

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



Projet de Fin d'Etudes

**Dans le cadre de l'arrêté ministériel 008**

**« Un diplôme, une startup / micro entreprise ou brevet d'invention »**

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Technologie Agroalimentaire et contrôle de qualité

**Production et utilisation de la poudre de fruits de citrouille  
(Cucurbita maxima) pour la nutrition humaine et valorisation  
des feuilles en agriculture durable et protection de  
l'environnement**

**Soutenu le : 24/05/2026**

**Présenté par :**

1/Ziani Nor El Houda – M2 Département Agroalimentaire

2/Khodja Marwa – M2 Département Agroalimentaire

**Devant le jury composé de :**

<b>Belhoualakhedidja</b>	<b>MCB</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Président</b>
<b>Ben YellesMeriem</b>	<b>MCB</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Examinatrice</b>
<b>Belhacinifatima</b>	<b>MCA</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Encadrant 1</b>
<b>SenouciAzzeddine</b>	<b>MCB</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Encadrant 2</b>
<b>Khalfa Ali</b>	<b>MCA</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Encadrant 3</b>
<b>Hasnaoui Meriem</b>	<b>MCA</b>	Université d'Ain Témouchent	<b>Représentant de CDE</b>
<b>Laroussi Yasmine</b>	<b>ISP</b>	APC Ain Témouchent	<b>Partenaire socioéconomique</b>

**Année Universitaire 2025 / 2026**

## Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu Tout-Puissant de nous avoir accordé la santé la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante **Mme Belhacini Fatima** pour ses conseils précieux ses orientations pertinentes et son suivi continu tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Nous adressons également nos vifs remerciements à **Monsieur Ali Khalfa** pour son soutien ses encouragements et ses précieux conseils.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail modeste.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants du département de Technologie des industries agroalimentaires pour les connaissances et les compétences qu'ils nous ont transmises durant notre parcours universitaire.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à nos familles ainsi qu'à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

## Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَإِخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّبَابِ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيْتَنِي صَغِيرًا﴾

À la lumière de ma vie et à la douceur de mes années toi qui es mon point de départ et ma continuité sans toi je ne serais pas à toi ma chère mère.

À mon premier pilier à ma force et mon soutien à celui qui se fatigue et se sacrifie pour moi à toi mon cher père.

À mes chers parents, quels que soient les mots et les expressions je ne pourrai jamais vous rendre justice. Merci pour tous les sacrifices tout le soutien et tout l'amour sans limites. Que Dieu vous garde pour moi comme soutien et force tout au long de la vie.

À ma chère tante qui m'a énormément aidée et soutenue durant ce parcours merci pour ta présence ton encouragement et ton aide précieuse. Je te serai toujours reconnaissante pour tout ce que tu as fait pour moi.

À mes frères et sœurs avec vous ma joie est complète et ma détermination se renforce Merci pour votre présence constante dans ma vie.

À mes amies de parcours, vous avez été un véritable soutien. Merci pour votre présence dans ma vie et pour avoir partagé avec moi les beaux et les difficiles moments.

À tous ceux qui m'ont tendu la main et m'ont soutenue à chaque étape recevez toute ma gratitude et ma reconnaissance. Sans votre aide et vos encouragements je ne serais pas arrivée là où je suis aujourd'hui.

Et aux enseignants encadrants, merci pour vos conseils judicieux vos orientations précieuses qui ont éclairé mon chemin dans ce parcours Nous apprécions votre savoir votre patience et vos efforts.

*NOR EL HOUDA*

## Dédicace

**Avant tout, louange à Dieu qui m'a donné la force,  
La patience et le courage d'achever ce travail.**

Le chemin n'a pas été court, et il n'aurait pas dû l'être. Le rêve n'était peut-être pas proche, mais le parcours était rempli de défis qui ont forgé ma personnalité et construit mon avenir.

À celui dont le nom résonne avec les plus beaux surnoms...

Celui qui m'a soutenue sans limites et m'a donné sans attendre en retour...

Celui qui m'a appris que la vie est un combat, et que la science et le savoir sont nos armes...

Mon premier soutien dans mon parcours, ma force et mon appui après Dieu...

**À ma fierté et mon honneur... mon père.**

À celle dont Dieu a placé le paradis sous ses pieds...

Celle qui m'a portée dans son cœur avant même de me porter dans ses bras...

Celle dont les prières ont toujours illuminé mon chemin...

La lumière qui éclairait mes nuits les plus sombres...

Le secret de ma force et de ma réussite...

**Ma mère.**

À mes petits frères et sœurs, soutien et lumière de mes jours...

À ceux qui ont toujours été à mes côtés et ont apaisé mes inquiétudes...

À ma chère sœur et à la joie de mes yeux...

**Mon frère et ma sœur.**

À tous ceux qui ont été un soutien et une aide tout au long de ce chemin...

À mes amis dans les moments difficiles comme dans les plus beaux instants.

Je vous dédie cette réussite, fruit des efforts que vous avez toujours souhaité voir aboutir.

Aujourd'hui, j'ai accompli et récolté le premier fruit de votre confiance et de votre soutien.

Louange à Dieu pour tout ce qu'Il m'a accordé.

**MARWA**

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى إنتاج مسحوق اليقطين باستعمال تقنية التجفيف الحديثة بالمقلاة الهوائية، مع إبراز أهميته الغذائية والاقتصادية والبيئية في الجزائر. ان مسحوق اليقطين يتميز بقيمة غذائية مرتفعة بفضل غناه بالألياف الغذائية والفيتامينات والمعادن ومضادات الأكسدة، مما يجعله مادة أولية واعدة يمكن إدماجها في العديد من الصناعات الغذائية. كما بيّنت الدراسة أن تقنية التجفيف المستعملة تسمح بالحصول على مسحوق ذي جودة جيدة مع الحفاظ على الخصائص الغذائية للمنتوج والتقليل من التلف والضياع بعد الحصاد

ومن الجانب الاقتصادي، يساهم هذا المشروع في تثمين المنتوجات الفلاحية المحلية والتقليل من تكاليف استيراد بعض المواد الغذائية المستعملة في الصناعات التحويلية، إضافة إلى تشجيع الاستثمار وخلق فرص عمل في قطاع الصناعات الغذائية. كما تم التأكيد على أهمية استغلال البقايا الناتجة عن عملية التحويل، حيث يمكن استخدامها في تغذية المواشي والدواجن، في حين يمكن توظيف الأوراق والمخلفات العضوية كسماد طبيعي لتحسين خصوبة التربة. وتبرز هذه الدراسة أن مشروع إنتاج مسحوق اليقطين ينسجم مع مبادئ التنمية المستدامة من خلال تقليل النفايات، حماية البيئة، ودعم الاقتصاد

الدائري

**الكلمات المفتاحية:** مسحوق اليقطين، التجفيف، الصناعات الغذائية، التنمية المستدامة، تثمين النفايات

## **Abstract**

This study focuses on the production of pumpkin powder (*Cucurbita* spp.) using modern technology while highlighting its nutritional, economic, and environmental significance in Algeria. The findings revealed that pumpkin powder has high nutritional value due to its richness in dietary fibers, vitamins, minerals, and antioxidant compounds, making it a promising ingredient for various food industries. The study also demonstrated that the drying method used can produce high-quality powder while preserving the nutritional properties of the product and reducing post-harvest losses.

From an economic point of view, this project contributes to the valorization of local agricultural products and helps reduce the costs associated with importing certain raw materials used in food processing industries. It also encourages investment and job creation in the agro-food sector. In addition, the study highlights the importance of reusing by-products generated during processing, which can be incorporated into livestock and poultry feed, while leaves and organic residues may be utilized as natural fertilizers to improve soil fertility. Therefore, this project supports the principles of sustainable development through waste reduction, environmental protection, and the promotion of a circular economy.

**Keywords:** Pumpkin powder, drying, food industries, sustainable development, waste valorization

## Résumé

Cette étude porte sur la production de poudre de citrouille (*Cucurbita maxima*.) à l'aide d'une technique moderne de séchage par friteuse à air, tout en mettant en valeur son intérêt nutritionnel, économique et environnemental en Algérie. La poudre de citrouille possède une valeur nutritive importante grâce à sa richesse en fibres alimentaires, vitamines, minéraux et composés antioxydants, ce qui en fait un ingrédient prometteur pour plusieurs industries agroalimentaires. L'étude a également révélé que cette méthode de séchage permet d'obtenir une poudre de bonne qualité tout en préservant les propriétés nutritionnelles du produit et en limitant les pertes après récolte.

Sur le plan économique, ce projet contribue à la valorisation des productions agricoles locales et à la réduction des coûts liés à l'importation de certaines matières premières utilisées dans les industries alimentaires. Il favorise également l'investissement et la création d'emplois dans le secteur agroalimentaire. Par ailleurs, l'étude met en évidence l'importance de la valorisation des sous-produits issus de la transformation, qui peuvent être utilisés dans l'alimentation animale, tandis que les feuilles et résidus organiques peuvent servir d'engrais naturel pour améliorer la fertilité des sols. Ainsi, ce projet s'inscrit dans une démarche de développement durable à travers la réduction des déchets, la protection de l'environnement et la promotion de l'économie circulaire.

**Mots-clés** : Poudre de citrouille, séchage, industries agroalimentaires, développement durable, valorisation des déchets.

