيما زيت الزيتون، الذي أكسبه لوناً أصفر طبيعياً وخواصّ ترطيبية فعالة. أظهر الصابون درجة $pH = 8.51$ ، ما يجعله قاعدياً قليلاً ومناسباً لمعظم أنواع البشرة.

الكلمات المفتاحية: بثمين، الشوفان، الحليب النباتي، عدم تحمّل اللاكتوز، صفر نفايات

Introduction

Introduction

Dans un contexte mondial marqué par une prise de conscience croissante en matière de santé, de durabilité et d'intolérances alimentaires, les comportements de consommation évoluent en faveur d'alternatives plus respectueuses de l'environnement. Les produits d'origine végétale, et en particulier les laits végétaux, se distinguent par leur faible empreinte écologique, leurs émissions réduites de gaz à effet de serre et leur adéquation aux principes du développement durable (**Yu *et al.* ; 2023**).

Ce secteur est en pleine croissance, stimulé par une demande accrue pour des aliments à la fois sains et écologiques. De nombreuses formulations enrichies en composés bioactifs sont développées, apportant des bienfaits fonctionnels tels que la prévention du vieillissement cellulaire, la réduction du risque de certaines pathologies, ou l'amélioration de la qualité nutritionnelle (**Yu *et al.* ; 2023**).

L'intérêt pour le lait végétal s'est considérablement renforcé au cours des dernières années, en tant qu'alternative saine et durable au lait animal. Il se distingue par sa faible teneur en graisses saturées et sa richesse en composés bioactifs comme les phénols, les antioxydants et les acides gras essentiels. Cette évolution s'inscrit dans un contexte d'adhésion croissante aux régimes végétariens, végétaliens ou flexitariens (**Le *et al.* ; 2025**).

Aux États-Unis, par exemple, la population suivant un régime végétal a connu une augmentation de 600 % entre 2014 et 2017, traduisant un changement majeur dans les préférences alimentaires. Le marché du lait végétal a ainsi atteint une valeur de 27,3 milliards de dollars en 2022, avec une projection à 44,8 milliards d'ici 2027 (**Le *et al.* ; 2025**). Les matières premières les plus utilisées dans ce secteur sont l'avoine, les amandes et le soja.

Parmi elles, l'avoine se distingue par sa composition nutritionnelle exceptionnelle : teneur élevée en protéines, richesse en acides aminés essentiels, lipides (majoritairement insaturés) entre 6 et 10 %, et forte concentration en bêta-glucane, un composant fonctionnel aux nombreux bienfaits pour la santé (**Alemayehu *et al.* ; 2023**).

Cinquième céréale produite dans le monde, l'avoine — historiquement utilisée comme fourrage — bénéficie aujourd'hui d'une valorisation accrue dans l'industrie alimentaire (14

% de la production mondiale). Son usage remonte aux tribus germaniques du premier siècle avant de se généraliser à l'échelle mondiale (**Zhou *et al.* ; 2023**).

L'avoine est consommée sous forme de flocons, de farine, de bouillie, ou intégrée dans les pains et encas. Ces dernières années, les boissons à base d'avoine (lait, yaourts végétaux, smoothies) ont gagné en popularité, représentant une alternative de choix au lait animal, notamment pour les personnes souffrant de la maladie cœliaque, d'allergies ou d'intolérance au lactose.

Malgré l'essor des laits végétaux, des perspectives de recherche demeurent, notamment l'optimisation des procédés de transformation et la valorisation des sous-produits, en particulier dans les contextes locaux. Le lait d'avoine présente de fortes potentialités, tant nutritionnelles que technologiques, notamment dans la fabrication de desserts végétaux et de produits cosmétiques.

Ce manuscrit est structuré en deux parties distinctes :

- La première partie, de nature théorique, est organisée en trois chapitres. Le premier chapitre présente des informations générales sur la plante étudiée. Le deuxième chapitre est consacré à la fabrication du lait d'avoine ainsi qu'à ses applications alimentaires. Le troisième chapitre aborde la valorisation et le recyclage des résidus solides issus du processus de production.
- La deuxième partie, à caractère expérimental, décrit :
 - les objectifs de l'étude,
 - les matériels et méthodes utilisés,
 - puis expose les résultats obtenus accompagnés de leur interprétation critique. Cette partie se clôture par une conclusion générale synthétisant les principaux apports du travail.

Ce travail vise à produire un lait d'avoine à partir de grains d'avoine entiers, élaborer un dessert végétal à base de ce lait, valoriser les résidus solides issus de sa fabrication dans la formulation de produits cosmétiques simples, dans une logique zéro déchet.

Ce projet s'inscrit dans une démarche durable et novatrice, alignée sur les nouvelles tendances de consommation végétale et écoresponsable.

Première partie
Recherche bibliographique

Chapitre I
Généralités

1. Historique

L'avoine (*Avena sativa L.*) était potentiellement un aliment sauvage consommé par les chasseurs-cueilleurs du Paléolithique (**Lippi et al.; 2015**), avant de s'intégrer dans l'agriculture en tant que mauvaise herbe du blé et de l'orge durant la période néolithique (**Murphy et Hoffman, 1992**).

En tant que mauvaise herbe, l'avoine avait la capacité de dominer les champs de blé et d'orge et, il y a environ 2 000 ans, elle a commencé à être cultivée comme une culture agricole à part entière (**Harlan, 1982 ; Murphy et Hoffman, 1992**).

Plusieurs facteurs ont favorisé son acceptation dans les systèmes agricoles européens précoces, notamment sa capacité à bien se développer dans les climats froids et les zones marginales (**Moore Colyer, 1995**).

Les grains d'avoine étant un aliment idéal pour les chevaux, leur culture a été fortement demandée durant toute la période où les chevaux représentaient un élément clé du transport et de l'industrie (**Murphy et Hoffman, 1992**).

Les premières traces d'avoine ont été découvertes en Égypte et parmi les habitants des lacs de l'ancienne Suisse (**Coffman, 1961**). Treize espèces et sous-espèces, toutes appartenant à la famille des Graminées, genre *Avena*, sont reconnues, comme indiqué dans le Bulletin technique 1100 du Département de l'Agriculture des États-Unis.

Aujourd'hui, l'espèce la plus cultivée et populaire dans le monde est *Avena sativa L.*, représentant plus de 75 % des cultivars mondiaux (**Coffman, 1961**).

2. Définition et structure de la graine

2.1. Définition

L'avoine est une céréale appartenant à la famille des Poaceae, reconnue pour sa richesse en fibres, glucides complexes, protéines, minéraux et bêta-glucane.

Elle constitue une source essentielle de nutriments, utilisée tant pour l'alimentation humaine que l'alimentation animale, et joue un rôle clé dans la régulation du cholestérol et de la glycémie (**Agryco, 2024**).

L'avoine se distingue des autres céréales, étant l'une des sources les plus riches en fibres alimentaires parmi les grains appartenant à la famille des Poaceae (Butt *et al.*; 2008).



Figure 1. Le mûrissement de l'avoine (Matt, 2009).

2.2. Structure de la graine

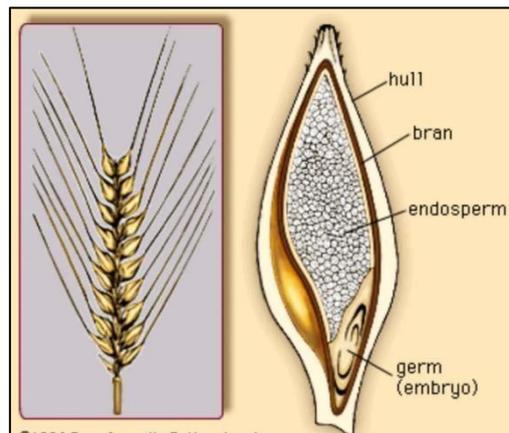


Figure 2. Structure de la graine d'avoine (Gurveen, 2020).

3. Description biologique

L'avoine (*Avena sativa L.*) est une plante monocotylédone caractérisée par une tige cylindrique et dressée, dont la hauteur varie entre 25 et 150 cm.

Elle possède des fleurs hermaphrodites, regroupant à la fois les organes mâles et femelles et dont la pollinisation est assurée par le vent (*auto-pollinisation*).

3.1. Caractéristiques des feuilles

- Glabres, de 2 à 10 mm de largeur, entourant les tiges.
- Présence d'une ligule blanche de 2 à 5 mm à leur insertion sur la tige.

3. 2. Caractéristiques des inflorescences

- Panicules lâches, mesurant 8 à 30 cm de long.
- Portant des épillets contenant deux à trois fleurs, de 20 à 25 mm de long.

3. 3. Caractéristiques de la graine

a. La balle

- La balle d'avoine reste attachée au grain à maturité.
- Elle contient des tissus essentiels au développement précoce du grain (photosynthétiques et vasculaires).
- À maturité, elle devient sèche, cassante et inactives métaboliquement.
- Elle constitue en moyenne 25 % du poids sec du grain (parfois jusqu'à 36 %).
- Non utilisée traditionnellement dans l'alimentation humaine.
- Utilisée industriellement (ex: production de furfural) et pour l'alimentation animale.
- Les fibres de balle d'avoine sont aujourd'hui utilisées comme ingrédient alimentaire (**Webster et Wood, 2011**).

b. Le son

Autour du gruau se trouvent les tissus qui constituent le son. Les couches externes du gruau (le son) contiennent la majeure partie des minéraux, des vitamines, du phytate et de l'activité antioxydante du grain, la plupart étant localisés dans la couche d'aleurone (**Webster et Wood, 2011**).

c. L'endosperme amylacé

Le tissu le plus volumineux dans toutes les céréales. Chez l'avoine, il peut représenter jusqu'à 70 % du poids du gruau mûr. Il constitue la principale zone de stockage de l'amidon, des protéines, des lipides et du bêta-glucane (**Webster et Wood, 2011**).

d. Le germe

- Le germe (ou embryon) est la dernière fraction issue du broyage commercial.
- Il comprend l'axe embryonnaire (coleoptile, coleorhiza) et le scutellum.

- Structure vivante et métaboliquement active, à l'origine de la plante.
- Le scutellum contient deux tissus : parenchyme (>80 % du poids) et épithélium.
- Le parenchyme stocke les nutriments, l'épithélium les absorbe lors de la germination.
- Des tissus vasculaires se forment pour transporter les nutriments vers l'embryon (Webster et Wood, 2011).

3. 4. Système racinaire

- L'avoine peut développer des racines adventices au niveau des nœuds.
- Son système racinaire fasciculé est très développé, pouvant atteindre plus de 1,5 m de profondeur (Husson *et al.*; 2012).

4. la classification botanique

Règne: Plantae (Haeckel, 1866).

Division: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida / Equisetopsida (Agardh, 1825).

Ordre: Cyperales (Small, 1903).

Famille: Poaceae (Barnhart, 1895).

Genre : *Avena* (1753).

Espèce : *Avena Sativa* L. (1753).

5. La nomenclature

Nom Latin : *Avena Sativa*

Nom Français : Avoine cultivée

Nom Anglais: Oats, Common Oats, Wild Oats

Famille : Poacées (Graminées), (Guide de production sous régime biologique, 2009)

6. Cycle de vie

L'avoine est une plante annuelle peu photosensible dont la floraison survient 4 à 5 mois après le semis, en fonction de la variété et des conditions agroécologiques. La période de floraison dépend principalement de la date d'implantation.

- **Installation selon les régions**

- a. Dans les Tanety des Hautes Terres**

- Semis effectué aux premières pluies (octobre-novembre) pour une utilisation en couverture végétale en février-mars.
- Floraison principalement après une première culture de cycle court (haricot) ou dans une culture de cycle moyen (soja), en intercalaire en février-mars.
- La floraison débute en juin, avec une récolte prévue d'août à octobre.

- b. Au lac Alaotra et dans le Moyen-Ouest**

- Semis sur Tanety aux premières pluies (novembre-décembre), entraînant une floraison en mars-avril.
- Dans les zones maintenant une humidité suffisante (bourelets de berge et baiboho), le semis peut être réalisé en mars-avril, avec floraison en août et récolte en octobre (**Husson *et al.*; 2012**).

7. Types d'avoine cultivée

L'avoine (*Avena sativa L.* et *Avena strigosa*) est une graminée annuelle appartenant à la famille des Poaceae.

- a. *Avena sativa L.***

Hexaploïde, originaire d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient(**Husson *et al.*;2012**).

- b. *Avena strigosa L.***

- Originaire de l'ouest de la Méditerranée(*Espagne, Portugal*).
- Seule avoine diploïde, largement utilisée dans les programmes de création variétale.
- Plus rustique que *Avena sativa L.*, avec des graines plus petites(**Husson *et al.*;2012**).

8. Composition nutritionnelle et valeur énergétique

8.1. Composition nutritionnelle

La Composition nutritionnelle de l'avoine :

Tableau 1. Composition nutritionnelle de la graine l'avoine entière (Usman *et al.*; 2010).

Composants	Avoine entière
Protéines	15-17 %
Amidon et sucres	59 - 70%
Fibres	~ 12 %
Matière grasse	~ 4.5 %
Cendres	~ 3.5 %
β-Glucane	2 - 6 %
Cellulose	~ 14 %
Lignine	~ 2.4 %

8.2. Les principaux composants de l'avoine

8.2.1. Les protéines

L'avoine contiennent un pourcentage élevé de protéines d'avoine et une composition équilibrée en acides aminés, ce qui les rend hautement nutritifs par rapport à d'autres céréales (Sangwan *et al.*; 2014).

8.2.2. L'amidon

Les grains d'avoine contiennent entre 40 et 60 % d'amidon, avec un rendement de récupération variant de 70 à 90 %. Comparé à celui d'autres céréales, l'amidon d'avoine présente une teneur en amylose similaire à celle des amidons de blé et de maïs (Webster et Wood, 2011)

8.2.3. Les Fibres

L'avoine présente un profil très équilibré des fibres alimentaires solubles et insolubles. Une consommation élevée de fibres alimentaires est positivement liée à plusieurs effets médicaux et nutritionnels préventifs (Sangwan *et al.*; 2014).

8.2.4. Les lipides

Une teneur élevée en lipides dans l'avoine la distingue des autres céréales et constitue une bonne source d'acides gras essentiels insaturés. Le pourcentage varie de 3,1 à 10,9 %, mais dans certaines variétés riches en huile, il peut atteindre jusqu'à 15 %.

Les triglycérides constituent le principal composant des lipides, et les phospholipides, glycolipides et stérols sont également présents en quantités considérables (Sangwanet *al.*; 2014).

8.3. Valeur énergétique

L'avoine contient plusieurs variétés de nutriment, ces derniers sont cités dans le tableau :

Tableau 2. Valeur énergétique de L'avoine (Anses, 2020).

Composants	Avoine (100g)
Energie, Règlement de	1590
Energie, Règlement de	378
Carbohydrate (g)	55,7
Fibres (g)	10,6
Calcium (mg)	54
Magnésium (mg)	177
Chloride (mg)	70
Phosphore (mg)	523
Potassium (mg)	429
Sodium (mg)	2
Zinc (mg)	3,97
Vitamine E (mg)	1,09
Vitamine B1 (mg)	0,76
Vitamine B2(mg)	0,14
Vitamine B3 (mg)	0,96
Vitamine B5 (mg)	1,35
Vitamine B6(mg)	1,12
Vitamine B9 (mg)	56

9. La production mondiale d'avoine

L'avoine occupe actuellement la sixième place parmi les principales céréales cultivées dans le monde, après le maïs, le blé, l'orge, le sorgho et le millet (Webster et Wood, 2011).

Le tableau suivant présente l'évolution de la production d'avoine dans plusieurs pays entre 2000 et 2009, mettant en évidence des variations significatives selon les régions.

Tableau 3. Production mondiale d'avoine en milliers de tonnes, moyenne sur cinq ans, total et pourcentage du total mondiale (Webster et Wood, 2011).

Continent	Pays	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	Moyenne sur cinq ans	(%) du total mondial
Amérique Du nord	Canada	3,389	2,691	2,911	3,377	3,467	3,283	3,852	4,700	4,300	3,736	15
	United States	2,165	1,707	1,684	2,096	1,679	1,667	1,359	1,330	1,287	1,626	7
Amérique Du sud	Brazil	330	277	390	413	433	517	475	475	475	463	2
	Argentine	645	645	500	348	508	350	400	470	500	415	2
Asie	China	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	2
	Kazakhstan	80	218	100	100	140	140	140	160	160	136	1
Afrique	Afrique	473	523	505	525	542	546	563	537	537	543	2
		Récolte de l'année										

10. L'importance de la culture de l'avoine en Algérie

L'avoine occupe une place importante dans l'agriculture algérienne, notamment dans les régions de l'intérieur, telles que les Hauts Plateaux.

Selon les données du Ministère de l'Agriculture (2019), l'avoine est cultivée sur une superficie estimée à 68 095,5 hectares, ce qui la classe au quatrième rang des cultures agricoles, après le blé dur, qui couvre environ 1 314 014 hectares.

11. Évolution de la production

- La production annuelle moyenne entre 1961 et 2014 était de 59 644 tonnes ;
- 1991 a enregistré la production la plus élevée, atteignant 128 142 tonnes ;
- Les prévisions indiquent que la production pourrait dépasser 58 000 tonnes dans les années à venir.

Ces données s'inscrivent dans le cadre des efforts visant à renforcer la production agricole nationale et à réduire la dépendance aux importations, notamment dans le secteur céréalier.

Le Ministère de l'Agriculture met en œuvre des stratégies d'amélioration de la productivité, en :

- Soutenant les agriculteurs ;
- Fournissant des semences améliorées ;
- Introduisant des techniques agricoles modernes.

Chapitre II
Fabrication de lait d'avoine
et son utilisation

1. Lait d'avoine : Fabrication et applications

1.1. Définition

Le lait d'avoine a été développé pour la première fois par des scientifiques suédois dans les années 1990, avec la création de la première marque de lait d'avoine, Oatly.

Ce produit a été conçu pour offrir une alternative écologique au lait traditionnel, adaptée aux personnes souffrant d'intolérance au lactose tout en réduisant les émissions de carbone associées à la production de lait d'origine animale (Yu *et al.*; 2023).

Aujourd'hui, le lait d'avoine est devenu un substitut végétal majeur, largement adopté par les consommateurs. Outre Oatly, plusieurs autres marques commercialisent ce produit à travers le monde, notamment :

- Vitasoy (Chine) ;
- Alpro (Royaume-Uni) ;
- Pacific (États-Unis) ;
- Simpli (Finlande) ;
- Pure Harvest (Australie) (Yu *et al.*; 2023)

a. Valeur nutritionnelle

- Le lait d'avoine est riche en :
- Acides gras essentiels ;
- Protéines ;
- Minéraux et vitamines ;
- Fibres alimentaires ;
- Micronutriments.

b. Bienfaits pour la santé (Yu *et al.*; 2023)

- Réduction de la glycémie ;
- Diminution du cholestérol ;

- Effet préventif contre certaines maladies (dont certains types de cancer)

1. 2. Comparaison entre le lait traditionnel et le lait d'avoine

Le lait d'avoine et le lait traditionnel diffèrent en termes de

- Propriétés nutritionnelles ;
- Technologie de transformation ;
- Effets sur la santé et biodisponibilité ;
- Acceptation par les consommateurs.

Tableau 4. Analyse comparative (Yu *et al.*; 2023).

Lait traditionnel	Lait d'avoine
Protéines de haute qualité	Lait d'origine végétale
Valeur nutritionnelle élevée	Faible empreinte carbone
Longue durée de conservation	Présence de substances bioactives
Meilleure stabilité	Bienfaits pour la santé
Contient du lactose (intolérance possible)	Convient aux végétariens

1.3. Comparaison des propriétés physiques du lait de vache et du lait d'avoine

Tableau 5. Comparaison des propriétés physiques du lait de vache et du lait d'avoine (Yu *et al.*; 2023).

Type de lait	Viscosité [m Pa·s]	Indice de blancheur (L * A * B *)	Indice de débit	D32 [µm]	D43 [µm]	Taux de séparation (%h)	Durée	Saveur
Lait de vache	3.15	81.89	1.00	0.36	0.6	3.9	Réfrigérer à 4 °C pendant 24 à 120 h	Une saveur douce et une sensation crémeuse en bouche
Lait d'avoine	6.77	60.21	0.89	1.7	3.8	40.1	Réfrigéré à 4 °C pendant 28 jours	Saveur d'avoine

1. 4. Comparaison nutritionnelle entre le lait d'avoine disponible dans le commerce et le lait de vache (par portion de 240 ml)

Tableau 6. Comparaison nutritionnelle entre le lait d'avoine (Oatly) et le lait de vache (Maekinen *et al.*; 2016).

Type de lait	Énergie (kcal)	Protéines (g)	Matières grasses (g)	Glucides (g)	Fibres (g)	Fortification
Lait de vache	153.6	7.92	9.36	11.04	-	-
Lait d'avoine	84	2.4	1.68	15.6	1.92	Ca, D2, B2, B12

1. 5. Les opportunités du lait d'avoine

1. 5. 1. Une alternative pour les végétariens

Depuis le milieu du XXe siècle, le végétarisme a gagné en popularité à travers le monde, notamment en raison de ses impacts positifs sur la protection de l'environnement et le bien-être animal (Allès *et al.*; 2017).

a. Statistiques

- Moins de 10 % de la population européenne est végétarienne, mais la tendance est en forte croissance à l'échelle mondiale (Baroni *et al.*; 2019).
- Le lait d'avoine constitue un excellent choix pour les végétariens, car il est exclusivement issu de végétaux.
- Toutefois, une attention particulière doit être portée à son supplémentation nutritionnelle, notamment chez les enfants et adolescents (Escobar-Saez *et al.*; 2022).

b. Autres populations concernées

- Le lait d'avoine est également privilégié par les personnes souffrant d'intolérance au lactose ou d'allergies aux protéines de lait, ce qui constitue l'une des principales raisons de son adoption dans un régime végétarien.

1. 5. 2. Une solution pour l'intolérance au lactose

Bien que les produits laitiers soient une source essentielle de nutriments, ils peuvent provoquer des réactions indésirables chez certaines personnes, notamment des allergies et une intolérance au lactose (Jeske *et al.*; 2018).

a. Prévalence mondiale

- Environ 70 % de la population mondiale présente une capacité réduite à digérer le lactose (Bibliothèque nationale de médecine des États-Unis, 2020).
- En Asie de l'Est, l'intolérance peut concerner 70 à 100 % de la population (Aydar *et al.*; 2020).

b. Avantage du lait d'avoine

- Sans lactose, il évite les troubles digestifs tels que diarrhée et flatulences ;
- Convient aux personnes sensibles, leur permettant de bénéficier des bienfaits nutritionnels du lait végétal sans inconfort.

1. 5. 3. Enrichissement nutritionnel du lait d'avoine

Lors du choix entre le lait de vache et les substituts végétaux, les consommateurs prennent principalement en compte leur valeur nutritionnelle.

a. Nutriments essentiels

-Le lait est naturellement riche en Calcium, Protéines, Minéraux et Vitamines A et B ;

Bien que le lait d'avoine soit intéressant sur le plan nutritionnel, il présente une quantité et une biodisponibilité inférieure pour certains micronutriments. Pour compenser, il peut être enrichi afin d'améliorer son apport en nutriments essentiels.

b. Stratégies d'enrichissement

- Activation des métabolites secondaires des plantes :

Ce procédé, basé sur des régulations de stress abiotique, favorise la production de composés bioactifs à effets antioxydants et anti-inflammatoires, pouvant également être appliqué à l'enrichissement de l'avoine (Sharma *et al.*; 2022a ; 2022c).

a. Supplémentation en calcium

Les oxalates et phytates présents dans l'avoine forment des complexes avec le calcium, limitant son absorption. L'ajout de tricitrate de calcium permet d'améliorer sa biodisponibilité (Shkembi et Huppertz, 2021).

b. Ajout de probiotiques

Les bifidobactéries et *Lactobacillus* améliorent la biodisponibilité du calcium en hydrolysant les liaisons glycosidiques dans l'intestin (Dubey et Patel, 2018).

c. **Production d'acides gras à chaîne courte** : Stimule la solubilité du calcium, optimisant son absorption (Aydar *et al.*; 2020).

1. 6. Processus de fabrication du lait d'avoine

1. 6. 1. Étapes principales (Patel et Ghosh, 2015)

- a. **Nettoyage des grains** : Élimination des impuretés et des résidus présents sur les grains d'avoine.
- b. **Trempage** : Les grains sont immergés dans de l'eau tiède pendant une nuit entière, facilitant leur ramollissement et leur transformation.
- c. **Préparation du mélange** : L'avoine trempée est utilisée dans un rapport de 1:4 (avoine: eau) et placée dans un mixeur à haute vitesse.
- d. **Mixage** : Le mélange est mixé à vitesse moyenne-haute pendant 30 à 45 secondes, permettant une pulvérisation homogène sans transformation en pâte.
- e. **Filtration** : Passage du mélange à travers un tissu de mousseline, afin de séparer les fibres solides du liquide.
- f. **Extraction du lait d'avoine** : Le liquide filtré constitue le lait d'avoine pur.

- g. Chauffage :** Le lait obtenu est chauffé à 60°C pendant 5 minutes, améliorant sa stabilité et conservation.
- h. Refroidissement et conservation :** Après chauffage, le lait est refroidi à température ambiante, puis stocké au réfrigérateur pour une meilleure conservation.
- i. Diagramme de flux pour la préparation du lait d'avoine**

Il existe plusieurs méthodes et techniques permettant de préparer le lait d'avoine, chacune variant selon :

- j.** Les étapes du procédé ;
- k.** Les outils utilisés ;
- l.** Le résultat souhaité en termes de texture et de goût.

1. 6. 2. Présentation des schémas : Les trois schémas ci-dessous illustrent les différentes approches de fabrication du lait d'avoine, offrant une vue détaillée des processus impliqués.

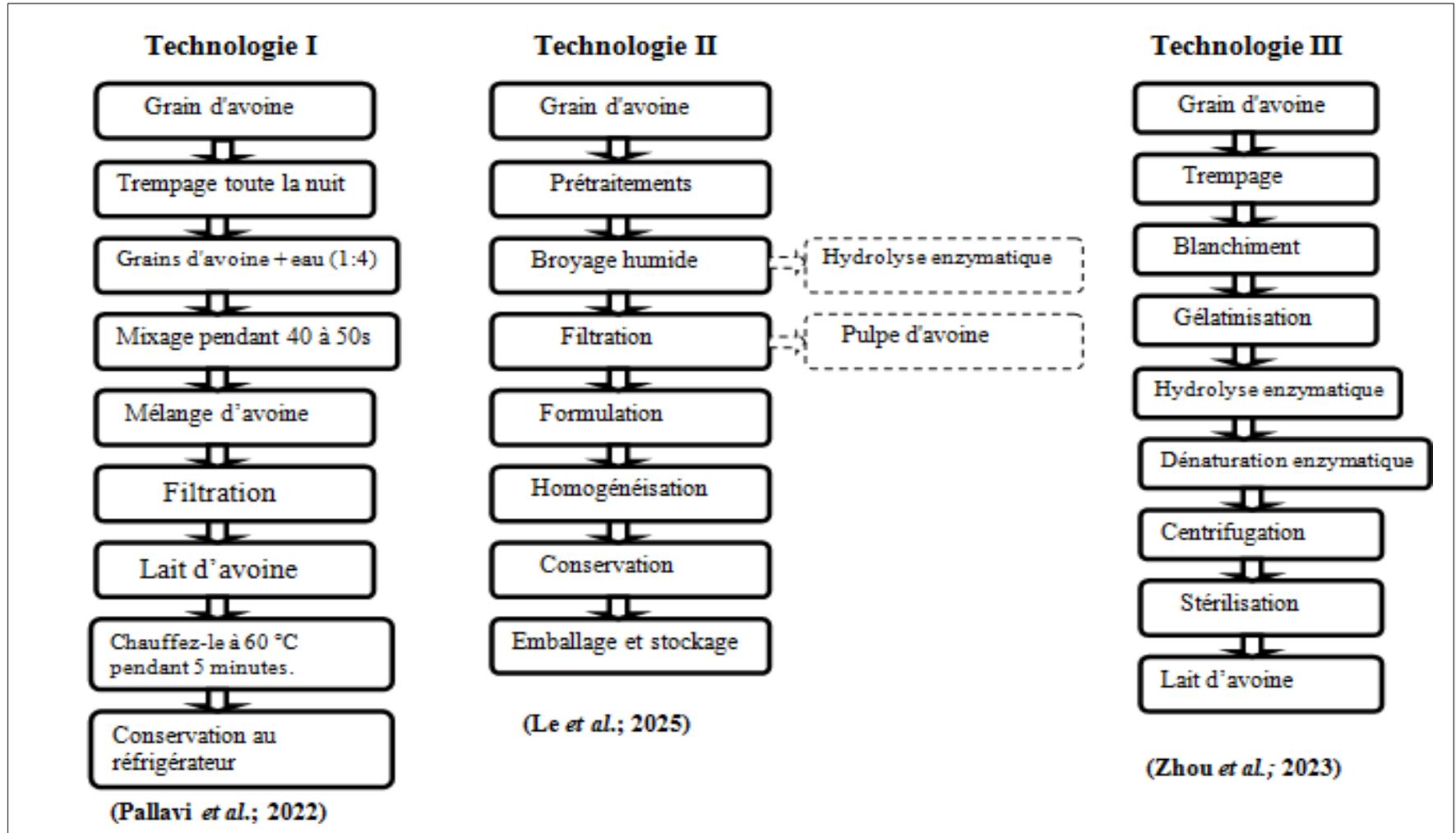


Figure 3. Diagrammes représentés les techniques de la préparation du lait d'avoine.

1. 7. Produits finis et emballages de la ligne de transformation du lait d'avoine

1. 7. 1. Lait d'avoine en brique (gable top)

Ce type d'emballage est conçu pour assurer une protection optimale du lait d'avoine tout en facilitant sa distribution et conservation (Beyond, 2012).

a. Procédé de transformation :

Pasteurisation du lait d'avoine, garantissant une qualité microbiologique stable.

Remplissage à froid dans des cartons, préservant les propriétés organoleptiques du produit.

b. **Durée de conservation** : 5 à 7 jours au réfrigérateur, sous une température contrôlée.



Figure 4. Emballage de lait d'avoine en brique (Beyond, 2012).

1. 7. 2. Lait d'avoine en brique classique (Brick carton)

Après l'incorporation des ingrédients, le lait d'avoine subit un traitement UHT (Ultra Haute Température) avant d'être conditionné dans des briques.

a. Avantages du procédé aseptique :

- Stérilisation complète, garantissant une qualité microbiologique stable.
- Stockage à température ambiante, sans besoin de réfrigération immédiate.
- Durée de conservation prolongée, allant de 6 mois à 1 an.



Figure 5. Emballage de Lait d'avoine en brique classique (Beyond, 2012).

1. 7. 3. Lait d'avoine en bouteilles ou en canettes

Le lait d'avoine est d'abord pasteurisé, puis conditionné à chaud dans des bouteilles ou des canettes (Beyond, 2012)

a. Processus de stérilisation :

- Pasteurisation initiale, garantissant la stabilité microbiologique.
- Remplissage à chaud, préservant les qualités organoleptiques.
- Stérilisation secondaire après remplissage, réalisée par autoclave ou tunnel de refroidissement.

b. Durée de conservation : Jusqu'à 12 mois, assurant une longue préservation du produit sans altération majeure.



Figure 6. Lait d'avoine en bouteilles ou en canettes (Beyond, 2012).