# Sommaire

## Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Analyse bibliographique</b> .....	1
1. Historique et origine de <i>Cucurbita maxima</i> .....	4
2. Description de <i>Cucurbita maxima</i> .....	4
3. Classification et Aspect botanique.....	5
3.1. Classification botanique.....	5
3.2. Morphologie de la plante .....	5
3.2.1. La graine de citrouille .....	5
3.2.2. Les Racine.....	5
3.2.3. La plantule .....	5
3.2.4. Le plant de citrouille .....	6
3.2.5. Les tiges et les vrilles.....	6
3.2.6. Les feuilles .....	7
3.2.7. Les fleurs.....	7
3.2.8. Le fruit et ses caractéristiques physiques et organoleptiques .....	7
4. Répartition géographique.....	8
4.1. Dans le monde.....	8
4.2. En Afrique.....	9
4.3. En Algérie .....	11
5. Production de Cucurbita .....	11
6. Les conditions de <i>Cucurbita maxima</i> .....	12
7. Composition et valeur nutritionnelle de la citrouille .....	13
8. Intérêt socio-économique.....	14
9. Utilisations .....	15
9.1. Alimentaires.....	15
9.2. D'autres utilisations .....	17
10. Conservation et transformation de <i>Cucurbita maxima</i> après récolte.....	17
10.1. Conservation post récolte.....	17
10.2. Curing (cicatrisation des fruits) .....	17
10.3. Conditions de stockage .....	18

10.4. Méthodes de transformation en poudre.....	18
1. Séchage .....	19
2. Les raisons du séchage.....	19
3. Les types de séchage .....	19
4. Les Méthodes de séchage.....	20
4.1. Séchages traditionnels.....	20
4.1.1. Séchage solaire.....	20
4.2. Séchage modernes.....	20
4.2.1. Séchage à l'air chaud .....	20
4.2.2. Séchage à la micro-onde .....	20
4.2.3. Séchage par infrarouge .....	21
4.3. Séchage avancées.....	21
4.3.1_ Séchage par lyophilisation .....	21
4.3.2. Ultrasons .....	21
4.3.3_ Radiofréquences.....	21
4.4. Séchage très modernes .....	22
4.4.1. Nanotechnologie .....	22
4.4.2. Micro encapsulation.....	22
2. Broyage .....	23
3. Principe de broyage.....	23
4. Les Méthodes de buoyage.....	24
4.1. Broyages traditionnels .....	24
4.1.1. Le broyage par percussion .....	24
4.1.2Le broyage par friction.....	24
4.2. Broyage modernes .....	25
4.2.1. Broyeur à mâchoires .....	25
4.2.2. Broyeur conique.....	25
4.2.3. Broyeur à rouleaux.....	25
4.2.4. Moulin à marteaux .....	25
4.2.5. Moulin à billes .....	26
5. Emballage alimentaire .....	26
5.1. Emballage traditionnel.....	26
5.2. Emballages moderne .....	27

<b>Matériels et méthodes</b> .....	29
1. La transformation de la courge ( <i>Cucurbita maxima</i> ) en poudre .....	29
1.1. Enquête .....	29
1.2. Matériel .....	30
1.3. Conditions opératoires .....	31
2. Préparation de la poudre .....	31
<b>Résultats et interprétation</b> .....	35
1. Résultats .....	35
1.1. Analyse et interprétation des résultats de l'enquête .....	35
1.2. Production de la poudre .....	42
1.3. Qualité du produit .....	43
1.4. Prototype .....	44
1.5. Les sous-produits .....	44
<b>Conclusion</b> .....	47
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Modèle économique BMC</b>	

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Formes de citrouille.....	4
<b>Figure 2:</b> Plantule de citrouille.....	6
<b>Figure 3:</b> Plante de citrouille.....	6
<b>Figure 4:</b> Tige et vrilles de citrouille.....	6
<b>Figure 5:</b> Feuilles de la citrouille .....	7
<b>Figure 6:</b> Fleurs mâle et femelle de citrouille .....	7
<b>Figure 7:</b> Le fruit de citrouille.....	8
<b>Figure 8:</b> les 10 principaux pays producteurs de citrouilles dans le monde .....	9
<b>Figure 9 :</b> Production Mondiale de Citrouilles .....	12
<b>Figure 10 :</b> Certaines régions rurales de l’Afrique de l’Est. ....	24
<b>Figure 11 :</b> Courge utilisée dans l’étude .....	30
<b>Figure 12:</b> Découpe de la courge avant séchage.....	32
<b>Figure 13 :</b> Séchage au soleil .....	32
<b>Figure 14 :</b> Séchage au four électrique.....	33
<b>Figure 15 :</b> Séchage a l’air frayer.....	33
<b>Figure 16 :</b> Broyage.....	34
<b>Figure 17 :</b> Tamisage .....	34
<b>Figure 18:</b> Répartition des répondants selon le sexe.....	35
<b>Figure 19 :</b> Répartition des répondants selon la tranche d’âge .....	36
<b>Figure 20 :</b> Connaissance de la citrouille chez les répondants.....	36
<b>Figure 21 :</b> Répartition des répondants selon le niveau d’étude .....	36
<b>Figure 22 :</b> Consommation de la citrouille par les répondants .....	37
<b>Figure 23 :</b> Formes préférées de consommation de la citrouille .....	37
<b>Figure 24 :</b> Fréquence de consommation de la citrouille.....	38
<b>Figure 25:</b> Connaissance des bienfaits nutritionnels de la citrouille.....	38
<b>Figure 26 :</b> Connaissance des produits à base de poudre de citrouille.....	39
<b>Figure 27 :</b> Acceptabilité des produits à bas de poudre de citrouille .....	39
<b>Figure 28:</b> Produits préférés a bas de poudre de citrouille .....	40
<b>Figure 29 :</b> Intention d’achat des produits à base de poudre de citrouille .....	40
<b>Figure 30 :</b> Evaluation globale du produit proposé.....	41
<b>Figure 31 :</b> Poudre séché a air frayer .....	42
<b>Figure 32:</b> Poudre au soleil .....	42
<b>Figure 33 :</b> Poudre séché au four .....	43
<b>Figure 34 :</b> Prototype de poudre de citrouille .....	44
<b>Figure 35 :</b> prototype d’huile des graines.....	45
<b>Figure 36 :</b> prototype de poudre bétail .....	45
<b>Figure 37 :</b> prototype de poudre des feuilles.....	46

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Classification botanique de <i>Cucurbita maxima</i> .....	5
<b>Tableau 2:</b> Caractéristiques physiques mesurables de <i>Cucurbita maxima</i> .....	8
<b>Tableau 3:</b> les principaux composants chimiques des différentes parties de citrouille et leurs activités biologiques.....	13
<b>Tableau 4:</b> Résultats de séchage de <i>Cucurbita maxima</i> .....	42

# **INTRODUCTION**

قال الله تعالى في سورة الصافات ﴿وَأَنْبَتْنَا عَلَيْهِ شَجْرَةً مِّنْ يَّفْطِينٍ﴾

« Et Nous fîmes pousser au-dessus de lui un plant de courge ».

Ce verset coranique rappelle la miséricorde divine envers le prophète Younes (paix sur lui) après son épreuve dans le ventre de la baleine. La courge lui apporta alors nourriture, ombre et réconfort durant une période de grande faiblesse. Depuis des siècles, le potiron occupe ainsi une place particulière non seulement dans l'alimentation traditionnelle, mais aussi dans le patrimoine religieux et culturel, grâce à ses nombreuses vertus nutritionnelles et thérapeutiques.

Aujourd'hui, l'intérêt porté aux aliments d'origine végétale ne cesse de croître en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Parmi eux, la courge (*Cucurbita maxima*) attire particulièrement l'attention des chercheurs. Cette cucurbitacée est reconnue pour sa richesse en composés bioactifs tels que les caroténoïdes, les composés phénoliques, les vitamines et les fibres alimentaires, qui lui confèrent d'importantes propriétés antioxydantes. Selon Ratnam et *al.* (2017), *Cucurbita maxima* présente également plusieurs activités biologiques prometteuses, notamment des effets antidiabétiques, anti-inflammatoires et antioxydants. De nombreuses études ont également montré que la courge constitue une source intéressante de vitamines A et C, essentielles au bon fonctionnement de l'organisme et au renforcement du système immunitaire. Elle peut être consommée sous différentes formes, notamment en soupe, en purée ou en jus. Dans cette perspective, Kulczyński et Gramza-Michałowska (2019) soulignent que sa richesse nutritionnelle contribue au maintien des fonctions physiologiques grâce à son activité antioxydante. Ces effets peuvent même être renforcés lorsqu'elle est associée à d'autres ingrédients naturels, comme le gingembre frais.

Les recherches les plus récentes (2023–2025) confirment l'intérêt grandissant porté aux espèces du genre *Cucurbita* dans les domaines de la nutrition et de l'industrie agroalimentaire. Plusieurs travaux ont démontré que la courge représente une source importante de composés biologiquement actifs capables de participer à la prévention de certaines maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires et le diabète (Gavril et *al.*, 2024). D'autres études se sont intéressées à sa transformation en produits alimentaires élaborés, en particulier sous forme de poudre. Kaur et *al.* (2023) ont montré que le séchage suivi du broyage permet de préserver une grande partie des antioxydants tout en améliorant la durée de conservation et en limitant les pertes post-récolte. Dans le même sens,

Kamral et *al.* (2024) ont démontré que la poudre de courge peut être utilisée comme ingrédient fonctionnel afin d'enrichir la valeur nutritionnelle de nombreux produits alimentaires.

En Algérie, la culture de la courge est largement répandue, notamment dans les régions occidentales où les conditions climatiques et la fertilité des sols favorisent son développement. Malgré cette disponibilité importante, ce produit agricole reste encore peu valorisé et souffre d'un manque de techniques de conservation adaptées. En raison de sa forte teneur en eau, la courge est particulièrement sensible à l'altération après récolte, ce qui entraîne des pertes importantes, surtout pendant les périodes de fortes températures (FAO, 2025).