1. 8. Machines clés de la ligne de traitement du lait d'avoine

1. 8. 1. Machine de blanchiment

Le blanchiment des flocons d'avoine est une étape essentielle permettant :

- L'inactivation des enzymes naturellement présentes, préservant ainsi la qualité du produit.
- Le ramollissement des flocons, facilitant le broyage ultérieur et optimisant le rendement.

a. Paramètres du procédé : Température : 90°C, Durée : 5 minutes.

b. Méthodes de blanchiment : Réservoir de trempage en acier inoxydable SUS304, Machine de blanchiment à vis, garantissant une distribution uniforme de la chaleur et une meilleure efficacité du procédé (Beyond, 2012).

1. 8. 2. Machine de broyage

Le broyage est une étape clé permettant d'obtenir une pâte homogène, adaptée aux différentes formulations du lait d'avoine.

a. Méthodes utilisées : Broyeur colloïdal, Machine de broyage humide.

b. Processus de broyage : L'avoine est mélangée à de l'eau avant d'être broyée pour obtenir une texture fluide et homogène. Le broyeur colloïdal, fabriqué en acier inoxydable SUS304, permet une précision de traitement allant de 2 à 50 µm.

c. Proportions de mélange : Ratio eau / flocons d'avoine : 3:1 à 5:1, Exemple :

- 1000 g de flocons d'avoine ;
- 3000 L d'eau ;
- Environ 2500 L de bouillie d'avoine obtenue après broyage (**Beyond, 2012**).



Figure 7. Broyeur colloïdal pour lait d'avoine (Beyond, 2012).

1. 8. 3. Cuves enzymatiques

Les cuves enzymatiques sont utilisées pour l'hydrolyse de l'amidon contenu dans la bouillie d'avoine, grâce à l'action de l'amylase naturelle. Ce processus enzymatique permet d'optimiser la qualité du lait d'avoine en : Améliorant le rendement et les propriétés sensorielles du produit. Réduisant la viscosité, facilitant ainsi sa transformation. Rehaussant la douceur naturelle, offrant une meilleure expérience gustative.

a. Déroulement du procédé : Les étapes de chauffage, hydrolyse enzymatique et inactivation de l'enzyme se réalisent au sein de la même cuve.

b. Paramètres du traitement : Température de chauffage : 55°C pendant 4 heures (variable selon le procédé). Inactivation de l'amylase : réalisée à 90°C, suivie d'un refroidissement à 50–60°C avant centrifugation.

c. Caractéristiques du produit obtenu :

- Teneur en solides : 10,03 % ;
- Protéines : 1,37 g/100 mL ;

- Sucres réducteurs : 3,09 g/100 mL ;
- Viscosité relative : 3,52 ;
- Diamètre médian des particules : 1,747 μm ;
- Texture lisse, douceur modérée et excellente stabilité (**Beyond, 2012**).



Figure 8. Cuve d'hydrolyse enzymatique pour lait d'avoine (Beyond, 2012).

1. 8. 4. Séparateur centrifuge à décanteur

Après le traitement enzymatique du lait d'avoine, un séparateur centrifuge à décanteur est utilisé pour garantir une clarification optimale et un rendement élevé en liquide, tout en maximisant la déshydratation des matières solides.

a. Paramètres du processus :

- Température de séparation : environ 55°C, permettant une séparation efficace des enveloppes d'avoine et des fibres ;
- Élimination des fibres insolubles, produisant une base d'avoine pure, prête à être formulée en divers produits spécifiques.

Ce procédé assure une qualité optimale du lait d'avoine, facilitant son utilisation dans différentes applications industrielles (**Beyond, 2012**).



Figure 9. Séparateur centrifuge à décanteur (Beyond, 2012).

1. 8. 5. Cuves de mélange

Dans la production du lait d'avoine, les cuves de mélange jouent un rôle clé en permettant l'homogénéisation des flocons d'avoine avec de l'eau chaude. Ce procédé entraîne la gélatinisation de l'amidon, augmentant ainsi la viscosité du mélange.

a. Choix de l'agitateur :

- Un agitateur combiné à pales et racleur est recommandé pour un mélange efficace des matières visqueuses.
- Vitesse réglable, permettant une montée en température homogène.
- Mélangeurs à haut cisaillement et systèmes de circulation optimisent la qualité de production.

b. Ajout des ingrédients : Les cuves sont conçues pour incorporer avec précision divers ingrédients selon la formulation du produit final :

- Eau, vitamines, huiles, stabilisants, gommés, sucres, minéraux et acides.

c. Caractéristiques des cuves :

- Triple paroi, chauffées à la vapeur ;

- Équipées d'un agitateur, de capteurs de température et de niveau, ainsi qu'un robinet d'échantillonnage ;
- Lignes de production avancées : intégration de débitmètres, capteurs de poids et vannes à double étanchéité pour garantir une hygiène optimale (**Beyond, 2012**).

1. 8. 6. Unité d'homogénéisation, de dégazage et de stérilisation

a. Homogénéisation :

- Permet de briser les globules de graisse dans la boisson ;
- Pression d'homogénéisation : 40 MPa ;
- Émulsion complète obtenue grâce à une homogénéisation en deux étapes.

b. Dégazage sous vide :

- Élimine l'air contenu dans le produit, améliorant ainsi sa durée de conservation.
- Degré de vide : 70 à 80 kPa.

c. Procédés de stérilisation :

Pour les bouteilles et briques à bouchon (gable top) :

- Pasteurisation à 85-95°C avec maintien pendant 15 à 30 secondes.
- Une stérilisation du contenant après remplissage est indispensable pour une stabilité optimale.

Pour les briques aseptiques (brick pack) :

- Traitement UHT tubulaire indirect : 135°C avec maintien pendant 3 à 5 secondes ;
- Système DSI (injection directe de vapeur) : 150-160°C avec maintien pendant 0,1 seconde.

d. Avantages du DSI :

- Temps de chauffage et refroidissement plus court.

- Préservation améliorée de la saveur, de la valeur nutritionnelle et de la couleur (**Beyond, 2012**).

1. 8. 7. Réservoirs aseptiques

a. Fonction et conception :

- Assurent la stérilité, la qualité et la sécurité du produit durant la fabrication, stockage et transport.
- Fabriqué en acier inoxydable, facilitant le nettoyage et garantissant une haute résistance ;
- Équipés d'agitateurs et de pompes, évitant ainsi la contamination ou la séparation du lait d'avoine (**Beyond, 2012**).

1. 8. 8. Machine de remplissage

a. Types de conditionnement : Bouteilles et canettes, briques.

b. Méthodes de remplissage :

- Remplissage en bouteilles/canettes,
- Double stérilisation et remplissage à chaud,
- Peut altérer certaines qualités du produit,
- Conditionnement en briques aseptiques,
- Après stérilisation UHT,
- Réalisé à température ambiante, sans stérilisation secondaire.

c. Avantage :

- Durée de conservation de 6 à 12 mois.
- Moins d'altérations chimiques (**Beyond, 2012**).

2. Les glaces

2.1. Généralités

La crème glacée est un produit alimentaire structuré et multi composant, qui est à la fois une émulsion, une mousse et une suspension (**Landikhovskaya et al. ; 2021 ; Syed et al.; 2018 ; Sapiga et al. ; 2021**).

Les crèmes glacées riches en calories, avec une teneur en matières grasses d'au moins 10 à 12%, sont très appréciées en raison de leur goût crémeux intense, de leur consistance onctueuse et de leur forte résistance à la fonte (**Rolon et al., 2017 ; Sapiga et al.; 2021**).

La viscosité effective des mélanges de crème glacée est l'une des caractéristiques essentielles, influençant la formation de la structure du produit tout au long du processus de fabrication (**Sapiga et al. ; 2021**).

Récemment, les scientifiques ont porté une attention particulière aux β -glucanes, des polysaccharides constitués de monomères de D-glucose reliés par des liaisons β -glycosidiques. Ces composés multifonctionnels sont utilisés dans la préparation d'aliments pauvres en matières grasses, notamment en tant que source de fibres prébiotiques solubles (**Sapiga et al. ; 2021**).

Les β -glucanes provenant de l'orge, de l'avoine, du blé et de la levure ne sont pas seulement des substituts de graisse, mais ils lient l'eau, structurent les mélanges, augmentent le foisonnement et améliorent la résistance à la fonte de la crème glacée (**Sapiga et al. ; 2021**).

Les flocons d'avoine sont une excellente source de β -glucanes, ainsi que d'arabinoxylanes et de cellulose. Ils sont particulièrement riches en protéines, lipides (acides gras insaturés), vitamines, antioxydants, composés phénoliques et minéraux (**Butt et al. ; 2021**).

2.2. Définition des glaces

La glace est un produit alimentaire structuré et multi composant, qui est à la fois une émulsion, une mousse et une suspension (**Landikhovskaya et al. ; 2021 ; Sapiga et al.; 2021**).

Les glaces à haute teneur en calories, avec au moins 10 à 12 % de matières grasses, sont très demandées pour leur texture crémeuse et leur grande résistance à la fonte (**Rolon et al. ; 2017 ; Sapiga et al. ; 2021**).

Par ailleurs, les glaces faibles en matières grasses suscitent un intérêt croissant chez les consommateurs, suivant la tendance des aliments à faible teneur calorique (El-Zeini *et al.* ; 2016 ; Sapiga *et al.* ; 2021). Toutefois, une faible teneur en matières grasses (≤ 3 %) et en matière sèche (≤ 30 %) peut altérer la qualité du produit.

Un excès d'eau entraîne une consistance plus fluide, ainsi qu'une distribution polydispersée de la phase aérienne, ce qui affecte les caractéristiques sensorielles de la glace (Landikhovskaya *et al.* ; 2020 ; Goff, 2019 ; Sapiga *et al.* ; 2021).

2.3. Caractéristiques des glaces véganes

La glace végétale fermentée combine les caractéristiques physiques d'une crème glacée avec les propriétés sensorielles et nutritionnelles des produits fermentés.

Grâce à la fermentation du kéfir, qui génère des probiotiques, ces glaces peuvent être considérées comme des aliments diététiques (Aboufazli *et al.* ; 2015 ; Ketani et Ambre, 2022).

2.4. Valeur nutritionnelle des glaces véganes

Tableau 7. Composition nutritionnelle pour 100 g de glace à base de jus d'avoine fermenté au kéfir nature (Ketani et Ambre, 2022).

Nutriments	Quantité pour 100g
Energie	103Kcal/428kj
Graisses	4.8
Acide gras saturé	0.5
Glucides	14.1
Sucres	11.5
Protéines	0.6
Sels	00

Chapitre III
Utilisation et recyclage des
résidus

1. Biscuits protéinés à base de sous-produit de lait d'avoine

1.1. Généralité

Le lait d'avoine est récemment devenu l'un des laits végétaux les plus populaires sur le marché mondial. Cependant, le procédé de fabrication du lait d'avoine comprend une étape de liquéfaction enzymatique, au cours de laquelle une grande quantité de résidus solides filtrés, appelés pulpe d'avoine, est générée. Cette pulpe est généralement considérée comme un déchet alimentaire (**Le et al.; 2025**).

En 2020, la société Oatly a produit environ 41 000 tonnes de sous-produit de lait d'avoine (OMB-Oat Milk By-product). Ce sous-produit est pourtant riche en protéines et en fibres alimentaires (**Wang et al.; 2023**).

L'OMB contient également des quantités importantes de fibres solubles et insolubles, de β glucane décomposés poly phénoliques, reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé. Malgré cette richesse nutritionnelle, l'OMB est aujourd'hui principalement destiné à l'alimentation animale, ou utilisé pour produire du biogaz, comme engrais biologique, ou tout simplement jeté dans les décharges (**Wang et al.; 2023**).

En raison de sa teneur élevée en eau et en nutriments, l'élimination industrielle de l'OMB entraîne des problèmes environnementaux dus à l'oxydation des lipides et à la croissance de micro-organismes. Riche en nutriments et en composants bioactifs, l'OMB constitue une matière première prometteuse pour le développement d'ingrédients alimentaires riches en protéine.

1.2. Définition de L'OMB

Le sous-produit du lait d'avoine (OMB) est la fraction insoluble filtrée après la production du lait d'avoine, et il est généralement considéré comme un déchet alimentaire. Cependant, l'OMB contient une grande richesse en nutriments tels que les protéines, les fibres, et les composés phytochimiques, ce qui en fait un ingrédient alimentaire prometteur (**Wang et al.; 2023**).

1.3. Préparation de la farine de sous-produit du lait d'avoine (OMB)

1.3.1. Séchage

Le séchage est une étape nécessaire dans les stratégies de gestion des déchets et de valorisation, permettant de transformer un sous-produit alimentaire en ingrédient en poudre.

Ce procédé est polyvalent : il peut être utilisé comme prétraitement, pendant ou après le traitement, avec pour principal objectif de prolonger la durée de conservation en réduisant efficacement l'activité de l'eau et la teneur en humidité des sous-produits alimentaires à des niveaux inférieurs à 0,6 et environ 10 % respectivement, ce qui inhibe l'activité des enzymes responsables de l'altération et la croissance microbienne ;

De plus, le séchage réduit la masse et le volume des sous-produits alimentaires, facilitant ainsi leur stockage, leur transport et leur manipulation ;

Cela est particulièrement important pour les matériaux très périssables comme le sous-produit du lait d'avoine, qui contient environ 61 % d'humidité (Le *et al.*; 2025).

1.3.2. Broyage

Le résidu séché a été broyé afin d'obtenir une poudre fine capable de passer à travers un tamis de 80 mailles, La poudre fine retenue a été collectée en tant que farine de sous-produit de lait d'avoine (OMB) (Wang *et al.*; 2023).

1. 4. Préparation des biscuits OMB enrichis à la farine de pois chiches

1.4.1. Préparation des farines

Les pois chiches ont été broyés afin d'obtenir une farine fine passant à travers un tamis de 80 mailles, De même, la farine de sous-produit de lait d'avoine (OMB) a été préparée à partir du résidu séché

1.4.2. Formulation de la pâte

Les farines (OMB et pois chiche) ont été mélangées avec les autres ingrédients secs : lait en poudre, érythritol, stévia et du beurre fondu a ensuite été incorporé au mélange. Le tout a été mélangé pendant 3 à 5 minutes jusqu'à l'obtention d'une pâte crémeuse.

L'eau a été ajoutée progressivement pendant le mélange continu jusqu'à l'obtention d'une pâte légèrement ferme.

1.4.3. Façonnage

La pâte a été étalée manuellement en feuilles de l'épaisseur souhaitée, puis découpée en formes rondes (5 cm de diamètre, 2 mm d'épaisseur).

1.4.4. Cuisson

Les biscuits ont été cuits une première fois au four à 150 °C pendant 8 à 10 minutes, puis laissés à refroidir à température ambiante (24 °C).

Une seconde cuisson a été effectuée à 50 °C pendant 30 minutes pour leur donner une texture croustillante.

1.4.5. Refroidissement et conditionnement

Après un refroidissement complet à température ambiante, les biscuits cuits ont été emballés dans des sachets en polyéthylène scellés, puis stockés dans un dessiccateur jusqu'à l'analyse (Wang *et al.*; 2023).

Tableau8. Ingrédients utilisés dans la préparation des biscuits OMB(Wang *et al.*; 2023).

Le tableau suivant représente les biscuits fabriqués à partir de farine OMB pure (A) et de farine composite d'OMB : pois chiches à 1:5 (B), 2:5 (C), 3:5 (D) et 4:5 (E).

Ingrédients	Quantité (g)				
	A	B	C	D	E
Farine OMB	100	83.4	71.5	62.5	55.6
Farine de pois chiches	0	16.6	28.5	37.5	46.4

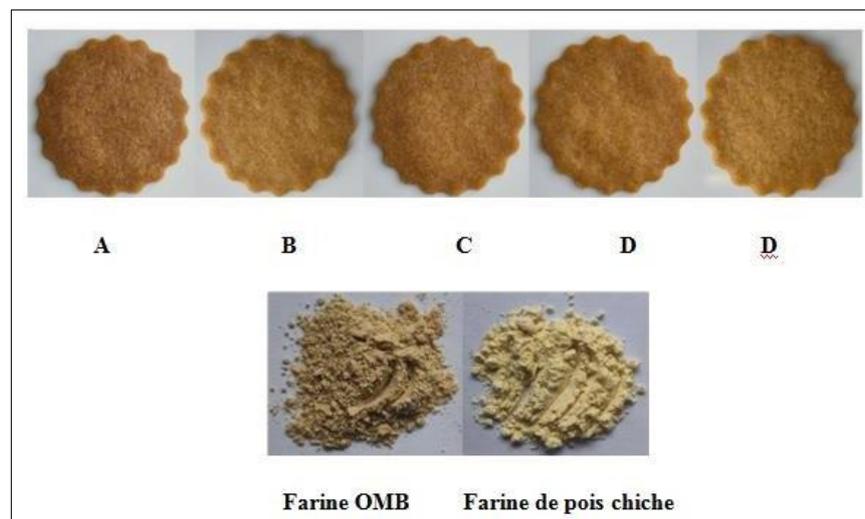


Figure 10. Farine OMB et farine de pois chiches utilisées pour la préparation des biscuits OMB (Wang *et al.*; 2023).

1.5. Composition nutritionnelle des biscuits OMB

Tableau9. Composition nutritionnelle des biscuits OMB enrichis à la farine de pois chiches (Wang *et al.*; 2023).

Farine	Protéines brutes	Fibres totales	Glucides	Calorie
(A)	5.55 ±0.27	16.82 ±0.01	56.19 ±0.26	309.9 ±1.6
(B)	6.48 ±0.19	16.87 ±0.02	55.45 ±0.26	309.0 ±1.1
(C)	7.79 ±0.13	16.84 ±0.15	54.37 ±0.75	308.8 ±1.8
(D)	8.62 ±0.06	16.36 ±0.02	54.11 ±0.27	312.0 ±1.9
(E)	9.56 ±0.26	16.04 ±0.15	53.64 ±0.21	314.3 ±2.0

1.6. Bienfaits des biscuits à base de sous-produit de lait d'avoine (OMB) enrichis en farine de pois chiche

Les biscuits formulés à partir du sous-produit de lait d'avoine (OMB), enrichis en farine de pois chiche, présentent de nombreux avantages nutritionnels.

Augmentation de la teneur en protéines L'incorporation de farine de pois chiche a permis d'améliorer significativement la teneur en protéines ($P < 0,05$), renforçant ainsi la valeur nutritionnelle des biscuits (Wang *et al.*; 2023).

1.7. Modification du profil glucidique et calorique

- L'ajout de pois chiche a entraîné une élévation du taux de sucre total et de calories, due à sa richesse naturelle en glucides (Aguilera *et al.*; 2009).
- Une légère diminution des glucides totaux a été observée, probablement en raison de la substitution par une source plus riche en protéines.

Apport en fibres alimentaires et bienfaits pour la santé L'avoine et le pois chiche sont naturellement riches en fibres alimentaires, notamment en β -glucane, offrant des bénéfices pour la santé, tels que :

- Prévention de l'obésité ;
- Réduction du risque de diabète ;
- Diminution de l'hypertension (Flander *et al.*; 2007 ; Raguindin *et al.*; 2021).

De plus, l'incorporation de fibres, en particulier du β -glucane, améliore la capacité d'absorption de l'eau et prolonge la fraîcheur du produit fini (Foschia *et al.*; 2013).

Impact sur la transformation et la digestibilité La diminution du taux de cendres, observée avec l'augmentation de la farine de pois chiche, indique une transformation moindre des produits. Ce phénomène pourrait être associé à un indice glycémique plus bas et à une digestibilité réduite.

2. L'avoine en dermatologie

2.1. Généralités

Aujourd'hui, les formulations à base d'avoine colloïdale sont disponibles sous diverses formes, notamment les bains traitants, savons dermatologiques, gels douche, shampoings, lotions, crèmes et gels de rasage (**Pazyar et al.; 2012**)

Grâce à ses fines particules, l'avoine aide à éliminer les cellules mortes de la peau sans être abrasive. Contrairement aux gommages agressifs, elle est extrêmement douce et convient même aux peaux sensibles.

En outre, elle possède des propriétés anti-inflammatoires, qui permettent d'apaiser les irritations et démangeaisons cutanées (**Opembe, 2024**).

2.2. Définition

L'avoine colloïdale est un produit naturel bénéficiant d'un excellent profil de sécurité et d'une longue histoire dans le traitement des affections dermatologiques. Elle présente des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires et est obtenue par un broyage fin de l'avoine, suivi d'une ébullition permettant l'extraction des substances colloïdales.

Son utilisation s'est répandue à partir de 1945 (**Pazyar et al.; 2012**)

2.3. Applications dermatologiques

L'avoine colloïdale est utilisée pour traiter et soulager divers troubles cutanés :

- Activité antiprurigineuse (contre les démangeaisons) ;
- Dermatite atopique ;
- Psoriasis ;
- Éruptions acnéiformes ;

- Activité antivirale et antifongique ;
- Protection et hydratation de la peau ;
- Utilisation en cosmétique ;
- Effet stérilisant (**Pazyar et al.; 2012**).

2.4. Bienfaits du savon à l'avoine

Le savon à l'avoine offre de nombreux atouts remarquables pour la peau, notamment grâce à ses propriétés apaisantes, hydratantes et exfoliantes naturelles.

- Propriétés exfoliantes Le savon à l'avoine élimine en douceur les cellules mortes grâce à ses propriétés exfoliantes naturelles. Contrairement aux gommages agressifs, la texture finement moulue de l'avoine convient parfaitement aux peaux sensibles ;
- Lors du massage, les particules éliminent physiquement les impuretés qui obstruent les pores et ternissent le teint ;
- Propriétés hydratantes L'avoine contient du bêta-glucane, une fibre naturelle qui forme un film protecteur sur la peau. Ce film aide à retenir l'humidité et à prévenir la déshydratation cutanée, laissant la peau douce et confortable.
- Effets apaisants et anti-inflammatoires Le savon à l'avoine biologique apaise les peaux irritées, grâce à ses propriétés anti-inflammatoires. Il contient des avenanthramides, des composés qui réduisent la production de molécules inflammatoires, responsables des rougeurs et démangeaisons.
- Nettoyage sans élimination des huiles naturelles Contrairement aux exfoliants agressifs, l'avoine agit comme un exfoliant doux, éliminant les impuretés sans altérer les huiles essentielles de la peau.
- Riche en antioxydants et nutriments L'avoine est une source précieuse d'antioxydants, qui neutralisent les radicaux libres, responsables du vieillissement cutané.
- En plus de ses antioxydants, elle contient des vitamines, minéraux et acides gras essentiels, qui nourrissent la peau et soutiennent son bon fonctionnement.
- Pour une protection supplémentaire, l'utilisation du savon à l'avoine colloïdale est recommandée. Il a prouvé son efficacité dans l'apaisement et la réparation de la peau (**Opembe, 2024**).

Deuxième partie
Partie Pratique

Matériels et méthode

1. Objectifs

Notre travail vise à développer et à évaluer une gamme de produits à base de lait d'avoine naturel, sans gluten et sans lactose, destinés principalement aux personnes intolérantes au lactose ou recherchant des alternatives végétales. Nous avons formulé plusieurs produits innovants, notamment un lait d'avoine enrichi, une crème dessert aromatisée (chocolat, vanille, fraise...) et des glaces.

Les objectifs principaux de cette étude sont :

- Fabrication de lait végétale à base des grains d'avoine ;
- Réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur les produits développés à savoir : le lait d'avoine, les desserts d'avoine, les glaces, savon et crème nourrissante pour le visage ;
- Valider la qualité nutritionnelle des produits comestible et leur sécurité sanitaire au réalisent des analyses microbiologique;
- Étudier l'acceptabilité du produit auprès des consommateurs à travers une enquête de marché ;
- Évaluer le positionnement économique, en estimant le coût de production et en proposant une stratégie de prix compétitive sur le marché Algérien.

2. Lieu de travail

Le travail pratique a été réalisé sur deux sites principaux :

1. La Laiterie Edough, située dans la zone industrielle de la commune d'El Bouni, wilaya d'Annaba. Il s'agit d'une entreprise publique rattachée au groupe GIPLAIT, considérée comme l'une des plus importantes unités de production laitière dans l'est algérien. Dotée d'une capacité de production élevée, dépassant plusieurs centaines de milliers de litres par jour, elle dispose d'équipements industriels modernes permettant un contrôle rigoureux de la qualité, ainsi que des installations dédiées au conditionnement et au stockage, conformément aux normes sanitaires. Ce site a permis la réalisation de certaines étapes de préparation des dérivés du lait d'avoine, ainsi que l'observation directe des processus industriels, des chaînes de production et des systèmes de réfrigération et de conservation, offrant ainsi une mise en pratique concrète des connaissances théoriques.



Figure 11. Laiterie Edough Annaba (cliché personnel, 2025).

2. Le Laboratoire n°5 de l'Université du 8 Mai 1945 – Guelma, un laboratoire académique spécialisé dans les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Il est équipé de dispositifs et de technologies avancés permettant l'évaluation de la qualité nutritionnelle, de la charge microbienne et de la stabilité des produits formulés, garantissant ainsi leur conformité aux normes sanitaires en vigueur.

3. Matériels et méthodes

3.1. Matériels

3.1.1. Matériel végétal

Les flocons d'avoine utilisés dans cette étude ont été achetés en 2025 dans une supérette.

3.1.2. Matériel non végétal

Les arômes, l'amidon modifié E1422, l'épaississant carraghénane E407, la poudre de cacao et le sucre ont été fournis gracieusement par la Laiterie Edough.

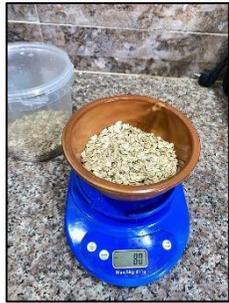
3.2. Méthodes

3.2.1. Préparation du lait d'avoine cru

Le lait d'avoine a été préparé à partir de flocons d'avoine sans gluten, selon une proportion de 80 g de flocons pour 1 L d'eau.

- 1. Pesée et trempage** : 80 g de flocons d'avoine ont été soigneusement pesés, rincés et immergés dans un litre d'eau préalablement bouillie. Le trempage a duré 24 heures à température ambiante afin de faciliter l'extraction des composés hydrosolubles.
- 2. Mixage** : Après la phase de trempage, le mélange a été mixé à haute vitesse dans un blender pour libérer les constituants solubles et disperser les particules fines.
- 3. Filtration** : Une filtration a ensuite été effectuée à l'aide d'un tissu fin (de type étamine) afin de séparer la fraction liquide (le lait) du résidu solide.
- 4. Pasteurisation** : Le lait obtenu, fluide et homogène, a été soumis à une pasteurisation douce à 75–80 °C pendant quelques minutes, visant à réduire la charge microbienne tout en préservant les qualités nutritionnelles et sensorielles du produit.
- 5. Refroidissement et stockage** : Enfin, le produit a été refroidi rapidement et stocké à 4 °C en vue d'une utilisation ultérieure dans diverses préparations alimentaires.

Toutes les étapes de la préparation sont illustrées dans la figure suivante.



1- Pesage



2- Rinçage rapide 3-Imbibition



4- Mixage



5- Filtration



6- Résidus



7- Pasteurisation



8- Conditionnement

Figure 12. Étapes de la préparation de lait d'avoine (Cliché personnel, 2025).

3. 2. 2. Préparation de dessert à base de lait d'avoine

Le dessert a été élaboré à partir du lait d'avoine préparé précédemment.

- 1. Formulation** : Pour chaque litre de lait d'avoine, 30 g d'amidon modifié E1422, 2,5 g d'épaississant (carraghénaneE407), 150 g de sucre et 18 g de cacao pur ont été ajoutés.
- 2. Mélange et repos** : Tous les ingrédients ont été mélangés à froid, puis laissés au repos pendant 15 minutes afin d'assurer une bonne hydratation des agents texturants.
- 3. Pasteurisation et conditionnement** : Le mélange a ensuite été pasteurisé à 75–80 °C pour garantir la stabilité microbiologique, puis conditionné à chaud dans des pots stériles.
- 4. Variante aromatisée** : Une seconde version a été réalisée en remplaçant le cacao par un arôme de banane, afin d'offrir une alternative au goût chocolaté.

Toutes les étapes de la préparation sont illustrées dans la figure suivante.



1- Préparation des ingrédients



2- Mélange à froid



3- Repos 15 min



4- Pasteurisation



5- Conditionnement à chaud

Figure 13. Les étapes de la préparation de dessert à base de lait d'avoine (Cliché personnel, 2025).

3. 2. 3. Préparation des glaces à base de lait d'avoine

- **Les ingrédients**

- Lait d'avoine
- Fécule de maïs
- Sucre
- Margarine végétale
- Arôme

1. Le mélange est homogénéisé à l'aide d'un fouet jusqu'à dissolution complète des composants sans formation de grumeaux ;
2. Le mélange est ensuite chauffé à feu moyen, tout en remuant constamment afin d'éviter qu'il ne colle au fond du récipient ou que des grumeaux ne se forment ;
3. La cuisson se poursuit jusqu'à l'apparition des premiers signes d'ébullition ;
4. Une fois l'épaississement souhaité atteint, le récipient est retiré de la source de chaleur, Le mélange est laissé à refroidir à température ambiante ;
5. Une fois refroidi, le mélange est transféré dans un mixeur. Cette étape permet d'aérer la préparation et d'obtenir une texture plus lisse et onctueuse ;
6. La préparation finale est versée dans un récipient adapté, puis placée au congélateur pendant au moins 4 heures, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement prise et ait la consistance d'une glace.

3.2.4. Préparation des cookies énergétiques à base de résidu de lait d'avoine et de poudre de pois chiche

Dans le cadre de la valorisation des sous-produits issus de la fabrication du lait d'avoine, une formulation de biscuits énergétiques a été développée, ciblant particulièrement les besoins nutritionnels des sportifs. Ces cookies sont élaborés à partir de poudre obtenue par séchage et broyage du résidu de filtration du lait d'avoine, combinée à de la poudre de pois chiche, reconnue pour sa richesse en protéines végétales.

Ingrédients (numérotez les titres)

- 100 g de poudre du résidu de filtration du lait d'avoine ;
- 50 g de poudre de pois chiche ;
- 30 g de flocons d'avoine ;
- 30 g de sucre ;
- 1 œuf entier ;
- 30 ml d'huile végétale ;
- ½ c. à café de levure chimique ;
- 1 pincée de sel ;
- 1 c. à café d'arôme vanille ;
- 2 à 3 c. à soupe de lait végétal ;
- Pépites de chocolat noir pour la garniture (ajoutées en surface).

Procédé de fabrication(numérotez les titres)

1. Mélange des ingrédients secs afin d'obtenir une pâte homogène ;
2. Le moulage ou la formation des boules, légèrement aplaties, puis décoration avec des pépites de chocolat;
3. Cuisson à 180 °C pendant 12 à 15 minutes ;
4. Refroidissement des biscuits à température ambiante avant leur conditionnement.

3.2.5. Fabrication des produits cosmétiques

3.2.5.1. Fabrication de savon moulé à base de pulpe d'avoine filtrée et d'huiles naturelles

1. Préparation de la solution de soude

La soude caustique NaOH- est lentement dissoute dans de l'eau distillée, tout en remuant avec précaution. La solution est ensuite laissée à refroidir.

2. Préparation des huiles

Un mélange d'huiles naturelles est préparé, comprenant de l'huile de sésame, de l'huile d'olive, de l'huile de ricin et de l'huile de coco. Les huiles sont chauffées et mises à la même température que la solution de soude.

3. Mélange de la soude et des huiles

La solution de NaOH est versée progressivement dans le mélange d'huiles, tout en mélangeant avec un mixeur plongeant à faible vitesse.

4. Ajout des résidus d'avoine

Les résidus solides d'avoine, obtenus après la filtration du lait d'avoine, sont ajoutés petit à petit au mélange.

5. Moulage et cure

Le mélange est versé dans des moules, puis laissé à durcir pendant 20 à 25 jours dans un endroit sec.

Toutes les étapes de la fabrication sont illustrées dans la figure suivante.