Dans ce contexte, le séchage apparaît comme l'un des procédés de conservation les plus efficaces pour les fruits et légumes, puisqu'il permet de réduire l'humidité et de prolonger la durée de stockage (Hawa et *al.*, 2021 ; Briki, 2021). Les rapports de la FAO (2023) indiquent également qu'une part importante des légumes saisonniers dans les pays en développement est perdue en raison de l'insuffisance des moyens de stockage et de transformation. À l'échelle maghrébine, Maghreb Emergent (2024) soulignent que l'absence d'unités locales de transformation contribue à la perte de grandes quantités de produits agricoles malgré leur abondance.

Ainsi, la transformation de la courge en poudre constitue une solution intéressante pour valoriser cette ressource agricole locale. Cette approche permet non seulement de réduire les pertes post-récolte, mais aussi de faciliter son utilisation dans différentes préparations agroalimentaires. Cependant, la qualité finale de la poudre dépend fortement de la méthode de séchage utilisée qu'elle soit solaire, thermique ou moderne car ces procédés influencent directement les propriétés physicochimiques, nutritionnelles et technologiques du produit obtenu.

Dans une perspective de développement durable et d'économie circulaire, plusieurs études récentes (Singh et *al.*, 2024) recommandent l'adoption de techniques de transformation simples et accessibles, comme le séchage et le broyage, afin de mieux valoriser les productions agricoles locales et de réduire la dépendance aux importations. Une telle démarche pourrait contribuer à soutenir la production nationale, limiter les pertes économiques et créer une réelle valeur ajoutée. Elle pourrait également ouvrir de nouvelles perspectives d'exportation vers les marchés africains et les pays partenaires, dans le cadre de la diversification économique hors hydrocarbures.

C'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail, qui vise à valoriser *Cucurbita maxima* à travers sa transformation en poudre alimentaire. L'étude porte principalement sur l'influence des différentes méthodes de séchage sur les caractéristiques physicochimiques, nutritionnelles et technologiques de la poudre obtenue, afin d'identifier la technique la plus adaptée pour produire un aliment de qualité répondant aux exigences des applications agroalimentaires et contribuant à la sécurité alimentaire ainsi qu'au développement durable.

Pour atteindre notre objectif le travail sera scindé sur les chapitres suivants :

- Une analyse bibliographique
- Matériels et méthodes
- Résultat et interprétation
- Une conclusion
- CDE

# **Analyse bibliographique**

### 1. Historique et origine de *Cucurbita maxima*

L'espèce *Cucurbita maxima* trouve son origine dans les régions tempérées d'Amérique du Sud. Elle serait issue de l'espèce sauvage *Cucurbita andreana* Naudin, considérée comme son ancêtre direct, qui pousse naturellement dans les zones tempérées chaudes ainsi que dans les plaines humides de Bolivie. Des fouilles archéologiques réalisées au Pérou ont permis de découvrir des graines de *Cucurbita maxima* datant d'environ 1800 avant J.-C., ce qui témoigne de son ancienneté et de son importance dans les civilisations précolombiennes.

Après l'arrivée de Christophe Colomb en 1492, cette espèce s'est progressivement diffusée hors du continent américain pour atteindre les régions tropicales et subtropicales du monde, ainsi que les zones tempérées caractérisées par des étés chauds. En Afrique tropicale, *Cucurbita maxima* est aujourd'hui signalée dans de nombreux pays et sa présence est probablement plus étendue encore. Elle occupe une place particulièrement importante dans les régions plus fraîches de l'Afrique australe et dans la zone sahélienne. En revanche, elle est moins répandue dans les zones humides d'Afrique de l'Ouest et de l'Est, où *Cucurbita moschata* Duchesne demeure l'espèce la plus cultivée. (Prota, 2004)

### 2. Description de *Cucurbita maxima*

Sarker, S., et Islam, M. (2024) présente la citrouille comme légume fonctionnel appartenant au genre *Cucurbita* et à la famille des Cucurbitacées. Originaire des zones tropicales d'Amérique, elle s'est progressivement répandue dans le monde entier en raison de ses propriétés nutritionnelles et fonctionnelles, ainsi que de sa grande capacité d'adaptation à divers environnements (Hamel et Chemchat, 2020). Les citrouilles présentent une grande diversité de formes, de tailles, de poids et de couleurs. La plupart sont de forme ronde, bien que certaines soient oblongues ou piriformes (Ferhat et Merar, 2024).



**Figure 1: Formes de citrouille**

### 3. Classification et Aspect botanique

#### 3.1. Classification botanique

**Tableau 1: Classification botanique de *Cucurbita maxima***

Règne	Plantae	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Division	Spermatophyta	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Sous-division	Angiospermes	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Classe	Dicotylédones	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Ordre	Cucurbitales	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Famille	Cucurbitacées	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Genre	<i>Cucurbita</i>	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)
Espèce	<i>Cucurbita maxima</i>	(Md, P. M., & Md, T. K., 2017)

#### 3.2. Morphologie de la plante

##### 3.2.1. La graine de citrouille

Selon Grubbenet Denton, 2004 la germination des graines de *Cucurbita maxima* se produit généralement en 7 à 10 jours sous des conditions favorables de température et d'humidité. Les graines nécessitent un apport suffisant en eau, nutriments et chaleur pour assurer un bon développement initial de la plantule.

##### 3.2.2. Les Racine

Le système racinaire de *Cucurbita* est relativement superficiel, mais bien développé. La racine principale peut atteindre une profondeur d'environ 1 à 2 m, tandis que les racines secondaires se ramifient principalement dans la couche superficielle du sol, généralement limitée aux 30 premiers centimètres (Skubij et Sabat 2023).

##### 3.2.3. La plantule

La plantule est le stade précoce après germination et nécessite des conditions optimales de lumière, d'eau et de nutriments pour se développer correctement. Une plantule saine constitue la base d'un futur plant vigoureux. (MAAC, 2026)



**Figure 2: Plantule de citrouille**

### 3.2.4. Le plant de citrouille

La plantule croît rapidement et forme un plant adulte aux tiges longues et rampantes. Les tiges portent des feuilles, des vrilles, des fleurs et, plus tard, les jeunes fruits. (Grubbenet Denton, 2004)



**Figure 3: Plante de citrouille**

### 3.2.5. Les tiges et les vrilles

Les tiges sont couvertes de poils qui protègent la plante contre certaines agressions animales. Les vrilles, émergeant des tiges, permettent à la plante de s'accrocher aux supports et de stabiliser les vignes face au vent. (MAAC, 2026)<sup>1</sup>.



**Figure 4: Tige et vrilles de citrouille**

---

<sup>1</sup> Musé de l'agriculture et de l'alimentation Canada

### 3.2.6. Les feuilles

Les feuilles sont larges et pubescentes, contribuant à la protection de la plante. Elles réduisent l'évaporation de l'eau dans le sol et limitent la croissance des mauvaises herbes à proximité du plant. (Grubben et Denton, 2004)



**Figure 5: Feuilles de la citrouille**

### 3.2.7. Les fleurs

#### a. Les fleurs mâles

Les fleurs mâles produisent le pollen nécessaire à la pollinisation. Elles sont généralement plus nombreuses que les fleurs femelles et jouent un rôle crucial dans la reproduction sexuée de la plante. (MAAC, 2026)

#### b. Les fleurs femelles

Les fleurs femelles possèdent un ovaire renflé à leur base, correspondant au futur fruit. La pollinisation, assurée par le pollen des fleurs mâles, est essentielle pour le développement du fruit. (Grubben et Denton, 2004).



**Figure 6: Fleurs mâle et femelle de citrouille**

### 3.2.8. Le fruit et ses caractéristiques physiques et organoleptiques

Le fruit, appelé citrouille, est une baie charnue qui se développe progressivement après pollinisation. Il atteint sa maturité à la fin du cycle végétatif, généralement en automne, lorsque les parties aériennes de la plante se dessèchent. (Grubben et Denton, 2004)

Pèsent généralement entre 1 et 2 kg, certaines variétés pouvant atteindre plusieurs centaines de kilogrammes. La croissance des fruits dépend de facteurs enzymatiques, tels que la

ribulose-biphosphate carboxylase, les enzymes de la glycolyse et l'ATP synthase (Nakata, 2012).

La chair est orange grâce aux caroténoïdes, principalement la violaxanthine et la lutéine, responsables du jaune orangé des fruits mûrs (Nakkanong, 2012).

Le potiron cru est ferme, mais cette fermeté diminue lors de la cuisson à l'eau bouillante, en raison de l'altération de la microstructure cellulaire et de la perte d'eau (Monalisa, 2020 ; Rinaldi, 2020).

L'arôme du fruit est caractérisé par des notes légèrement «vertes», dues aux composés volatils appartenant aux familles des alcools, aldéhydes et cétones (Zhou, 2017).