1- Préparation de NaOH-



2- Préparation des huiles



3- Mélange NaOH- et les huiles



4- Ajout des résidus d'avoine



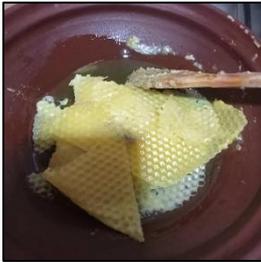
5- Moulage et cure

Figure 14. Les étapes de la fabrication de savon moulé à base de pulpe d'avoine filtrée et d'huiles naturelles (Cliché personnel, 2025).

3.2.5.2. Fabrication de la crème nourrissante pour le visage à la cire d'abeille, aux huiles naturelles et à la pulpe d'avoine

1. **Faire fondre la cire d'abeille** au bain-marie ;
2. **Ajouter l'huile de coco, l'huile d'amande douce et l'huile de ricin**, puis mélanger jusqu'à obtenir une texture homogène ;
3. **Retirer du feu** et incorporer le miel pur ainsi que l'extrait d'avoine (résidu sec et moulu du filtrat de lait d'avoine) ;
4. **Bien mélanger**, puis verser la préparation dans un pot stérilisé ;
5. **Laisser refroidir** avant application sur une peau propre.

Toutes les étapes de la fabrication sont illustrées dans la figure suivante.



1. La cire d'abeille



2. Les huiles



3. L'extrait d'avoine



4. Miel



5. Crème visage

Figure 15. Fabrication de la crème nourrissante pour le visage

(Cliché personnel, 2025).

4. Analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles

Les analyses physico-chimiques, nutritionnelles et microbiologiques de l'eau de préparation, des boissons végétales ainsi que des autres échantillons ont été réalisées conformément aux méthodes officielles établies par les **normes algériennes**, publiées dans

le **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2016)**. Ces analyses visent à évaluer la qualité, la sécurité sanitaire et la conformité des produits obtenus.

4.1. Lait d'avoine

4.1.1. Analyses physico-chimiques

Ces analyses comprennent :

1. Mesure du pH et de la température ;
2. Détermination de l'acidité titrable ;
3. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique) ;
4. Détermination de la densité (par thermo-lactodensimètre) ;
5. Mesure de la teneur en protéines (par lactoscan) ;
6. Mesure de la teneur en sucres (BRIX°) ;
7. Détermination de l'extrait sec total (EST) ;
8. Mesure de la conductivité ;
9. Détermination de l'humidité.

Tableau 10. Matériels, réactifs et milieu culture utilisés pour les analyses du lait d'avoine .

Matériels	
pH mètre	Thermo-lactodensimètre
Bécher	Éprouvette graduée
Burette graduée	Lactoscan
Erlenmeyer	Réfractomètre
Agitateur	Capsule (pré-pesée)
Pipette graduée	Balance analytique
Étuve	Conductimètre
Boîtes de Petri	Papier propre
Réactifs	
Eau distillé	Solution de NaOH0,1 N
Phénolphtaléine	Eau peptonée
Milieu de culture	
PCA (plate Count Agar)	VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar)

1. Mesure du pH et de la température du lait

Le pH et la température du lait sont mesurés à l'aide d'un pH-mètre muni d'un thermomètre, équipé d'une électrode combinée plongée dans l'échantillon. Les valeurs s'affichent directement sur l'appareil.



Figure 16. Mesure du pH et la température par pH mètre (Cliché personnel, 2025).

- **Mode opératoire**

1. Allumer le pH-mètre et vérifier l'étalonnage à l'aide de solutions tampons.
2. Agiter le lait puis le verser dans un bécher propre.
3. Plonger l'électrode du pH-mètre dans le lait.
4. Attendre que la valeur se stabilise.
5. Nettoyer l'électrode avec de l'eau distillée.

2. Détermination de l'acidité titrable

La détermination de l'acidité titrable consiste à doser les acides présents dans le lait d'avoine à l'aide d'une solution basique (souvent NaOH 0,1 N), en utilisant un indicateur coloré (phénolphtaléine).



Figure 17. Détermination de l'acidité titrable (Cliché personnel, 2025)

- **Mode opératoire**

1. Prélever 10 mL de lait d'avoine dans un erlenmeyer ;
2. Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine ;
3. Titrer avec NaOH- 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle ;
4. Noter le volume de NaOH- utilisé.

-Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en fonction du volume de NaOH⁻ 0,1 N consommé pour atteindre le point de virage de l'indicateur.

$$A = 10V_i / V_0$$

- **V₀** : Le volume de lait en mL;
- **V_i** : Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium en mL.

3. Détermination de la densité

La détermination de la densité par thermo-lactodensimètre consiste à mesurer la masse volumique d'un liquide, comme le lait d'avoine, à l'aide d'une éprouvette graduée. La densité est lue directement sur l'échelle du thermo-lactodensimètre.



Figure 18. Détermination de la densité (par thermo-lactodensimètre) (Cliché personnel, 2025).

- **Mode opératoire**

- Homogénéiser le lait d'avoine ;
- Verser le lait dans l'éprouvette ;
- Plonger délicatement le thermo-lactodensimètre dans le lait ;
- Appliquer un mouvement rotatoire de thermo-lactodensimètre ;
- Attendre que le thermo-lactodensimètre soit stable, puis lire la densité directement sur l'échelle graduée.

5. Mesure de teneur en protéine

La mesure de la teneur en protéines par Lactoscan est une méthode rapide et automatique basée sur la technologie à ultrasons ou infrarouge. Elle permet d'analyser directement la concentration en protéines dans le lait.



Figure 19. Mesure de teneur en protéine (par Lactoscan) (Cliché personnel, 2025)

- **Mode opératoire**

- Homogénéiser le lait d'avoine ;

- Allumer le Lactoscan ;
- Prélever une quantité d'échantillon dans un gobelet propre ;
- Introduire le lait dans le Lactoscan selon les instructions de l'appareil ;
- Lancer l'analyse ;
- Lire directement la teneur en protéines (%) affichée à l'écran ;
- Nettoyer l'appareil après usage.

6. Mesure de la teneur en sucres (°Brix)

- Le °Brix correspond au pourcentage de matières solides solubles, principalement des sucres, et se lit directement sur l'appareil.



Figure 20. Mesure de la teneur en sucres (°Brix) (Cliché personnel, 2025)

• Mode opératoire

- Nettoyer la surface du prisme du réfractomètre avec de l'eau distillée ;
- Étaler quelques gouttes de lait d'avoine sur le prisme à l'aide d'une pipette ;
- Refermer le couvercle ;
- Lire la valeur en °Brix sur l'écran ;
- Nettoyer le prisme immédiatement après la mesure.

7. Détermination de l'extrait sec total (EST)

L'extrait sec total (EST) correspond à l'ensemble des matières solides présentes dans un produit liquide, après évaporation complète de l'eau.



Figure 21. Détermination de l'extrait sec total (EST) (Cliché personnel, 2025)

-Mode opératoire

- Peser à vide la capsule propre et sèche.
- Ajouter une quantité connue de lait d'avoine (environ 5 à 10 mL).
- Placer la capsule dans une étuve à 105 °C pendant 3 à 4 heures jusqu'à évaporation complète de l'eau.
- Retirer la capsule, la laisser refroidir dans un dessiccateur, puis la re-peser.

-Expression des résultats

Calculer l'EST en % par la formule :

$$\text{EST (\%)} = ((P2 - P1) \div P0) \times 100$$

- **P1** : capsule vide
- **P2** : capsule après séchage
- **P0** : masse de la prise d'essai

8. Détermination de l'humidité

La teneur en humidité peut être déterminée de manière indirecte à partir de l'extrait sec total (EST), en appliquant la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = 100 - \text{EST (\%)}$$

9. Mesure de la conductivité

Cette mesure permet d'estimer la charge ionique totale de l'échantillon.



Figure 22. Mesure de la conductivité (par la Conductimètre) (Cliché personnel, 2025).

-Mode opératoire

- Allumer le conductimètre ;
- Verser une quantité suffisante de lait d'avoine dans un bécher ;
- Plonger la sonde de conductivité dans l'échantillon ;
- Attendre la stabilisation de la lecture ;
- Lire et noter la conductivité exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Nettoyer la sonde après usage.

4. 1. 2 Analyses microbiologiques

Les analyses réalisées dans cette étude ont été effectuées conformément aux spécifications microbiologiques définies dans le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA n°39 du 2 juillet 2017**).

Les analyses effectuées sont portées sur :

- La flore totale aérobie mésophile ;
- Les coliformes totaux et fécaux ;
- Les staphylocoques ;
- Les salmonelles ;
- Levure et moisissures.

1.Préparation des dilutions décimales

- On prélève un volume défini de lait (souvent 1 mL) que l'on dilue dans 9 mL d'eau peptonée ou de solution physiologique stérile ;
- On réalise ensuite une série de dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , etc.) pour obtenir des concentrations exploitables.

2. La flore totale aérobie mésophile

- Évaluer la qualité hygiénique globale du lait en dénombrant les micro-organismes aérobies capables de se développer à température modérée (mésophiles) ;
- Le lait est dilué par dilutions décimales, puis ensemencé sur un milieu PCA (Plate Count Agar). Après incubation, les colonies développées sont comptées pour estimer la charge microbienne totale.

Milieu de culture

PCA (Plate Count Agar)

Mode opératoire

Dilutions décimales

Prélever 1 mL de lait et diluer dans 9 mL de solution stérile $\rightarrow 10^{-1}$. Poursuivre jusqu'à 10^{-8} , selon la charge attendue.

1. Ensemencement en profondeur :

Prélever 1 mL de chaque dilution et le verser dans une boîte de Petri. Ajouter le milieu PCA fondu et refroidi à ~ 45 °C. Homogénéiser doucement.

2. Incubation

Incuber les boîtes à 30 °C pendant 72 h en position inversée.

3. Lecture des résultats

- Choisir les boîtes ayant entre 30 et 300 colonies.
- Compter les colonies et exprimer le résultat en UFC/mL du lait analysé.



Figure 23. Analyses microbiologiques de lait d'avoine

2. Recherche et dénombrement des Entérobactéries

- Après dilutions décimales du lait, un échantillon est ensemencé sur un milieu sélectif VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar);
- Les entérobactéries fermentent le glucose, formant des colonies rouges à centre sombre. Le dénombrement permet d'évaluer leur concentration en UFC/mL

- **Milieu de culture**

VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar).

- **Incubation**

Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 h à l'endroit.

- **Lecture des résultats**

Compter les colonies rouges à centre foncé

4. 1. 3. Analyse sensorielle

- **Objectif**

Évaluer les caractéristiques organoleptiques du lait à l'aide des sens humains (vue, odorat, goût, toucher) pour détecter d'éventuelles altérations ou défauts de qualité.

- **Dégustation**

Les dégustateurs procèdent dans l'ordre suivant :

- Observer la couleur, l'aspect;
- Sentir le lait sans le remuer fortement ;

- Boire une petite quantité, noter les sensations ;
- Observer la fluidité, onctuosité, présence éventuelle de grumeaux.

Lors de l'analyse sensorielle du lait, trois groupes distincts de personnes ont participé à la dégustation :

1. Étudiants et chercheurs de laboratoire universitaire

- Personnes habituées aux analyses sensorielles et à l'évaluation scientifique ;
- Observations précises, vocabulaire technique, critiques objectives.

2. Travailleurs du secteur laitier (employés de l'usine / atelier)

- Bonne connaissance du lait en tant que matière première.
- Jugement basé sur l'expérience terrain, la qualité technique et la régularité du produit.

3. Membres de la famille (consommateurs grand public)

- Jugement basé sur le goût personnel et les habitudes de consommation.
- Avis plus subjectifs mais représentatifs du consommateur final.

4. 2. Dessert à base de lait d'avoine

4. 2. 1. Analyses physico-chimique

Ces analyses comportent :

- 1.** Mesure du pH et la température ;
- 2.** Mesure de la teneur en sucres (BRIX°) ;
- 3.** Détermination de l'extrait sec total (EST).

1. Mesure du pH et la température de dessert



Figure 24. Mesure du pH et la température de dessert par mètre (Cliché personnel, 2025).

2. Mesure de la teneur en sucres (BRIX°)



Figure 25. Mesure de la teneur en sucres (BRIX°) de dessert (Cliché personnel, 2025).

3. Détermination de l'extrait sec total (EST)



Figure 26. Détermination de l'extrait sec total (EST) de dessert (Cliché personnel, 2025).

4. 2. 2. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle a porté sur un dessert à base de lait d'avoine aromatisé à la banane et au chocolat. Les dégustateurs, composés du personnel du laboratoire, d'ouvriers du secteur

laitier et de membres de la famille, ont évalué les caractéristiques organoleptiques du produit.

L'aspect général a été jugé homogène, avec une couleur brun clair rappelant le chocolat. L'odeur dégageait un parfum agréable et harmonieux, mêlant subtilement les notes de cacao et de banane. En bouche, la texture s'est révélée fluide et légèrement crémeuse, offrant une sensation douce et agréable.

Quelques dégustateurs ont néanmoins trouvé le goût légèrement trop sucré. Globalement, le dessert a été bien accueilli, notamment par les consommateurs non spécialisés, qui ont apprécié son côté gourmand et son profil végétal.

4. 3. Savon moulé à base de pulpe d'avoine

1. Mesure du pH du savon

- **Matériel**
 - Savon ;
 - Eau distillée ;
 - Bécher ;
 - Spatule ;
 - pH-mètre électronique testeur d'eau calibration.
- **Mode opératoire**
 - Peser environ 1 g de savon et le placer dans un bécher ;
 - Ajouter 10 à 20 mL d'eau distillée ;
 - Mélanger soigneusement jusqu'à dissolution partielle du savon ;
 - Plonger l'électrode du pH-mètre dans la solution pendant 2 à 3 secondes ;
 - Noter la valeur de pH estimée.



Figure 27. Mesure du pH du savon (Cliché personnel, 2025).

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. lait d'avoine

1.1 Résultats des analyses physique-chimique de lait d'avoine

Le tableau suivant présente les analyses physiques et chimiques d'un échantillon de lait d'avoine naturel. Le paramètre analysé incluant le pH, l'acidité, teneur de sucre (le brix), protéine, Est, l'humidité, la conductivité, point de congélation, la densité.

Tableau 11. Résultats des analyses physique-chimique de lait d'avoine .

Paramètres	Résultats
Le pH	6.51
L'acidité (D°)	5
La densité	1.016
Protéine (%)	2.34
Est (%)	5.45
L'humidité (%)	94.55
La conductivité (ms/cm)	1.680
Point de congélation (C°)	0.280
Teneur de sucre (°brix)	0.4

1.1.1. Le pH

Le pH du lait d'avoine mesuré dans notre étude (Tableau 11) est légèrement inférieur à la norme **JORA (2014)**, (6,6–6,8), mais reste conforme à la norme **AFNOR (1986)**, qui accepte une plage de 6,0 à 7,0. Cette observation est cohérente avec les résultats de **Zhou et al., (2023)**, qui ont rapporté un pH moyen de 5,92 pour des laits d'avoine issus de différentes variétés cultivées en Chine. De même, **Syed et al., (2020)** ont observé un pH variant entre 5,67 et 5,92 selon la durée de trempage des flocons d'avoine. Cette légère acidité peut être attribuée à la présence d'acides organiques naturellement présents dans l'avoine, ainsi qu'aux conditions d'extraction (température, enzymes, durée de trempage). Bien qu'en deçà de la norme **JORA (2014)** cette valeur reste tolérable pour un lait végétal et ne traduit pas une altération, mais plutôt une caractéristique intrinsèque du produit.

1.1.2. L'acidité titrable

L'acidité titrable du lait d'avoine dans notre étude représente environ 25 % de la valeur de référence du lait de vache (14–16 °D selon **JORA, 2014**). Cette valeur est cohérente avec celle rapportée par **Syed et al., (2020)**, qui ont mesuré une acidité de 0,45 % dans un lait d'avoine préparé par traitement enzymatique. Cette faible acidité est typique des laits végétaux, en particulier ceux à base de céréales, qui contiennent peu de lactose et sont donc moins sujets à la fermentation lactique. Elle reflète la stabilité microbiologique du produit et confirme son aptitude à des formulations nécessitant un pH stable.

1.1.3. La teneur en protéines

La teneur en protéines du lait d'avoine obtenu dans notre étude est conforme à la norme AFNOR (**1986**), (1–2 %), mais inférieure à celle du lait de vache (2,5–3 % selon **JORA (2014)**). Cette observation est en accord avec les données de **Zhou et al., (2023)**, qui ont rapporté une teneur moyenne de 1 % dans des laits d'avoine issus de différentes variétés, et avec celles de **Pallavi et al., (2022)**, qui ont mesuré 1,76 % dans un lait d'avoine préparé à partir de gruau. Bien que quantitativement inférieure, la qualité nutritionnelle des protéines d'avoine est intéressante en raison de leur profil équilibré en acides aminés essentiels, notamment la lysine, souvent déficiente dans d'autres céréales.

1.1.4. La conductivité électrique

La conductivité électrique mesurée (1,680 mS/cm) est nettement inférieure à celle du lait de vache (5,5–6,5 mS/cm), ce qui est attendu pour un lait végétal. Cette valeur est cohérente avec les résultats de **Kaur et al., (2013)**, qui ont montré que la conductivité de la farine d'avoine dépend fortement de la teneur en eau et de la température, mais reste globalement faible comparée aux produits laitiers. Cette faible conductivité reflète la faible teneur en électrolytes ionisables (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) du lait d'avoine, et peut être un critère technologique utile dans certaines applications.

1.1.5. Le point de congélation

Le point de congélation du lait d'avoine mesuré à 0,280 °C est plus élevé que celui du lait de vache (–0,520 à –0,510 °C), ce qui est cohérent avec sa faible teneur en solutés dissous.

Cette observation est confirmée par les travaux de **Henningsson et al., (2005)**, qui ont montré que le point de congélation est directement lié à la concentration en électrolytes et en lactose. Le lait d'avoine, pauvre en ces composants, présente donc un abaissement cryoscopique moindre, ce qui peut être utilisé comme indicateur d'authenticité dans le contrôle qualité.

1.1.6. La teneur en sucres (°Brix)

Le °Brix mesuré dans notre étude reflète la teneur en sucres solubles naturellement présents dans l'avoine, tels que le maltose et le glucose. Des études comme celle de **Deswal et al., (2014)** ont montré que le °Brix du lait d'avoine varie selon la concentration en amidon et le traitement enzymatique appliqué. Une valeur modérée en °Brix est généralement recherchée pour garantir un bon équilibre entre douceur perçue et apport énergétique, sans ajout de sucres raffinés.

1.2. Les analyses microbiologiques

Tableau 12. Résultat des analyses Microbiologique de lait d'avoine .

	Micro-organismes	résultats	
Lait d'avoine	La flore totale aérobie mésophile	Abs	
	Salmonella	Abs	
	Staphylocoques aureus	Abs	
	Les coliformes totaux et fécaux	Abs	

Selon les résultats présentés dans le **Tableau 12**, aucune contamination microbienne n'a été détectée dans les échantillons analysés :

- Absence totale de germes aérobies mésophiles, coliformes totaux et fécaux, levures, moisissures, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*.

Cette absence de microorganismes pathogènes ou altérants témoigne de la qualité hygiénique satisfaisante du lait d'avoine obtenu, le rendant apte à la consommation selon les critères microbiologiques définis par la norme **JORA (2017)** relative aux boissons d'origine végétale.

L'efficacité de la pasteurisation thermique appliquée (bain-marie à 100 °C) est un facteur déterminant dans cette stabilité microbiologique. Ce traitement permet l'inactivation des microorganismes potentiellement présents dans les matières premières, comme l'ont également démontré **Ahmad et al., (2025)**, qui ont observé une réduction de 5 log des flores mésophiles et psychrotrophes dans le lait d'avoine traité à haute pression (600 MPa) ou par pasteurisation classique.

Des études similaires, telles que celles de **Syed et al., (2020)** et **Sethi et al., (2016)**, ont également rapporté des charges microbiennes très faibles, voire nulles, dans des laits végétaux (avoine, soja, amande) soumis à des traitements thermiques ou enzymatiques adaptés. Par exemple, **Syed et al., (2020)** ont obtenu une charge totale inférieure à 400 UFC/mL après traitement thermique et filtration, ce qui est conforme aux normes de sécurité alimentaire.

Par ailleurs, **Tangyu et al., (2023)** ont montré que la fermentation contrôlée par des bactéries lactiques peut également améliorer la stabilité microbiologique des laits végétaux, tout en enrichissant leur profil sensoriel. Toutefois, dans notre cas, l'absence de fermentation et l'application d'un traitement thermique rigoureux ont permis d'assurer une stérilité hygiénique sans altération du produit.

Enfin, ces résultats confirment que les bonnes pratiques de fabrication (BPF), incluant la stérilisation des ustensiles, la manipulation aseptique et le conditionnement hygiénique, ont été correctement appliquées tout au long du processus.

2. Crème dessert

Le tableau ci-après présente les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur la crème dessert formulée à base de lait d'avoine.

Tableau 13. Résultats des paramètres physico-chimiques des crèmes desserts élaborés à partir de lait d'avoine.

Type de crèmes dessert	Crème dessert de lait d'avoine
Analyses physico-chimiques	
pH	7.3
Teneur en sucre (g)	17
EST (%)	21.31

2.1. Analyse comparative des paramètres physico-chimiques du dessert à base de lait d'avoine

2.1.1. pH

Selon les résultats présentés dans le tableau précédent (**tableau 13**), le pH du dessert à base de lait d'avoine est de 7,3, ce qui est légèrement supérieur à celui des crèmes desserts classiques à base de lait de vache, dont le pH se situe généralement entre 6,6 et 6,8 (**Zarzycki *et al.* ; 2019**). Cette différence peut s'expliquer par la faible acidité naturelle du lait d'avoine, qui contient peu de lactose et d'acides organiques fermentescibles. Des études similaires, telles que celles de **Yadav *et al.* (2021)**, ont également observé un pH plus élevé dans des desserts enrichis en lait d'avoine, ce qui peut contribuer à une meilleure stabilité microbiologique et à une meilleure acceptabilité sensorielle.

2.1.2. Teneur en sucre

La teneur en sucre du dessert à base de lait d'avoine est estimée à 17 g/100 g, ce qui est supérieur à celle observée dans certaines crèmes desserts laitières standards (environ 12–15 g/100 g selon les formulations industrielles). Cette valeur peut être attribuée à la présence de sucres naturellement issus de l'hydrolyse enzymatique de l'amidon d'avoine (maltose, glucose), ainsi qu'à d'éventuels sucres ajoutés pour améliorer la texture et le goût (**Deswal *et al.* ; 2014 ; McCarron *et al.* ; 2024**). Toutefois, il est important de noter que ces sucres sont souvent d'origine naturelle, ce qui les distingue des sucres raffinés ajoutés dans les desserts conventionnels.

2.1.3. Extrait sec total (EST)

L'extrait sec total du dessert à base de lait d'avoine est de 21 %, ce qui est légèrement inférieur à celui d'un dessert laitier classique, souvent situé autour de 24 %. Cette différence peut s'expliquer par la moindre concentration en protéines et en matières grasses du lait d'avoine par rapport au lait de vache. Toutefois, des études comme celles d'Akalın *et al.* (2024) ont montré que l'ajout de gommages végétales (ex. : carraghénane, gomme d'avoine) permet d'améliorer la texture et la consistance des desserts végétaux, compensant ainsi la différence d'EST. De plus, la présence de bêta-glucanes dans l'avoine contribue à une viscosité accrue et à une meilleure stabilité rhéologique (Zarzycki *et al.* ; 2019).

3. Savon naturel à base de lait d'avoine et d'huile de sésame

Le pH du savon formulé à base de lait d'avoine et d'huile de sésame est de 6,80, ce qui le situe légèrement en dessous de la plage classique des savons solides (généralement entre 8,0 et 9,0), mais plus proche du pH physiologique de la peau (environ 5,5). Cette caractéristique en fait un produit plus doux et mieux toléré, notamment pour les peaux sensibles ou sujettes à l'irritation (Zhou *et al.* ; 2023 ; Nature's Doctor, 2020).

Le lait d'avoine est reconnu pour ses propriétés hydratantes, apaisantes et exfoliantes douces. Il contient des bêta-glucanes, des phénols et des saponines naturelles qui contribuent à calmer les inflammations cutanées, à restaurer la barrière hydrolipidique et à éliminer les cellules mortes sans agresser la peau (Ollie Skincare, 2025 ; Soap.Club, 2022). Plusieurs études ont montré que les savons à base d'avoine colloïdale sont efficaces pour soulager les symptômes de l'eczéma, du psoriasis et des démangeaisons (Konvalia, 2020 ; Wu *et al.* ; 2017).

L'huile de sésame, quant à elle, est riche en **acides gras insaturés** (notamment l'acide linoléique et oléique), en vitamines A, E et B, ainsi qu'en antioxydants naturels tels que la sésamine et la sésamoline. Ces composés lui confèrent des propriétés nourrissantes, anti-inflammatoires et cicatrisantes (Shivhare et Satsangee, 2011 ; Veroneka, 2014). Des recherches ont également démontré que l'huile de sésame améliore l'élasticité de la peau, favorise la régénération cellulaire et protège contre les agressions environnementales (Yahaya *et al.* ; 2021).

La **synergie entre le lait d'avoine et l'huile de sésame** permet d'obtenir un savon :

- A **action nettoyante douce**, sans dessécher la peau ;
- A **fort pouvoir hydratant**, adapté aux peaux sèches ou matures ;
- A **effet apaisant et réparateur**, utile en cas d'irritations, d'acné ou de dermatites ;
- **utilisable sur tous types de peau**, y compris les peaux sensibles ou atopiques.

Ces résultats sont cohérents avec ceux rapportés par **Akalin *et al.* (2024)**, qui ont montré que les savons à base de laits végétaux enrichis en huiles fonctionnelles présentent une meilleure tolérance cutanée et une biodégradabilité accrue, répondant ainsi aux attentes des consommateurs en matière de produits naturels et durables.

4. Crème de peau naturelle à base d'avoine

La crème naturelle formulée à base de lait d'avoine présente de nombreux bienfaits dermatologiques, en raison de sa richesse en protéines végétales, vitamines B et E, lipides insaturés et antioxydants naturels. Ces composés agissent en synergie pour hydrater intensément la peau, renforcer la barrière hydrolipidique, et prévenir la perte en eau transépidermique, tout en apaisant les irritations, rougeurs et démangeaisons.

Plusieurs études confirment ces propriétés. Par exemple, **Gombart *et al.* (2023)** ont démontré que les β -glucanes d'avoine améliorent significativement l'intégrité de la barrière cutanée et réduisent les effets du stress oxydatif sur la peau. De même, **Wu *et al.* (2017)** ont observé une réduction notable des symptômes de l'eczéma et du psoriasis chez des patients utilisant des crèmes enrichies en avoine colloïdale, grâce à ses effets anti-inflammatoires et antioxydants.

Comparativement à d'autres laits végétaux utilisés en cosmétique :

- Le **lait de soja** est reconnu pour sa richesse en isoflavones, mais peut être plus allergène chez certains individus (**Kazimierska et Kalinowska-Lis, 2021**).
- Le **lait d'amande** est apprécié pour sa légèreté, mais contient moins de polysaccharides protecteurs que l'avoine.
- Le **lait de riz**, bien que doux, est moins nutritif et moins hydratant que le lait d'avoine (**Choi *et al.* ; 2024**).

L'avoine se distingue donc par :

- Sa capacité à apaiser les peaux sensibles ou atopiques (eczéma, rosacée, psoriasis) ;
- Ses propriétés cicatrisantes favorisant la régénération cutanée ;
- Sa texture légère et non comédogène, adaptée aux peaux mixtes à grasses ;
- Son efficacité anti-âge, grâce à la stimulation de la synthèse de collagène et à la neutralisation des radicaux libres (**Milk Pick, 2024**).

Enfin, l'utilisation de colloidal oatmeal (avoine finement moulue) dans les formulations permet une meilleure pénétration cutanée et une action prolongée, comme l'ont montré les essais cliniques menés par **Oat Cosmetics (2024)**.

Conclusion

Conclusion

Ce travail expérimental met en évidence la polyvalence fonctionnelle et technologique du lait d'avoine, en tant que matière première végétale adaptée au développement de produits alimentaires (laits, desserts, glaces) et cosmétiques (savons, crèmes) innovants. Les résultats physico-chimiques et microbiologiques obtenus sont globalement conformes aux exigences de qualité, et rejoignent les observations de la littérature sur les formulations à base de laits végétaux.

L'approche « zéro déchet » adoptée via la valorisation des résidus solides renforce la pertinence écologique du projet. Ainsi, l'étude démontre la faisabilité d'une valorisation locale, durable et multifilière du lait d'avoine, en réponse aux enjeux actuels de santé, durabilité et innovation agroalimentaire.

*Références
bibliographiques*

1. AFNOR : Association Française de Normalisation
2. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [Anses]. (2020). Table de composition nutritionnelle des aliments (Ciqual). <https://www.anses.fr/fr/content/la-table-de-composition-nutritionnelle-du-ciqual>.
3. Akalın et al. (2024). Development of probiotic dairy desserts using plant-based milk alternatives. *LWT - Food Science and Technology*, 188, 115456.
4. Beyond. (2012). Oat milk processing line. Fruit Processing Machine. <https://fruitprocessingmachine.com/portfolio-items/oat-milk-processing-line/>.
5. Butt, A. Y., Haq, A., Aamir, S. H., Ashraf, S., & Ali, R. (2023). Development of functional ice cream by the incorporation of oat milk & beetroot. *Journal of Agricultural Science and Food Research*, 14 (1), Article 142. <https://doi.org/10.35248/2161-1025.23.14.142>.
6. Choi et al. (2024). Revolutionizing Cosmetic Ingredients: Plant Extracts and Peptides in Skincare. *Cosmetics*, 11(5), 157.
7. Deswal et al. (2014). Effect of Concentration and Temperature on the Rheological Properties of Oat Milk. *J. Food Process Eng.*, 37(6), 579–589.
8. Filière des plantes médicinales biologiques du Québec. (2009). L'avoine fleurie (*Avena sativa*) : Guide de production sous régie biologique.
9. Gombart et al. (2023). Protective effects of oat β -glucan complex on skin barrier integrity. *Oat Cosmetics*.
10. Husson, O., Charpentier, H., Michellon, R., Razanamparany, C., Moussa, N., Enjalric, F., Naudin, K., Rakotondramanana, R., & Seguy, L. (2012, février). Avoine : *Avena sativa* et *Avena strigosa*. In Manuel pratique du semis direct à Madagascar (Vol. III, Chap. 3, §1), Fiches techniques plantes de couverture : graminées annuelles. CIRAD, GSDM, TAFA.
11. Jaggi, G. (2020, May 8). How oats can benefit your health in multiple ways. Medium. <https://medium.com/@GurveenRD/how-oats-can-benefit-your-health-in-multiple-ways-f5e37f0d5095>.
12. JORA Journal Officiel de la République Algérienne.
13. Kazimierska & Kalinowska-Lis (2021). Milk Proteins and Their Use in Cosmetics. *Molecules*, 26(11), 3253.