**Figure 7: Le fruit de citrouille**

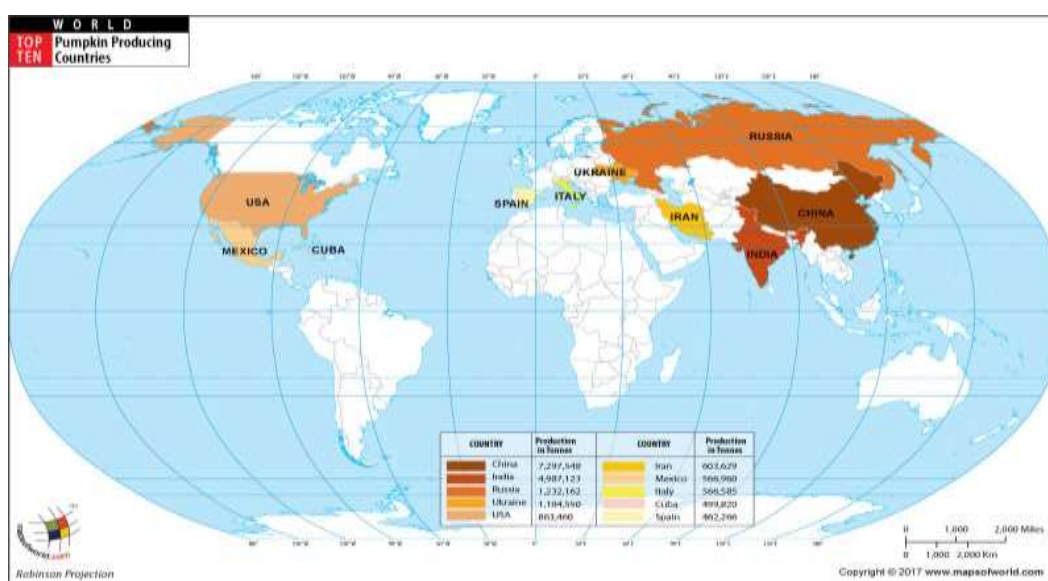
**Tableau 2: Caractéristiques physiques mesurables de *Cucurbita maxima***

Propriété physique	Valeur / Observation	Référence
Poids du fruit	Généralement 1–2 kg, certaines variétés très lourdes	Nakata, 2012
Couleur de la chair	Orange (violaxanthine et lutéine)	Nakkanong, 2012
Fermeté (cru)	Ferme	Monalisa, 2020
Fermeté (après cuisson)	Diminue en raison de l'altération de la microstructure	Monalisa, 2020 ; Rinaldi, 2020
Contenu en eau	90,7 g / 100 g	Ahmad et <i>al.</i> , 2019

## 4. Répartition géographique

### 4.1. Dans le monde

*Cucurbita maxima* est originaire d'Amérique du Sud, où elle a été domestiquée avant de se propager progressivement vers d'autres continents grâce aux échanges agricoles et aux migrations humaines. Sa diffusion mondiale s'explique par ses qualités nutritionnelles et sa capacité à s'adapter à différents environnements agro-climatiques, allant des zones tempérées aux régions tropicales. Cette adaptabilité repose sur une diversité génétique importante, qui permet à l'espèce de tolérer diverses conditions de sol, de température et de pratiques culturales. Aujourd'hui, la citrouille est cultivée dans de nombreuses régions du monde, notamment en Asie, en Afrique et en Amérique, où elle constitue une culture à la fois vivrière et économique significative (FAO, 2023).<sup>2</sup>



**Figure 8:** les 10 principaux pays producteurs de citrouilles dans le monde (Maps of world 2026)

### 4.2. En Afrique

En Afrique, la production de la citrouille reste faible par rapport aux autres continents (Gbemenou et al, 2022). Pourtant, cette culture possède de nombreux avantages nutritionnels,

<sup>2</sup> FAO :Food and Agriculture organization

mais elle est encore peu exploitée. La citrouille peut jouer un rôle important dans la lutte contre la malnutrition qui touche une grande partie de la population. Plusieurs pays africains en produisent, comme l'Algérie, l'Égypte, le Malawi, l'Afrique du Sud, le Kenya, le Cameroun, le Congo et le Niger (Gbemenou et *al.*, 2022).

En 2022, l'Algérie, le Malawi et l'Égypte figuraient parmi les principaux producteurs, avec environ 45 % de la production totale du continent. Ces dernières années, la production a connu une augmentation progressive surtout en Afrique du Nord qui reste la principale zone de production (Mapsofworld.com, 2024).

En Égypte, *Cucurbita pepo* est l'espèce la plus cultivée, devant *Cucurbita moschata* et *Cucurbita maxima* (Hashash et *al.*, 2017). Elle est produite toute l'année : en plein champ pendant l'été et sous serre ou en tunnels en hiver. Elle est principalement destinée à la consommation locale, généralement après cuisson (Mady, 2009).

En Algérie, cette espèce est cultivée depuis longtemps dans plusieurs régions et elle fait partie des cultures maraîchères importantes (Benalia et *al.*, 2015).

En Tunisie, la citrouille a une certaine importance économique, mais sa production repose surtout sur des variétés locales (Chikh-Rouhou et *al.*, 2019). Les graines grillées sont également très consommées comme collation (Rezig et *al.*, 2012).

En Afrique subsaharienne, la citrouille est largement consommée et appréciée (Aruah et *al.*, 2011). Elle pousse facilement dans plusieurs pays comme le Kenya, le Malawi, le Nigeria, l'Ouganda, la Zambie et le Zimbabwe (Grubben et Chigumira-Ngwerume, 2004). Malgré cela, elle reste peu valorisée sur le plan commercial dans certains pays comme le Nigeria et le Kenya (KiramanaetIsutsa, 2017 ; Aruah et *al.* 2011).

Les chaînes de valeur liées à la citrouille ne sont pas suffisamment développées et ne reçoivent pas beaucoup d'attention de la part des décideurs (Ndegwa, 2016). Cela explique le faible niveau d'investissement dans ce domaine. Plusieurs facteurs limitent son développement, comme le manque d'information sur ses avantages nutritionnels et le manque de financement pour améliorer sa production et sa transformation (UAA, 2018)<sup>3</sup>.

En Afrique de l'Est, la citrouille est considérée comme une culture prometteuse, mais encore peu exploitée. Sa faible production peut s'expliquer par la dépendance aux cultures de

---

<sup>3</sup>UAA : Université Adventiste d'Afrique .

base comme le manioc, le maïs, le sorgho et le mil (Nakazibwe et *al.*, 2019). De plus, elle est souvent moins valorisée que d'autres légumes (Isutsa & Mwaura, 2017 ; Muendo & Tschirley, 2004). Pourtant, elle présente plusieurs avantages comme sa richesse nutritionnelle, sa bonne conservation et sa capacité à s'adapter à différents environnements.

### 4.3. En Algérie

Parmi lesquelles on peut citer celles qui bénéficient d'une large diffusion : La consommation des fruits de *Cucurbita* connaît une croissance continue à l'échelle mondiale (Benalia, 2016). En Algérie, selon les services agricoles, les superficies consacrées à cette culture ont atteint environ 400 hectares par Wilaya au cours de la dernière saison, avec une production totale dépassant 44 000 tonnes (Benalia, 2016).

Plusieurs variétés du genre *Cucurbita* sont cultivées

- Potiron rouge vif d'Étampes (*Cucurbita maxima*)
- Potimarron (*Cucurbita maxima*) (Benalia, 2016)

## 5. Production de *Cucurbita*

La citrouille est cultivée dans presque tous les continents, sauf en Antarctique. Elle peut pousser dans différentes régions agricoles du monde, que ce soit dans les zones tempérées ou tropicales. Au niveau mondial, sa production a fortement augmenté, passant de 6,23 millions de tonnes en 1973 à environ 22,8 millions de tonnes en 2022, avec une croissance annuelle moyenne de 2,77 % (World Data Atlas, 2024).

En 2022, l'Asie occupait la première place avec une production de 11,52 millions de tonnes, suivie de l'Europe (4,83 millions de tonnes), de l'Afrique (2,72 millions de tonnes), de l'Amérique du Sud (1,01 million de tonnes) et de l'Océanie (0,23 million de tonnes) (World Data Atlas, 2024).

La Chine est le premier producteur mondial de citrouille (Yang et *al.*, 2016 ; Zhao et *al.*, 2009). En 2022, elle a produit environ 7,38 millions de tonnes, soit 32,34 % de la production mondiale. Elle est suivie par l'Ukraine, la Fédération de Russie, les États-Unis et l'Espagne. Ces cinq pays réunis représentent environ 49,52 % de la production mondiale (World Data Atlas, 2024). Déjà auparavant, la Chine dominait largement cette production. Par exemple, en 2021, elle représentait plus de la moitié de la production mondiale, et en 2020 environ 27 % (FAOSTAT, 2022 ; Mapsofworld.com, 2024). La citrouille est une

culture importante en Chine, occupant la neuvième place parmi les cultures maraîchères en termes de superficie. Trois espèces principales y sont cultivées : *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* et *Cucurbita pepo* (Chu et al., 2007). Cependant, les agriculteurs privilégient surtout *C. moschata* et *C. maxima*, tandis que *C. pepo* est moins développée (Zhou et al., 2017). Parmi les variétés les plus connues sur le marché chinois, on trouve Miben (*C. moschata*), Hongli et Leli (*C. maxima*), ainsi que Xihulu (*C. pepo*) (Zhao et al., 2015).

Grâce à sa richesse en amidon et à son goût sucré, *C. maxima* a été largement introduite depuis les années 1990, ce qui a favorisé l'augmentation de sa superficie cultivée. Toutefois, cette espèce présente encore des problèmes de rendement, surtout dans les systèmes de culture extensifs (Jia et al., 2007 ; Liu et al., 2008). De plus, la qualité et le rendement des fruits peuvent être affectés par plusieurs facteurs comme le gel printanier, l'oïdium et les conditions de culture (Chen et al., 2019). Pour faire face à ces difficultés, des recherches sont en cours afin de développer des variétés résistantes au froid.

Enfin, au Sri Lanka, les espèces *C. maxima* et *C. moschata* sont également cultivées (Ekanayaka et al., 2019).