14. Kettani, A. (2022). Conception d'une glace végétale à base de jus d'avoine fermenté au kéfir [Mémoire de master, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech]. Matheo ULiège. <http://hdl.handle.net/2268.2/15963>.
15. Lavin, M. (2009, August 30). Oats [Photograph]. Flickr. https://www.flickr.com/photos/plant_diversity/3873730509.
16. McCarron et al. (2024). Oat-based milk alternatives: the influence of physical and chemical properties on the sensory profile. *Front. Nutr.*, 11, 1345371.
17. Milk Pick (2024). The Benefits of Oat Milk for Skin.
18. Myrtea Formations. (2025, mai 23). Propriétés de la plante : Avoine (*Avena sativa*). https://myrtea-formations.com/index.php?mod=aromatheque&rubrique=P&act=fiche&num_plante=43.
19. Opembe, D. (2024, July 24). Oatmeal soap benefits: Your skin's new best friend. Green Glow Guide. <https://greenglowguide.com/oatmeal-soap-benefits/>.
20. Pallavi, D., Hiremath, J. P., & Madhusudan, N. M. (2022). Production process and chemical analysis of oat milk. *The Pharma Innovation Journal*, 11 (9), 3048–3050.
21. Pazyar, N., Yaghoobi, R., Kazerouni, A., & Feily, A. (2012). Oatmeal in dermatology: A brief review. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 78(2), 142–145. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.93629>.
22. Sapiga, V., Polischuk, G., Buniowska, M., Shevchenko, I., & Osmak, T. (2021). Polyfunctional properties of oat β -glucan in the composition of milk-vegetable ice cream. *Ukrainian Food Journal*, 10(4), 691–706. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2021-10-4-5>.
23. Sangwan, S., Singh, R., & Tomar, S. K. (2014). Nutritional and functional properties of oats: An update. *Journal of Innovative Biology*, 1, 3–14.
24. Sayar, S., & White, P. J. (2011). Oat starch: Physicochemical properties and function. In F. H. Webster & P. J. Wood (Eds.), *Oats: Chemistry and technology* (2nd ed., pp. 109–122). St. Paul, MN: AACC International.
25. Tabuteau, G. (2024, 22 mars). Tout savoir sur l'avoine : propriétés, utilisation, culture, bienfaits. Agryco. <https://www.agryco.com>.
26. Trevaskis, B., Harris, F. A. J., Bovill, W. D., Rattey, A. R., Khoo, K. H. P., Boden, S. A., & Hyles, J. (2022). Advancing understanding of oat phenology for crop adaptation. *Frontiers in Plant Science* 13, 955623. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.955623>.

27. Vuong, Q. V., Le, M. S., & Hermansen, C. (2025). Oat milk by-product: A review of nutrition, processing and applications of oat pulp. *Food Reviews International*. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2450263>.
28. Wang, A., Zhu, Y., Zou, L., Zhao, G., & Wu, J. (2023). Development of protein-enriched biscuit based on oat-milk byproduct fortified with chickpea flour. *LWT – Food Science and Technology*, 177, Article 114594. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114594>.
29. Wu et al. (2017). Colloidal oatmeal in the treatment of dermatological conditions. *JDDonline*.
30. Yadav et al. (2021). Nutritional and Organoleptic Properties of Oat Milk Dessert Enriched with Paneer and Standardized Milk. *Asian J. Dairy Food Res.*, 40(2), 167–171.
31. Yu, Y., Li, X., Zhang, J., Li, X., Wang, J., & Sun, B. (2023). Oat milk analogue versus traditional milk: Comprehensive evaluation of scientific evidence for processing techniques and health effects. *Food Chemistry: X*, 19, Article 100859. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100859>.
32. Zarzycki et al. (2019). Rheological properties of milk-based desserts with the addition of oat gum and κ -carrageenan. *J. Food Sci. Technol.*, 56(11), 5107–5115.
33. Zhou, S., Jia, Q., Cui, L., Dai, Y., Li, R., Tang, J., & Lu, J. (2023). Physical–chemical and sensory quality of oat milk produced using different cultivars. *Foods*, 12 (6), 1165. <https://doi.org/10.3390/foods12061165>.

Annexes

Democratic and Popular Algerian Republic

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University 8 May 1945 Guelma

Faculty of Natural Sciences and Life, Earth and Universe Sciences



**End-of-study project for the attainment of a diploma / Startup within the
framework of Ministerial Order 1275**

Faculty: Natural and Life Sciences

Program: Food Sciences

Specialization/Option: Dairy Production and Processing

Project

the Valorization of Oat Grains for Use in the Dairy Industry

Trade Name of the Project:

Avena Delic





Information Card

Regarding the Supervisory Team of the Project Group

1- Supervision Team :

Principal Supervisor :	Specialization:
Dr. Benteboula Moncef	Feeding and nutrition of ruminants



2- Project Team :

Project Team	Faculty	Specialization
Bouyedda Lamis	Natural and Life Sciences	Dairy production and processing
Aouissi Rawnak		





Table of contents

First section: Project presentation

1. The project idea (the proposed solution)
2. The value propositions
3. Work team
4. Objectives of the project
5. The project implementation schedule

Second section: Innovative features

1. Nature of innovations
2. Fields of innovation

Third Section: Strategic Market Analysis

1. Market segment
2. Measuring the intensity of competition
3. Marketing strategy

Fourth Section: Production and Organization Plan

1. Production process
2. Procurement
3. Workforce
4. Key partners

Fifth Section: Financial Plan

1. Investments and expenses: A controlled start
2. Financing: A mix to ensure take-off
3. Revenue: Realistic and ambitious projections
4. Operating costs

Sixth Section: Experimental Prototype

First section:
Project presentation

1. The project idea (the proposed solution)

Avena Delic operates in the field of plant-based food industries is an innovative project focused on producing and marketing plant-based beverages and food products derived from oats, offering healthy and sustainable alternatives to traditional dairy.

The core product is plain oat milk, designed as a lactose-free and gluten-free alternative suitable for people with dietary restrictions or those pursuing a vegan lifestyle.

The project also includes a line of flavored plant-based crème dessert made from oat milk, available in natural tastes such as chocolate and banana, catering to consumer demand for healthy yet indulgent treats.

In addition, the project adopts a zero-waste approach by reusing the oat pulp generated during the milk filtration process to produce:

- **High-fiber cookies** targeted at athletes,
- **Natural soap**
- **Moisturizing face cream** enriched with local honey.

The idea emerged from personal observation of a real gap in the Algerian market, where plant-based milk alternatives are almost nonexistent despite a rise in lactose intolerance

This integrated approach blends nutrition, sustainability, and local innovation — introducing a new product category that remains rare or unavailable in the Algerian market.

2. The value propositions

- **Innovation**

Avena Delic introduces the first locally produced oat-based milk and its derivatives in Algeria. While oat milk is known globally, it is entirely new to the Algerian market, filling a gap in healthy, plant-based alternatives.

- **Performance**

Our products offer high nutritional value, especially in terms of fiber and digestibility. They are free from lactose, cholesterol, gluten, and artificial additives — delivering clean-label, functional foods.

- **Customization**

The project offers product lines tailored to specific needs:

- Oat milk for lactose-intolerant individuals
- Dessert for children and adults
- Cookies for athletes
- Skin care products for eco-conscious consumers

We aim to adapt recipes and formats based on consumer feedback.

- **Getting the Job Done**

Avena Delic provides a practical daily solution for people who cannot consume dairy or want to reduce animal products, without sacrificing taste or quality. It makes plant-based nutrition easy and accessible.

- **Design**

We focus on simple, elegant, and eco-friendly packaging, using recyclable materials and clear labeling to build trust and attract conscious consumers. *Avena Delic* aims to become a visually appealing, modern brand.

- **Price**

Our locally produced items will be priced more competitively than imported plant-based products, making them accessible to a broader audience without compromising quality.

- **Risk Reduction**

We offer safe, allergen-friendly products free from lactose, soy, or nuts — reducing health risks for sensitive individuals. Natural, preservative-free ingredients ensure safer consumption.

- **Accessibility**

Products will be available through university shops, local markets, organic stores, and potentially pharmacies — with a vision to expand into online delivery for wider reach.

- **Convenience/Usability**

Our products are ready-to-consume, portable, and designed for on-the-go lifestyles, especially useful for students, workers, and athletes looking for nutritious quick options.

3. Work team

The Avena Delic project is founded and led by a committed duo of students from the **University of 8 May 1945 Guelma**, combining scientific expertise and marketing skills to launch an innovative plant-based brand

Bouyedda Lamis	<p>Academic qualifications:</p> <ul style="list-style-type: none"> -License degree in food technology and quality control. -Currently pursuing a master’s degree in milk production and processing.
	<p>Training & certifications</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diploma in digital marketing. -Diploma in Entrepreneurship training completed 3-week program at Cde of Guelma
	<p>Practical experience</p> <ul style="list-style-type: none"> -Two-month professional internship at Edough dairy plant.
	<p>Role in the project</p> <ul style="list-style-type: none"> -Product research and development -Quality control and testing -Building the brand identity of Avena Delic -Designing and testing formulations for oat milk and its derivatives.

Aouissi rawnak	<p>Academic qualifications:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diploma in Entrepreneurship training completed 3-week program at Cde of Guelma.
----------------	--

	Training & certifications -Diploma in digital marketing
	Practical experience -Two-month professional internship at Edough dairy plant.
	Role in the project - Research and development

4. Objectives of the project

- **Short-Term objectives (within 1 year)**
 - Finalize and stabilize the formulations of oat milk, Dessert in chocolate and banana flavors, ice cream, high-protein cookies for athletes, natural soap, moisturizing face cream.
 - Start sales in the local Algerian market (Guelma and nearby cities).
 - Promote the brand Avena Delic through social media.
 - Obtain basic hygiene and safety certifications.
 - Collect consumer feedback to improve products.
- **Medium-Term (1 to 3 Years)**
 - Shift to semi-industrial production.
 - Expand product distribution to several Algerian provinces.
 - Launch new oat-based and cosmetic products.
 - Achieve 3%–5% market share in the plant-based dairy sector.
 - Grow the production and marketing team.
 - Build partnerships with local distributors.
- **Long-Term (3 to 5+ Years)**
 - Establish a small industrial production unit.
 - Distribute products nationwide through various retail channels.
 - Create exportable product formats.

- Reach 7%–10% national market share.
- Position Avena Delic as a leading brand in oat-based innovation.

5. The project implementation schedule

Task	Estimated duration	Key deliverables
-Market study and competitor analysis.	1 month	-Identify market demand for plant-based products in Algeria and analyze local competitors.
-Product research and development	1-2 month	-Finalize and improve formulas for oat milk, ice cream, dessert, ect
-Workspace setup and infrastructure	3 months	-Choose the production site, prepare legal documents, order and receive equipment, install machinery, and prepare the workspace.
-Procurement of raw materials	2 weeks	-Secure initial supply of essential ingredients and packaging for trial production.
-Recruitment and team training	1 month	-Hire and train staff in production, hygiene, safety and marketing to ensure smooth operations.
-Launch of first pilot production batch	1 month	-Test the production line, ensure product quality, and assess operational performance.
-Trial marketing and local distribution	1 month	-Initial sales in the local market, collect consumer feedback and adjust strategies accordingly.

**Second section:
Innovative features**

1. Nature of innovations

Avena Delic represents a multi-dimensional innovation model based on cereal processing technologies, the development of plant-based alternative products, and the valorization of food by-products to create both nutritional and cosmetic derivatives for an emerging market in Algeria.

- **Technological Innovation:**
Application of cereal extraction, filtration, stabilization, and texturizing techniques to obtain a stable plant-based matrix suitable for various food and cosmetic applications.
- **Product Innovation:**
Formulation of novel lactose-free and gluten-free food products tailored to specific dietary needs.
- **Market Innovation:**
Penetration of an untapped segment by introducing locally produced plant-based alternatives in a dairy-dominated market.
- **Resource Valorization Innovation:**
Transformation of production by-products into high-value goods, enhancing efficiency along the value chain and minimizing raw material waste.
- **Design and Accessibility Innovation:**
Delivery of natural, clean-label products with modern presentation, appealing to diverse age groups and consumer profiles.
- **Radical Innovation:**
Launch of the first Algerian start-up dedicated to diversified oat-based applications, bridging the fields of functional nutrition and personal care
- **Value Proposition Innovation:**
Added value through the combination of healthy nutrition and natural skincare, within a single product line.

2. Fields of innovation

- Launch of **the first Algerian project** dedicated to oat milk and plant-based ice cream production — a completely untapped segment in the national market, offering a pioneering and exclusive value proposition.

- Adoption of a new local production approach using grains as a primary source instead of traditional animal-based milk.
- Development of integrated offerings that combine plant-based food products and natural cosmetics under a single brand.
- Targeting new consumer segments such as individuals with food intolerances, athletes, and wellness-focused individuals.
- Delivering a fresh user experience through innovative, easy-to-use products tailored to modern lifestyles.
- Implementation of a circular economy model through by-product valorization into secondary high-value products.

Third Section:
Strategic Market Analysis

1. Market segment

Potential Market:

Composed of individuals or institutions seeking plant-based alternatives to traditional dairy products. This includes people with lactose or gluten intolerance, vegans, athletes, and health-conscious consumers. It also includes organic food shops, pharmacies, sports stores, and restaurants interested in offering vegan-friendly options.

Target Market (Segment):

Focused on young consumers aged 18–40, especially in major cities, who are adopting modern and health-oriented consumption habits. This segment includes:

- ✓ Individuals with dairy or gluten intolerance.
- ✓ Athletes and fitness enthusiasts.
- ✓ Consumers interested in plant-based and natural products.
- ✓ Women seeking skincare solutions made from natural ingredients.

Justifications for Target Market Selection:

- ✓ Absence of similar products in the Algerian market gives the project a first-mover advantage.
- ✓ Growing global and national demand for plant-based alternatives.
- ✓ Increasing health awareness among Algerian consumers.
- ✓ Expansion of digital marketing enables direct access to the target audience without relying on traditional retail networks.

Potential Purchase Agreements with Key Clients:

Strong potential to establish partnerships with:

- ✓ Pharmacies and dietary supplement stores.
- ✓ Shops specializing in organic and fitness nutrition.
- ✓ Vegan or health-focused cafes and restaurants.
- ✓ Gyms and fitness clubs interested in healthy snacks and beverages.

2. Measuring the intensity of competition

Category: Plant-Based Milk and Derivatives (Cream Dessert – Vegan Ice Creams)

- Snaky DZ

Product type: Plant-based milk (soy, almond, coconut) and plant-based cream dessert

Price range: Between 700 DZD and 900 DZD

Strengths:

- 100% locally produced
- Variety of plant milk sources
- One of the first local brands in the vegan segment

Weaknesses:

- Does not produce oat milk
- No innovation in flavors or product types
- Limited distribution and marketing
- **Candia lactose free**

Product type: Lactose-free dairy milk

Price: Around 160 DZD

Strengths:

- Well-known international brand with consumer trust
- Broad availability across Algerian markets

Weaknesses:

- Not fully locally produced – relies on imported milk powder
- Not suitable for vegans or individuals with milk protein allergies
- No plant-based derivatives or innovative flavors

3. Soummam

Product type: Dairy milk and its derivatives

Price: Around 120 DZD

Strengths:

- Long-standing experience and high production capacity
- Trusted by a large consumer base

Weaknesses:

- No plant-based product lines
- Focused only on traditional dairy offerings

Category: Sports Cookies (Made from Oat Pulp)

- **Granola DZ**

Product type: Handmade granola cookies, marketed as healthy snacks

Price: Around 600 DZD per unit

Sales method: Online only (no physical store presence)

Strengths:

- Health-focused branding and design
- Active on social media
- Uses natural ingredients

Weaknesses:

- High price compared to average consumer expectations
- Limited accessibility (only available online, no national distribution)
- No upcycling approach (does not valorize food waste or use oat pulp)

- **BIFA**

Product type: Mass-produced cookies, wafers, madeleines

Price: Around 60 DZD

Strengths:

- Largest industrial producer in Algeria in this segment
- Very competitive pricing and wide distribution
- Recognized brand across all regions

Weaknesses:

- Not positioned as a healthy or functional product
- Uses standard industrial ingredients (not suitable for health-conscious consumers)
- No innovation or eco-friendly value

Category: Natural Cosmetics

- **Ultimate DZ**

Product type: Natural soap, creams, oils, and skincare products

Price: Natural soap at approximately 600 DZD

Strengths:

- High quality with natural ingredients
- Effective digital marketing strategy
- Good presence on social media platforms

Weaknesses:

- Does not utilize upcycled food by-products like oat residues
- Relatively high prices for low-income consumers
- More limited market presence compared to national brands
- **Abusaad**

Product type: Full range of natural soaps and derivatives

Price range: 170 DZD to 800 DZD, depending on type and size

Strengths:

- Well-known Algerian brand with national recognition
- Wide market coverage across all Algerian territory
- Extensive product variety and broad distribution
- Affordable prices suitable for all social categories

3. Marketing strategy

The marketing strategy of Avena Delic aims to position the brand as an innovative and health-focused player in the Algerian market, by offering multifunctional plant-based products derived from oats. The plan is based on a deep understanding of target audience needs and the use of effective promotional and distribution methods.

- **Market and Demand Analysis**

- Conducting field and online surveys to understand consumer preferences regarding plant-based products.
- -Studying the purchasing behavior of people who are lactose-intolerant, vegan, or follow healthy diets.

- Assessing the growing demand for gluten-free and dairy-alternative products.
- **Market Segmentation and Targeting**

Identifying key target groups:

- Athletes
- People with lactose intolerance
- Health-conscious and vegan individuals
- Women interested in natural cosmetics
- Offering customized products for each segment (e.g., high-protein cookies for athletes, nourishing facial cream for women...).
- **Positioning**
 - Establishing the brand as the first Algerian line of diversified oat-based plant products, including beverages, desserts, ice cream, and cosmetics.
 - Associating the brand with values like: innovation – sustainability – wellness – local production.
- **Pricing Strategy**
 - Offering products at competitive and accessible prices, compared to major brands (Candia, Soummam, Ultimate...).
 - Applying the Value for Money approach, especially for premium products like natural face cream or sports cookies.
- **Distribution Channels**

Direct sales through:

- Local stores (organic shops, health food stores) in various regions.
- Online sales through social media platforms and local e-commerce websites.

Collaborations with:

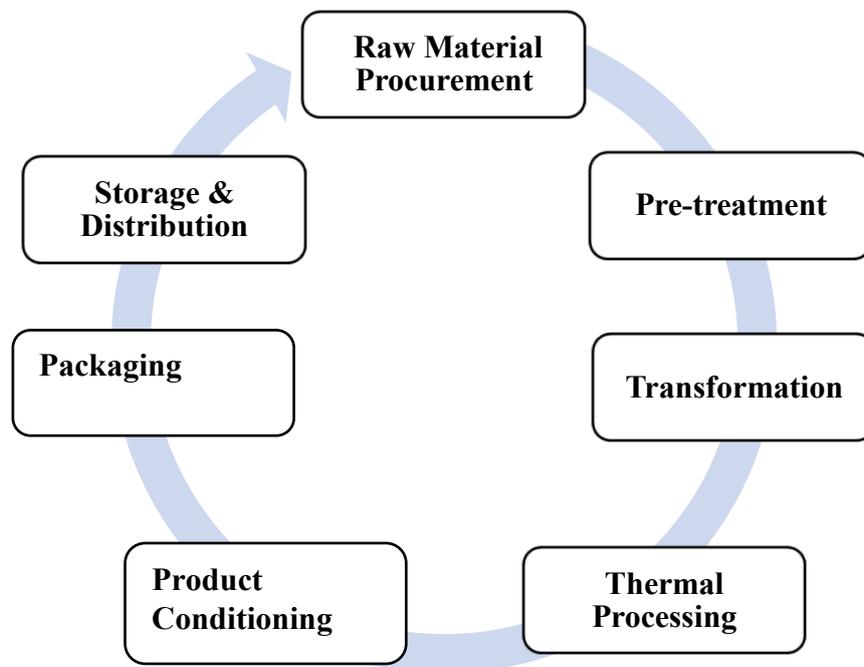
- Gyms and fitness centers to promote energy cookies.
- Pharmacies and beauty centers for cosmetics.
- Local markets and trade fairs to increase visibility.
- **Promotion and Communication**
 - Campaigns on social media platforms (educational videos, product testing, customer testimonials).

- Launch offers and discounts to attract first buyers.
- Participation in university and commercial exhibitions focused on healthy food or natural beauty.
- Partnerships with influencers in nutrition and wellness.
- **Monitoring and Evaluation**
 - Monthly analysis of sales and consumer behavior through digital tools.
 - Measuring customer satisfaction through online forms.
 - Improving products based on feedback and user experience.

Fourth Section:
Production and Organization Plan

1. Production process

The production process of *Avena Delic* involves a series of carefully controlled steps to transform raw oat grains into a range of plant-based food and cosmetic products. Each stage ensures quality, safety, and innovation while maximizing the use of resources.



1. Raw Material Procurement

Sourcing high-quality, gluten-free oat grains and other natural ingredients (flavors, sugars, oils, honey...)

2. Pre-treatment

Cleaning and milling the oat grains;

Soaking or pre-cooking the oats depending on product specifications;

Preparing complementary ingredients for further processing.

3. Transformation

Producing oat milk via enzymatic or mechanical methods.

Creating various products:

Plant-based cream desserts, Vegan ice creams, Energy cookies using oat residue, Natural soap and face cream, Valorization of by-products to minimize waste.

4. Thermal Processing

Pasteurizing oat milk and heating other products to ensure safety;

Cooling or freezing depending on the product type.

5. Product Conditioning

Adjusting texture, flavor, acidity, and appearance;

Performing quality control (sensory, microbiological, chemical tests);

6. Packaging

Using eco-conscious packaging solutions.

7. Storage and Distribution

Organizing logistics for delivery to retailers, gyms, pharmacies, and online customers

2. Procurement

Procurement Policy

The project is based on purchasing high-quality, organic raw materials such as gluten-free oats, natural flavors, vegetable oils, and honey. It also includes the acquisition of eco-friendly packaging and necessary manufacturing supplies according to each product type.

Production equipment is purchased in phases based on capital availability and business expansion.

Main Suppliers

- Local farmers for raw oats;
- Algerian suppliers specializing in natural food and cosmetic ingredients;
- Packaging providers from local markets or online platforms;
- Possibility of importing certain equipment or specific raw materials.

Payment Terms

Flexible payment system: 30% upon order confirmation, 70% upon delivery and quality verification.

Delivery Time

- 3 to 5 working days for local suppliers.
- 7 to 10 working days for imported components or equipment.

3. Workforce

- Estimated Number of Positions:

2 Founders (management and supervision);

5 Production workers (across various production lines);

2 Quality control technicians;

1 Engineer or senior technician in food industries;

2 Digital and field marketing officers;

1 Content designer;

1 Accountant;

2 Logistics and warehouse managers;

3 Distributors (local and national).

- Total: 19 to 22 direct positions

- Potential to create indirect jobs (delivery, laboratory testing, outsourced packaging, etc.)

- Workforce Allocation Within the Facility:

- Quality control laboratory: QC technicians, food engineer

- Production lines:

Oat milk and derivatives line;

Plant-based ice cream line;

Cookies production line;

Soap and face cream line;

- Packaging unit: Packaging workers, final inspection

- Administration and accounting: Office within the facility

- Marketing and communication unit: Digital marketing and customer service

- Distribution and storage unit: Warehouse and loading area
- Possibility of Outsourcing:
- Eco-friendly external packaging services;
- Microbiological and quality analysis in specialized laboratories;
- Distribution partnerships with national courier companies or delivery apps;

4. Key partner

The implementation of Avena Delic relies on a strategic network of partnerships that provide resources, facilitate procedures, and support the development and successful launch of the project.

- Main Partners
- ✓**Raw material suppliers:** Collaboration with local and/or international suppliers for high-quality oats and other natural ingredients.
- ✓**Business Incubator at the University of 8 May 1945 – Guelma:** Guidance and support in business planning, training, and project development.
- ✓**The National Entrepreneurship Support & Development (NESDA):** Financial support through partial investment funding.
- ✓**Certified laboratories:** Conduct microbiological and physicochemical analyses to ensure product compliance with quality standards.
- ✓**Public authorities:** Support with regulatory procedures, sanitary approvals, and industrial licensing.
- ✓**Local banks:** Possibility of obtaining complementary funding or payment facilities.

Fifth Section
Financial Plan

1. Investments and expenses: A controlled start

The success of the *Avena Delic* project is based on a well-structured and realistic financial plan, tailored to the available resources and growth objectives. This section presents the initial investments and anticipated expenses for a controlled and efficient launch.

A simplified launch strategy has been developed to start the activity with minimal costs without compromising product quality.

The goal is to test the market and achieve early sales using realistic means.

- **Table of Investements**

Item	Estimated Cost (DZD)
Oat milk production line 500L 1000L	4 486 326,00
Oats (first batch)	60 000,00
Secondary ingredients	30 000,00
Packaging materials	100 000,00
Unit setup and basic equipment	300 000,00
Administrative and legal fees	50 000,00
Initial marketing and visual branding	10 000,00
Total Estimated Cost	5 036 326,00

- **Proposed Funding**

In order to ensure the successful launch of the *Avena Delic* project under stable financial conditions, a mix of funding sources has been adopted, including personal resources, institutional support, and the possibility of bank financing or support from incubators

Source of Funding	Amount (DZD)	Percentage (%)
Self-funding	500 000.00	5%
The National Entrepreneurship Support & Development (NESDA)	2 500 000.00	25%
Bank Laon	7 000 000.00	70%
Total	1 000 000 000.00	100%

Product Pricing Overview

The projected selling prices for Avena Delic products are based on packaging type and product category:

- Oat milk
250 DZD for 1-liter carton bottle
180 DZD for 1-liter glass bottle
- Oat Dessert 80 DZD per unit
- Plant-Based Ice Cream 100 DZD per unit
- Oat-Based Soap 500 DZD per unit
- Oat & Honey Face Cream 600 DZD per unit
- Healthy Cookies 100DZD per unit

These prices were determined after a market study and adjusted to reflect packaging cost, product positioning, and local purchasing power.

Table of projected revenue (short term- First 6 months)

Product	Units	Price (DZD)	Monthly Revenue
Oat milk (Carton Bottle)	600	250.00	150 000.00
Oat milk (Glass Bottle)	400	180.00	72 000.00
Oat Dessert	800	80.00	64 000.00
Plant-Based Ice Cream	1000	100.00	100 000.00
Healthy Cookies	100	100.00	10 00.00
Oat-Based Soap	100	500.00	50 000.00
Oat face cream	100	600.00	60 000.00
Total monthly revenue			500 000.00

Sixth Section:
Experimental Prototype

Experimental Prototype Oat Milk & its derived products *Avena Delic*



Avena Delic
Oat Milk
carton bottle



Avena Delic
Oat Milk
glass bottle



Avena Delic
Plant-Based Ice
Cream



Avena Delic
Oat Milk Dessert

Experimental Prototype **Oat Soap & Face Cream**



Experimental Prototype OatMeal & Chickpea Cookies *Chickoats*



Business Model Canvas for *Avena Delic*

Key partners	Key activities	Value propositions	Customer relationship	Clients
<ul style="list-style-type: none"> - Raw material suppliers ; - Certified gluten-free oat suppliers; - Laboratories and quality specialists ; - Eco-friendly and sustainable packaging manufacturers; - Nutrition experts / influencers ; - Distribution networks ; - Co-branding with local brands; - Smart packaging partners. 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuous innovation and launch of new product derivatives; - Compliance with health and quality standards (HACCP, ISO, etc.); - Research and Development (R&D); - Marketing and Communication; - Future development toward exportation. 	<ul style="list-style-type: none"> - first local brand to offer healthy oat-based alternatives (an innovation in the national market); - 100% plant-based products, lactose-free, gluten-free, and fat-free; - A variety of products: oat milk, dessert creams, plant-based ice creams; - A complete range for different consumption moments (breakfast, dessert, snack); - Affordable pricing compared to imported products. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personalized service and nutritional advice; - Building an engaged community (social media, recipes, testimonials): - Responsive and attentive after-sales service. 	<ul style="list-style-type: none"> - Individuals with lactose intolerance or celiac disease (gluten intolerance); - Consumers focused on well-being and healthy eating (athletes, fitness enthusiasts, people on diets, diabetics); -Elderly individuals with dietary restrictions; -Vegan consumers; - Parents of children with allergies or specific dietary needs.
	<p>Key resources</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physical resources (Production unit, processing equipment, cold storage, packaging machinery); - Supply of natural and certified raw materials; - Human resources (Technical team, product developer, marketing and sales team); - Digital resources (Website / e-commerce platform). 		<p>Channels</p> <ul style="list-style-type: none"> - Physical points of sale (Organic/health food stores, local supermarkets/hypermarkets, gourmet or specialty shops); - Online channel (Own e-commerce store/website); - B2B distribution (Partnerships with dietitians, nutritionists, or health coaches; restaurants, cafés, hotels). 	
Costs		Revenue streams		
<ul style="list-style-type: none"> - Production costs (Purchase of raw materials, organic ingredients, eco-friendly packaging, utilities (water, electricity, gas), equipment maintenance (cleaning, spare parts)); - Salaries or wages for labor; - Fixed costs (Production facility rent, insurance, safety, hygiene, administrative expenses). 		<ul style="list-style-type: none"> - Direct sales to consumers (in individual bottles or in bulk to stores); - Online sales (e-commerce); - Wholesale to cafés and restaurants. 		

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة اقتصاد المعرفة والمؤسسات
الناشئة والمؤسسات المصغرة



الوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة 8 ماي 1945 - قالمة -

الرقم: 24/CDE-UGU/223

شهادة تكوين في المقاولاتية

سلمت هذه الشهادة الى السيد (ة): **بويدة لميس** الحامل (ة) للرقم التعريفي الوطني الوحيد: 110000851003280008

إثباتا لمتابعته (ها) للدورة التكوينية في المقاولاتية وإنشاء المؤسسات المصغرة، المنظمة خلال الفترة الممتدة من: 2025/05/11 إلى: 2025/05/29

حرر بقالمة في: 2025/05/29

عن المدير العام للوكالة الوطنية لدعم وتنمية

المقاولاتية



مدير المؤسسة الجامعية

عبد المجيد
الأستاذ الدكتور صالح العقون

حررت هذه الشهادة للإستعمالها في إطار القرار الصادر عن وزير اقتصاد المعرفة والمؤسسات الناشئة والمؤسسات المصغرة المؤرخ في 29 رجب عام 1444 الموافق 20 فبراير سنة 2023. يحدد تنظيم وسير لجنة انتقاء واعتماد وتمويل المشاريع الاستثمارية المحدثة على مستوى الوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية وكذا كفاءات معالجة ومضمون الملفات المتعلقة بهذه المشاريع.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة اقتصاد المعرفة والمؤسسات
الناشئة والمؤسسات الصغيرة



الوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة 8 ماي 1945 - قالة -
الرقم: 24/CDE-UGU/237

شهادة تكوين في المقاولاتية

الحامل (ة) للرقم التعريفي الوطني الوحيد: 110010853026860004

سلمت هذه الشهادة الى السيد (ة): عويسي رونق

إثباتا لمتابعته (ها) للدورة التكوينية في المقاولاتية وإنشاء المؤسسات الصغيرة، المنظمة خلال الفترة الممتدة من: 2025/05/11 إلى: 2025/05/29

حرر بقالة في: 2025/05/29

عبد المدير العام للوكالة الوطنية لدعم وتنمية

المقاولاتية
المكلف بتسيير شؤون الوكالة الولائية
للصحة وتنمية المقاولاتية
قالة
ع. بومليط



مدير المؤسسة الجامعية
عبد الجامعة
الاستاذ الدكتور، صالح العقون

حررت هذه الشهادة للإستعمالها في إطار القرار الصادر عن وزير اقتصاد المعرفة والمؤسسات الناشئة والمؤسسات الصغيرة المؤرخ في 29 رجب عام 1444 الموافق 20 فبراير سنة 2023، بعدد تنظيم وسير لجنة
انتقاء واعتماد وتمويل المشاريع الاستثمارية المحدثة على مستوى الوكالة الوطنية لدعم وتنمية المقاولاتية وكذا كفاءات معالجة ومضمون الملفات المتعلقة بهذه المشاريع