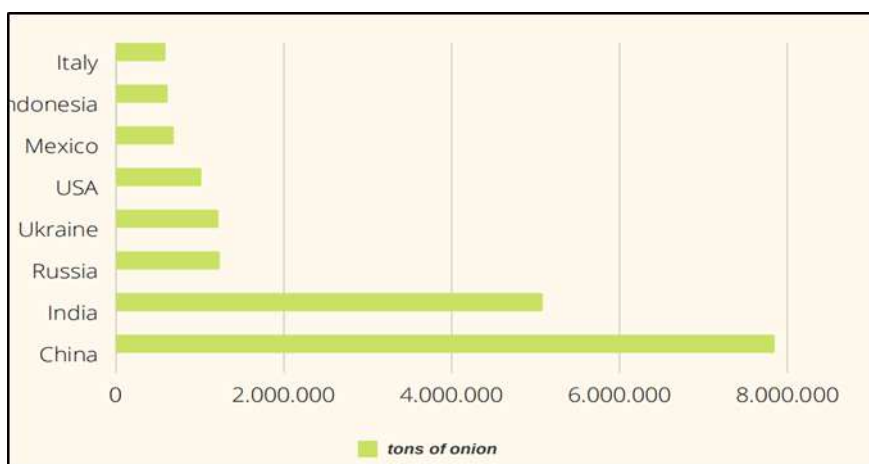


Figure 9: Production Mondiale de Citrouilles (SAB S.p.A<sup>4</sup>, 2021)

## 6. Les conditions de *Cucurbita maxima*

### ➤ Climat

Le climat optimal pour la culture de la citrouille est tempéré. La plante est sensible

---

<sup>4</sup>SABS.p.A : Societa per Azioni équivalent d'une société par action

aux températures inférieures à 10 °C et supérieures à 30 °C, tandis que la température idéale se situe autour de 20 °C, favorisant une croissance et un développement optimaux (SAB S.p.A., 2021)

➤ **Sol**

*Cucurbita maxima* s'adapte à différents types de sol, mais elle préfère un sol profond, bien drainé et riche en matières organiques. La plante nécessite des apports réguliers en nutriments, notamment en potassium, qui favorise une meilleure maturation des fruits et une teneur en sucre plus élevée (SAB S.p.A., 2021).

➤ **Préparation de sol**

Il est recommandé de pratiquer un travail du sol profond, tel que le bêchage ou le labourage profond, suivi d'un affinage et d'une désagrégation du sol superficiel, afin de créer des conditions optimales pour l'enracinement et le développement des plants (SAB S.p.A., 2021).

## 7. Composition et valeur nutritionnelle de la citrouille

La citrouille est reconnue pour ses nombreux bienfaits pour la santé, en raison de la présence de divers composants biologiquement actifs, notamment les polysaccharides, l'acide para-aminobenzoïque, les huiles, les stérols, les protéines et les peptides (Ahmad et al., 2019).

Elle constitue également une source importante de vitamines, telles que A, E, K, B2 et C (acide ascorbique), ainsi que de minéraux essentiels, de carotènes  $\alpha$  et  $\beta$ , de fibres alimentaires variées et de composés phénoliques (Ahmad et al., 2019).

Parmi les minéraux, on retrouve le potassium, le calcium, le magnésium et plusieurs oligo-éléments, notamment le zinc, le manganèse, le cuivre et le sélénium (0,03 %). (Boumhiriz, 2017)

**Tableau 3: les principaux composants chimiques des différentes parties de citrouille et leurs activités biologiques**

Partie	Composant	Référence
Fruit	Glucides (66 %)	Ratnam et al., 2017
Fruit	Protéines, calcium, zinc	Ratnam et al., 2017
Fruit	Glucides	Ratnam et al., 2017

Fruit	Oligo-éléments (Mn, Fe, Pb)	Mala&Kurian, 2016
Fruit	Minéraux (phosphore, potassium, magnésium)	Widy-Tyszkiewicz, 2012
Graines	Vitamine C	Mala&Kurian, 2016
Graines	Tocophérols (Vitamine E)	Widy-Tyszkiewicz, 2012
Graines	Triterpénoïdes (Squalène)	Widy-Tyszkiewicz, 2012
Graines	Acide $\gamma$ -aminobutyrique	Cui et <i>al.</i> , 2020
Graines	Caroténoïdes	Bardaa et <i>al.</i> , 2016
Graines	Acides gras saturés et insaturés	Thibaut et <i>al.</i> , 2021
Graines	Stérols	Widy-Tyszkiewicz, 2012
Graines	Peptides	Yadav et <i>al.</i> , 2010
Graines	Polysaccharides	Ji et <i>al.</i> , 2021
Feuilles	Alcaloïdes	Moraru et <i>al.</i> , 2018
Feuilles	Flavonoïdes	Velenzuela et <i>al.</i> , 2014
Feuilles	Tannins	Djenidi et <i>al.</i> , 2020
Feuilles	Saponines	Salehi et <i>al.</i> , 2019

Source (Ratnam et *al.*, 2017)

## 8. Intérêt socio-économique

*Cucurbita maxima* est l'espèce la plus cultivée du genre *Cucurbita*. Elle occupe une place très importante sur le plan commercial à l'échelle mondiale (Paris, 2001 ; OECD<sup>5</sup>, 2016) et présente également une grande valeur économique, surtout dans les pays développés à climat tempéré (Paris et Brown, 2005).

En 2019, les principaux pays importateurs de fruits du genre *Cucurbita* (toutes espèces confondues) étaient les États-Unis avec 544 993 tonnes, suivis de la France (166 127

---

<sup>5</sup> OECD : Organisation de Coopération et de développement Economiques.

tonnes) et de l'Allemagne (108 909 tonnes) (FAOSTAT<sup>6</sup>, 2019). La valeur de ces importations était estimée respectivement à 438 532 000 dollars, 164 113 000 dollars et 134 634 000 dollars. Du côté des exportations, le Mexique arrivait en tête avec 538 038 tonnes, suivi de l'Espagne (449 193 tonnes) et de la Nouvelle-Zélande (84 626 tonnes). La valeur économique correspondante était d'environ 424 439 000 dollars pour le Mexique, 405 414 000 dollars pour l'Espagne et 41 433 000 dollars pour la Nouvelle-Zélande.

En Afrique, les principaux pays importateurs étaient l'Afrique du Sud (1 710 tonnes), la Libye (1 339 tonnes) et la Namibie (481 tonnes), avec des coûts estimés respectivement à 601 000 dollars, 652 000 dollars et 320 000 dollars (FAOSTAT, 2019). Concernant les exportations africaines, le Maroc se classe en première position avec 45 943 tonnes, suivi de l'Afrique du Sud (18 909 tonnes) et de la Tunisie (2 367 tonnes). La valeur de ces exportations est estimée à 38 494 000 dollars pour le Maroc, 9 036 000 dollars pour l'Afrique du Sud et 1 306 000 dollars pour la Tunisie.

## 9. Utilisations

### 9.1. Alimentaires

La citrouille offre de nombreux bienfaits pour la santé grâce à sa richesse en fibres, vitamines, minéraux et composés bioactifs :

- Bienfaits pour la digestion : Les fibres contenues dans la citrouille peuvent aider à réguler le transit intestinal et prévenir la constipation (Kim et al., 2012). Pour en profiter, la courge peut être consommée sous forme de soupe ou de purée, cuite à l'eau, à la vapeur ou au four, avec un peu de sel, de poivre et d'huile d'olive pour améliorer le goût (Dhiman et al., 2009).
- **Propriétés anti-inflammatoires** : Les composés présents dans la courge musquée possèdent des effets anti-inflammatoires, pouvant réduire l'inflammation dans le corps (Yadav et al. 2010 ; Stevenson et al. 2007). L'huile de pépins de courge peut être ajoutée à la plate ou consommée seule (1 à 2 cuillères à soupe par jour).
- **Régulation du sucre sanguin** : La courge est utilisée dans des remèdes traditionnels pour aider à réguler la glycémie, bien que des études supplémentaires soient nécessaires pour confirmer son efficacité (Xia et Wang, 2006).

---

<sup>6</sup> FOSTAT : Base de données statistique de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

- **Effet diurétique** : Grâce à sa teneur en eau et en potassium, la courge musquée peut exercer un léger effet diurétique, facilitant l'élimination des toxines par les reins (USDA<sup>7</sup>, 2023).
- **Action antiparasitaire (vers intestinaux)** : Les graines de citrouille sont traditionnellement employées pour lutter contre les vers intestinaux. On les consomme généralement crues, moulues et mélangées avec de l'eau ou du miel, notamment pour les enfants.
  - Préparation : 30-50 g de graines fraîches ou séchées, moulues grossièrement, mélangées à de l'eau ou du miel, consommées à jeun pendant 3 à 5 jours (Grzybek et al, 2016).
- **Amélioration du sommeil** : Les graines sont riches en magnésium et en tryptophane, éléments favorisant un sommeil réparateur et la relaxation (Abbaspour et al, 2014).
  - **Préparation** : Consommer une poignée de graines, crues ou légèrement grillées, avant de dormir.
- **Renforcement du système immunitaire** : La courge est une excellente source de vitamines A et C, contribuant à soutenir le système immunitaire. Elle peut être consommée en soupe, purée ou smoothie, et l'ajout de gingembre frais peut renforcer cet effet (Kulczyński et Gramza-Michałowska, 2019).
- **Traitement des problèmes urinaires** : Les graines de courge sont réputées pour leur efficacité dans le traitement des troubles urinaires, notamment ceux de la prostate chez les hommes. Elles peuvent être consommées régulièrement comme complément alimentaire ou snack (Vahlensieck et al, 2015).
- **Santé cardiovasculaire** : Grâce à sa teneur en potassium et en acides gras insaturés, la courge musquée peut aider à réduire la pression artérielle et le risque de maladies cardiaques (Gossell-Williams et al, 2008).
- **Santé des yeux** : La vitamine A, sous forme de bêta-carotène, ainsi que la lutéine et la zéaxanthine, aident à maintenir la santé visuelle et à prévenir des troubles comme la dégénérescence maculaire (Krinsky et Johnson, 2005).
- **Polyvalence culinaire** : La citrouille est facile à intégrer à l'alimentation. Elle peut être rôtie, utilisée en soupe, purée, tartes, crêpes ou plats salés. La peau, épaisse, doit être retirée, et les graines sont également comestibles et nutritives. L'huile de pépins de citrouille apporte des bienfaits supplémentaires pour la santé cardiovasculaire et

---

<sup>7</sup> USDA : Département de l'Agriculture des états unis

urinaire. Les produits en conserve sont également disponibles, mais il faut vérifier qu'ils contiennent uniquement de la citrouille (Baswan et *al.*, 2021).

### 9.2. D'autres utilisations

- **Lutte contre l'inflammation et douleurs articulaires (application locale)** : L'huile de pépins de courge peut être appliquée sur les zones douloureuses pour réduire l'inflammation selon (Stevenson et *al.*, 2007).
- **Soins de la peau** : L'huile de graines de courge est utilisée en cosmétique pour ses propriétés hydratantes et anti Utilisations non alimentaires
- -âge, grâce à sa richesse en acides gras essentiels et antioxydants (Murkovic et *al.*, 2004).
- **Favorise la cicatrisation** : Le zinc et autres nutriments contenus dans la courge contribuent à la réparation des tissus et à la cicatrisation des plaies (Kim et *al.*, 2012)

## 10. Conservation et transformation de *Cucurbita maxima* après récolte

### 10.1. Conservation post récolte

Après la récolte au bon stade de maturité et dans des conditions optimales de température et d'humidité, la citrouille peut se conserver pendant une période pouvant atteindre 8 mois (Carren, 2004). La durée de conservation dépend surtout de la manière dont la récolte est effectuée ainsi que des pratiques appliquées après récolte. Il est donc important de récolter les fruits à maturité pour prolonger leur conservation.

### 10.2. Curing (cicatrisation des fruits)

Avant le stockage à long terme, les citrouilles subissent généralement une étape appelée « curing ». Cette opération consiste à les maintenir à une température comprise entre 24 et 30 °C, avec une humidité relative élevée d'environ 80 %, pendant 5 à 10 jours (Oluoch, 2012). Ce traitement permet de cicatriser les blessures causées lors de la récolte, de favoriser la maturation des fruits encore immatures, d'améliorer leur couleur et d'augmenter leur durée de conservation (OECD<sup>8</sup>, 2016).

---

<sup>8</sup>OECD

### 10.3. Conditions de stockage

Après cette étape, les conditions de stockage doivent être adaptées, avec une température réduite entre 10 et 13 °C et une humidité relative comprise entre 50 et 75 %. Une autre méthode consiste à laisser les fruits au champ dans un environnement chaud et sec pendant une période de 10 jours à deux semaines, ou bien à les conserver à température ambiante pendant environ un mois (OMAFRA<sup>9</sup>, 2011).

Il faut également noter que la citrouille est sensible au froid, ce qui signifie qu'elle ne doit pas être conservée à des températures inférieures à 10 °C (Oluoch, 2012).

Au Nigeria, la méthode la plus utilisée pour conserver la citrouille est le séchage. Une fois séchée, elle peut être conservée pendant plusieurs années sans perte importante de ses qualités nutritionnelles (Tunde-Akintunde et Ogunlakin, 2013).

### 10.4. Méthodes de transformation en poudre

Par ailleurs, la citrouille est transformée sous différentes formes comme les lamelles séchées, la poudre grossière ou fine, ainsi que la poudre de graines. Ces produits sont utilisés comme compléments nutritionnels dans des aliments prêts à consommer ou à cuire, notamment en Inde (Swanepoel, 2021). La poudre de citrouille, en particulier, se conserve longtemps et est incorporée dans les farines céréaliers pour la fabrication de produits de boulangerie, de snacks et de confiseries dans plusieurs pays comme la Corée, la Pologne, l'Irak, la Chine, la Russie et l'Inde (Sharma et Lakhawat, 2017)

---

<sup>9</sup> OMAFRA :Ministere de l'Agriculture de l'Alimentation et des affaires rurales de canada

### 1. Séchage

Le séchage est une opération qui consiste à faire passer un produit d'un état initial humide, qu'il soit solide ou liquide, vers un état final solide et sec. Cette opération se réalise par l'élimination d'une partie du solvant, généralement l'eau, contenue dans la matière. Le produit obtenu à la fin du procédé peut se présenter sous forme de solide sec, de solide divisé ou encore sous forme de poudre (Aghbashlo et *al.*, 2013).

### 2. Les raisons du séchage

Le séchage, bien qu'il soit énergivore, est largement utilisé dans de nombreuses industries, car il concerne des produits que nous utilisons quotidiennement. Cette opération peut être réalisée pour plusieurs raisons :

- Le produit humide se conserve difficilement.
- Il est nécessaire de retirer le liquide pour permettre la poursuite des étapes suivantes du procédé.

L'élimination de l'eau contribue à donner au produit sa texture et sa structure finales, constituant ainsi une étape essentielle du processus.

La présence de liquide augmente le coût du transport, que le séchage permet de réduire. (Bimbenet, 1978)

### 3. Les types de séchage

- **Le séchage thermique** repose principalement sur l'utilisation de l'air chaud comme facteur principal pour éliminer l'humidité. Dans ce type de séchage, on distingue notamment le séchage thermique par entraînement et le séchage par ébullition, qui permettent tous les deux de favoriser l'évaporation de l'eau contenue dans le produit. (Aghbashlo et *al.*, 2013)
- **Le séchage chimique** quant à lui, est basé sur l'utilisation de substances déshydratantes capables d'absorber l'eau présente dans la matière, ce qui facilite ainsi son élimination (Vasseur, 2011).

- **Le séchage mécanique** consiste à retirer le liquide présent dans un produit en appliquant des forces mécaniques, telles que le pressage, la centrifugation, la compression ou encore la filtration (S. Chouicha, 2010).

## 4. Les Méthodes de séchage

### 4.1. Séchages traditionnels

#### 4.1.1. Séchage solaire

Le séchage solaire est la méthode la plus ancienne et la plus simple de conservation des aliments. Il repose sur les rayons du soleil pour réduire la teneur en humidité des produits agricoles. Les aliments sont exposés directement au soleil pendant plusieurs jours jusqu'à ce qu'ils sèchent. Cette méthode est très répandue dans les pays en développement car elle est facile à utiliser et gratuite.

Avantages : Simple et peu coûteux.

Inconvénients : La qualité des produits peut être affectée par les insectes, la poussière, le temps de séchage long et l'absence de contrôle de la température.

Amélioration : On peut utiliser des séchoirs solaires tels que le type chambre, le type cheminée ou le type ventilé par le vent (Toshniwal et Karale, 2013).

#### 4.1.2. Séchage à l'air naturel

Cette méthode repose sur le passage de l'air naturel sur les aliments pour enlever l'humidité. Elle est moins coûteuse mais dépend des conditions climatiques, ce qui la rend parfois instable.

### 4.2. Séchage modernes

#### 4.2.1. Séchage à l'air chaud

Il consiste à faire passer de l'air chaud sur les aliments pour transférer la chaleur et enlever l'humidité.

Avantages : Convient à la plupart des produits, température contrôlable.

Inconvénients : Temps de séchage long, consommation d'énergie élevée, et risque de contamination si mal manipulé (Sarimeseli, 2011).

#### 4.2.2. Séchage à la micro-onde

Cette méthode utilise les ondes électromagnétiques pour chauffer les aliments de l'intérieur et enlever l'eau rapidement.

Avantages : Temps de séchage court, consommation d'énergie réduite, meilleure qualité du produit.

Inconvénients : Risque de brûlure si l'humidité finale est trop faible, et séchage parfois irrégulier (Kahyaoglu et *al.*, 2012).

### **4.2.3. Séchage par infrarouge**

Cette méthode utilise le rayonnement infrarouge pour chauffer les aliments et les sécher rapidement, adaptée aux produits sensibles à la chaleur.

(Brennan et Grandison, 2015).

## **4.3. Séchage avancées**

### **4.3.1\_ Séchage par lyophilisation**

Le produit est d'abord congelé puis l'eau est retirée par sublimation.

Avantages : Conserve la saveur, la couleur, la structure et les nutriments, et permet une réhydratation facile.

Inconvénients : Très coûteux et consommateur d'énergie, utilisé pour les produits de haute valeur comme le café ou les fruits saisonniers.

(Rey et May, 2016; Fellows, 2017).

### **4.3.2. Ultrasons**

Utilise l'énergie des ultrasons pour accélérer le séchage et réduire la température, ce qui préserve la qualité du produit.

Avantages : Réduction du temps de séchage et de la consommation d'énergie, meilleure qualité comparée au séchage traditionnel.

Inconvénients : Technologie peu répandue dans l'industrie.

(Musielak et *al.*, 2016).

### **4.3.3\_ Radiofréquences**

Utilise l'énergie des radiofréquences pour chauffer les aliments de l'intérieur rapidement, accélérant le séchage et améliorant la qualité.

Inconvénients : Chauffage parfois inégal, surtout pour les aliments à forte humidité.

(Alfaifi et *al.*, 2014).

### 4.4. Séchage très modernes

#### 4.4.1. Nanotechnologie

Technique de contrôle des particules à l'échelle nanométrique (1-100 nm), utilisée pour améliorer les propriétés des aliments comme la solubilité, le transfert thermique et l'efficacité du séchage.

Avantages : Amélioration du traitement, de l'emballage et du transport des aliments, augmentation de la biodisponibilité des nutriments, impact significatif sur la qualité et la sécurité des aliments (Neethirajan et Jayas, 2010; KalpanaSastry et *al.*, 2012).

#### 4.4.2. Micro encapsulation

Technique consistant à transformer les aliments en poudre ou en petites particules encapsulées pour les protéger de la chaleur, de la lumière et de l'oxygène.

Avantages : Stabilisation des nutriments et prévention des interactions entre composants. Amélioration de la valeur nutritionnelle des produits. Préservation du goût et de l'arôme. Allongement de la durée de conservation (Christelle et Elisabeth, 2013; Rocha et *al.*, 2012).

### 2. Broyage

Le processus de broyage, qui constitue une opération unitaire essentielle pour réduire la taille des matériaux, joue un rôle majeur dans de nombreux aspects de l'industrie alimentaire. De nombreuses opérations de transformation des aliments nécessitent une réduction de taille, obtenue en appliquant différentes forces mécaniques afin de produire des particules aux dimensions et formes spécifiques. Cette réduction de taille est étroitement liée à la stabilité chimique et microbiologique des aliments, ainsi qu'à la commodité de leur manipulation et transformation, ce qui en fait l'une des opérations les plus importantes et énergivores du secteur alimentaire. Dans la production alimentaire, les poudres peuvent servir à la fois de produits finis et d'intermédiaires entre d'autres opérations unitaires (Murrieta-Pazos et *al.*, 2012).

Le processus de broyage comprend une variété d'opérations utilisant des équipements tels que hachoirs, concasseurs, coupeuses, moulins, broyeurs, déchiqueteuses, désintégrateurs et homogénéisateurs (Kamdem et Hardy, 1995 ; Djantou et *al.*, 2007). Il implique la rupture ou le déchirement des matériaux par des mécanismes tels que la compression, l'impact, l'attrition, le cisaillement ou la coupe (Barbosa-Cánovas et *al.*, 2005), les matériaux alimentaires solides sont transformés en un grand nombre de particules fines grâce à ces mécanismes de réduction de taille, produisant finalement des poudres.

### 3. Principe de broyage

La réduction de taille offre de nombreux avantages pratiques. Elle permet de transformer les aliments en une granulométrie adaptée aux besoins du traitement, au goût des consommateurs ou à des contraintes spécifiques. Par exemple, les matériaux deviennent plus faciles et moins chers à transporter grâce à une densité apparente réduite. L'efficacité du mélange s'améliore, tout comme le transfert de chaleur et l'extraction de composants comme les arômes ou les huiles. Côté consommateurs, les qualités sensorielles – texture et apparence en tête – sont nettement rehaussées : on préfère souvent la farine de maïs fine pour le porridge plutôt que des grains grossiers (Fellows, 2009)

### 4. Les Méthodes de buoyage

#### 4.1. Broyages traditionnels

##### 4.1.1. Le broyage par percussion

Cette méthode est particulièrement répandue dans les campagnes d’Afrique de l’Ouest. Avant de moulin, les femmes font souvent tremper les graines, puis les laissent reposer toute une nuit ou plusieurs heures au soleil, ce qui permet d’homogénéiser l’humidité à l’intérieur des grains. Pendant le broyage, l’opération est ponctuée par plusieurs tamisages qui permettent d’obtenir différents produits, allant de la semoule grossière aux farines les plus fines. L’avantage de cette méthode réside dans sa grande flexibilité : la femme contrôle entièrement le processus et peut l’adapter selon les besoins et les ressources disponibles.

##### 4.1.2. Le broyage par friction

Cette technique, qui remonte à la période néolithique, utilise une pierre plate et une pierre de broyage. La meule, actionnée à la main, permet de moulin les grains déposés sur la pierre. Deux à trois passages de la meule suffisent généralement pour obtenir une semoule grossière qui



**Figure 10** : Certaines régions rurales de l’Afrique de l’Est. (Löwe et Baumer, 1986)

### 4.2. Broyage modernes

#### 4.2.1. Broyeur à mâchoires

Le broyeur à mâchoires est conçu en forme de “V” et se compose de deux mâchoires : l’une fixe et l’autre mobile, formant un angle de 10 à 20° entre elles. Les matériaux à réduire sont introduits par le haut entre les deux mâchoires, et la mâchoire mobile exerce une force de compression. Le matériau est broyé progressivement de haut en bas : les morceaux les plus gros sont d’abord fragmentés dans la partie supérieure et continuent à se réduire en descendant vers la partie inférieure plus étroite. Chaque mouvement successif permet un broyage supplémentaire. Le broyeur à mâchoires fonctionne généralement à une fréquence de 300 mouvements par minute (A. Kumar et R. YedhuKrishnan, 2020).

#### 4.2.2. Broyeur conique

Dans le broyeur conique, les matériaux solides sont introduits entre des mâchoires circulaires. Ils passent dans une encoche en forme de V située entre le carter métallique et la tête. La réduction de taille se produit dans cette section en V, où les matériaux sont pris au piège avant que les particules fragmentées ne sortent par le bas. La vitesse de fonctionnement varie entre 100 et 450 rotations par minute. Par rapport au broyeur à mâchoires, le broyeur conique présente l’avantage d’une consommation énergétique plus faible et d’un entretien réduit. (A. Kumar et R. YedhuKrishnan, 2020)

#### 4.2.3. Broyeur à rouleaux

Le broyeur à rouleaux est constitué de deux rouleaux égaux et lisses, l’un tournant dans le sens des aiguilles d’une montre et l’autre en sens inverse, à la même vitesse. Les rouleaux sont suffisamment lourds et tournent sur des axes horizontaux parallèles. Ils peuvent être dentelés selon le type de matériau. L’élément clé influençant le degré de réduction est le coefficient de friction entre le matériau et la surface des rouleaux. Les gros morceaux peuvent également être traités, car la réduction combine les effets de compression, de cisaillement et d’impact. (A. Kumar et R. YedhuKrishnan, 2020)

#### 4.2.4. Moulin à marteaux

Le moulin à marteaux comprend des marteaux montés sur un rotor à grande vitesse dans un boîtier cylindrique. Jusqu’à quatre marteaux peuvent être fixés sur l’axe horizontal. Le broyage repose sur l’impact entre les marteaux et les particules à réduire. Les matériaux sont introduits par le haut et sont directement frappés par les marteaux, ce qui réduit leur

taille. Les particules passent ensuite à travers un tamis au bas du boîtier et sont collectées. Les principaux facteurs influençant la réduction sont le débit d'alimentation, la taille du tamis et la vitesse de rotation. Les moulins à marteaux fonctionnent typiquement entre 2 500 et 5 000 tours par minute (A. Kumar et R. YedhuKrishnan, 2020).

### 4.2.5. Moulin à billes

Le moulin à billes est constitué d'un cylindre creux rotatif en acier, doublé de porcelaine ou d'acier à haute teneur en carbone. Jusqu'à 50 % de son volume est rempli de billes en acier ou en pierre. Les billes sont uniformes en poids mais de tailles variables selon la quantité de matériau. La réduction de taille se produit par le broyage des billes contre le matériau. La taille et la forme des particules obtenues dépendent de la taille des billes, de la vitesse de rotation du cylindre et du débit d'alimentation. Les forces centrifuges transportent les billes le long de la paroi du cylindre, puis elles tombent lorsqu'elles atteignent une certaine hauteur, assurant ainsi le broyage. Le moulin à billes permet de broyer une large gamme de matériaux et de traiter des substances toxiques grâce à l'environnement fermé. (Kumar et R. YedhuKrishnan, 2020)

## 5. Emballage alimentaire

L'emballage alimentaire joue un rôle fondamental dans la préservation de la qualité des aliments frais ou transformés. Il serait pratiquement impossible pour les industriels de distribuer les produits alimentaires sans recourir à un emballage approprié.

Les principales fonctions de l'emballage sont multiples : il permet de prévenir la détérioration et la contamination des aliments, de maintenir leur qualité, de les protéger physiquement, et de fournir des informations sur le produit. Il contribue également à la commodité d'utilisation pour le consommateur, tout en facilitant le transport et la distribution.

Ainsi, l'emballage alimentaire peut être défini comme l'enveloppement des produits alimentaires dans un contenant — pochette, sac, boîte, plateau, conserve, bouteille ou tout autre matériau d'emballage — remplissant des fonctions de confinement, de protection, de conservation, de communication, d'utilité et de performance. (Wani et Langowski, 2014)

### 5.1. Emballage traditionnel

L'emballage alimentaire traditionnel remplit plusieurs fonctions essentielles : protection, communication, commodité et confinement (Paine, 1991 ; Robertson, 2006).

Il sert avant tout à protéger le produit contre les effets néfastes de l'environnement extérieur, tels que la chaleur, la lumière, l'humidité, la pression, les micro-organismes ou les émissions de gaz. Par ailleurs, il offre au consommateur une grande facilité d'utilisation, un gain de temps et permet de contenir des produits de formes et de tailles variées (Yam et *al.*, 2005 ; Marsh et Bugusu, 2007). L'un des principaux objectifs de sécurité des matériaux d'emballage traditionnels en contact avec les aliments est de rester aussi inerte que possible, afin de ne pas altérer la qualité ou la sécurité des aliments.

### 5.2. Emballages moderne

#### Matériaux bioactifs et biodégradables pour l'emballage alimentaire

Les matériaux biosourcés et biodégradables sont essentiels pour remplacer les emballages traditionnels à base de pétrole. Ils offrent non seulement une alternative écologique mais peuvent aussi être incorporés avec des agents antimicrobiens et antioxydants pour prolonger la durée de conservation des aliments.

Exemple : Les films à base de cellulose bactérienne incorporant des huiles essentielles peuvent protéger les aliments tout en étant comestibles (Atta OM et *al.*, 2022a ; Azeredo HMC et *al.*, 2019 ; Guo M et *al.*, 2023).

#### ➤ Films comestibles et actifs

Les films comestibles à base de protéines, polysaccharides ou lipides peuvent être enrichis en composés bioactifs pour agir contre les microorganismes et retarder l'oxydation des aliments. Ils sont particulièrement adaptés aux produits frais.

Exemple : Films à base de protéines laitières pour transporter et délivrer des nutraceutiques. (Daniloski D et *al.*, 2021 ; Falguera V et *al.*, 2011 ; Kandasamy S et *al.*, 2021).

#### ➤ Emballages intelligents avec indicateurs de fraîcheur

Les emballages intelligents permettent de surveiller la qualité des aliments en temps réel grâce à des capteurs ou indicateurs de température, pH ou gaz. Ces systèmes améliorent la sécurité alimentaire et la traçabilité.

Exemple : Indicateurs temps-température (TTI) pour les aliments frais ; colorants naturels pour signaler les changements de qualité. (Cheng H et *al.*, 2022 ; Shao P et *al.*, 2021 ; Mohammadian E et *al.*, 2020).

### ➤ **Nanotechnologies pour emballage actif et intelligent**

Les nanoparticules métalliques ou bioactives peuvent être incorporées aux films alimentaires pour leurs propriétés antimicrobiennes ou détectrices. Elles renforcent l'efficacité de l'emballage tout en maintenant la sécurité alimentaire.

Exemple : Nanoparticules d'argent dans des nanocomposites de cellulose bactérienne pour inhiber les bactéries.(Atta OM et *al.*, 2021b ; Omerović N et *al.*, 2021 ; dos Santos CA et *al.*, 2020).

### ➤ **Capteurs et biosenseurs pour surveillance de la qualité**

Les biosenseurs électrochimiques ou optiques peuvent détecter rapidement la présence de contaminants ou la dégradation des aliments, offrant ainsi une réponse rapide pour éviter le gaspillage et protéger le consommateur.

Exemple : Capteurs basés sur l'ADN pour la détection de mercure ou phages pour détecter *Staphylococcus aureus* (Curulli A, 2021 ; Farooq U et *al.*, 2020 ; Sriramulu G et *al.*, 2024).

### ➤ **Applications combinées et solutions intégrées**

Les emballages modernes combinent matériaux biodégradables, films comestibles, nanotechnologies et capteurs pour créer des solutions complètes de sécurité et de conservation alimentaire. Ils représentent l'avenir de l'emballage alimentaire durable et intelligent.(TrajkovskaPetkoska A et *al.*, 2021 ; Guo X et *al.*, 2024 ; SoltaniFirouz M et *al.*, 2021.)

# **Matériels et méthodes**

# 1. La transformation de la courge (*Cucurbita maxima*) en poudre

## 1.1. Enquête

Avant d'entamer la partie expérimentale de cette étude consacrée à la poudre de citrouille, nous avons réalisé une enquête préliminaire auprès des citoyens afin d'évaluer leur niveau de connaissance concernant cette matière, ainsi que leurs perceptions et usages potentiels de la poudre de citrouille dans l'alimentation et autres applications. Les participants ont répondu volontairement au questionnaire après diffusion du lien électronique sur les réseaux sociaux et les plateformes de communication.

### ➤ Collecte des données

Le questionnaire a été élaboré de manière à recueillir des informations à la fois sociodémographiques et comportementales. La première partie concernait les caractéristiques générales des participants, notamment le sexe, l'âge et le niveau d'instruction. Ces données permettent d'identifier les catégories de population les plus familières avec la citrouille et les plus susceptibles d'accepter ses produits dérivés.

La deuxième partie de l'enquête portait sur la connaissance et la consommation de la citrouille. Les participants ont été interrogés sur leur degré de familiarité avec ce légume, la fréquence de sa consommation ainsi que les formes sous lesquelles il est généralement consommé (soupe, plats cuits, desserts, etc.). Cette section visait à déterminer la place occupée par la citrouille dans les habitudes alimentaires locales.

Le questionnaire s'est également intéressé à la perception des bienfaits nutritionnels et sanitaires de la citrouille. Les répondants devaient indiquer s'ils connaissaient ses propriétés bénéfiques pour la santé, notamment sa richesse en fibres, vitamines, minéraux et composés antioxydants.

Une attention particulière a été accordée à la poudre de citrouille, objet principal de cette recherche. Les participants ont été interrogés sur leur connaissance préalable de ce produit, ainsi que sur leur disposition à le consommer. L'enquête visait également à identifier les produits alimentaires dans lesquels la poudre de citrouille pourrait être préférentiellement utilisée, tels que les jus, les desserts ou les aliments destinés aux enfants.

Enfin, le questionnaire a permis d'évaluer l'acceptabilité commerciale des produits à base de citrouille, à travers des questions relatives à l'intention d'achat et à l'appréciation sensorielle du goût de la citrouille. Ces informations constituent un indicateur important du potentiel de

valorisation agroalimentaire de la poudre de citrouille et de son intégration dans de nouveaux produits alimentaires.

Ainsi, cette enquête représente une étape préliminaire essentielle pour orienter l'étude expérimentale et mieux comprendre les attentes des consommateurs vis-à-vis de la poudre de citrouille et de ses applications potentielles dans l'industrie agroalimentaire. L'échantillon était composé de 88 participants sélectionnés de manière aléatoire parmi différentes catégories de consommateurs. Cette méthode a permis d'obtenir des réponses variées et représentatives des habitudes et perceptions des consommateurs vis-à-vis des produits à base de citrouille. Les réponses obtenues ont été traitées statistiquement sous forme de pourcentages et représentées graphiquement par des diagrammes circulaires afin de faciliter l'interprétation des résultats.

### ➤ **Analyse des données**

Les données collectées ont été analysées à l'aide des outils statistiques intégrés à Google Forms ainsi que du logiciel Microsoft Excel. Les graphiques obtenus ont permis de représenter visuellement les tendances générales des réponses et de faciliter l'interprétation scientifique des résultats. Les résultats ont été exprimés en pourcentages et présentés sous forme de figures et graphiques descriptifs.

## 1.2. Matériel

### ➤ **Végétal**

Le matériel végétal utilisé est constitué de fruits de courge appartenant à l'espèce *Cucurbita maxima*, achetés sur un marché local de la région d'Ain Témouchent.



**Figure 11 : Courge utilisée dans l'étude**

### ➤ **Technique**

Le matériel technique mobilisé comprend : Couteau ,planche à découper ,balance électronique ,eau potable ,papier absorbant ou tissu propre ,râpe ou mixeur ,étuve ou four ventilé ,séchoir solaire ,plateaux de séchage en inox ,thermomètre de contrôle de température ,moulin électrique ,broyeur ou mixeur puissant ,tamis et étiquettes de conservation

### **1.3. Conditions opératoires**

Les expériences ont été réalisées dans des conditions ambiantes (température ~25°C). Les tranches de courge ont été découpées avec une épaisseur moyenne de 5 mm. Les essais ont été réalisés en simple répétition faute de moyens expérimentaux avancés.

## **2. Préparation de la poudre**

### ➤ **Decoupage**

Les fruits ont été soigneusement lavés, épluchés puis débarrassés de leurs graines. Seule la pulpe a été retenue. Cette dernière a été découpée en tranches fines et homogènes afin d'augmenter la surface d'échange et d'optimiser l'élimination de l'eau durant le séchage.



**Figure 12: Découpe de la courge avant séchage**

### ➤ Séchage

Pour chaque méthode, une masse initiale identique de 1000 g de pulpe fraîche a été utilisée.

#### *Séchage au soleil*

Les tranches ont été disposées dans un espace extérieur exposé au rayonnement solaire direct. Le séchage a été réalisé pendant environ deux jours dans des conditions climatiques comprises entre 25 et 30°C.



**Figure 13 : Séchage au soleil**

### *Séchage au four*

Les échantillons ont été disposés en une seule couche sur une plaque recouverte de papier cuisson. Le séchage a été effectué à une température comprise entre 60 et 70°C pendant 2 à 3 heures.



**Figure 14 : Séchage au four électrique**

### *Séchage à l'air frayer*

Les tranches ont été placées dans le panier de l'appareil sans surcharge. Le séchage a été effectué à une température estimée entre 100 et 180°C pendant environ 35 minutes.



**Figure 15 : Séchage à l'air frayer**

### ➤ Broyage,

Après séchage complet, les échantillons ont été broyés jusqu'à obtention d'une poudre fine.



**Figure 16 : Broyage**

### ➤ Tamisage

Un tamisage a permis d'éliminer les particules grossières afin d'améliorer l'uniformité granulométrique.



**Figure 17 : Tamisage**

### ➤ Conservation

La poudre a ensuite été conditionnée dans des contenants hermétiques à l'abri de l'humidité et de la lumière

**Résultats**

**Et**

**Interprétation**

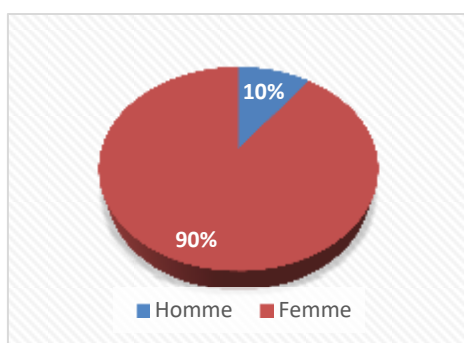
On présente les résultats obtenus lors de l'enquête, des essais de séchage de la courge (*Cucurbita maxima*) ainsi que leur analyse et comparer le rendement, la durée et la qualité du produit final selon chaque méthode.

### 1. Résultats

#### 1.1. Analyse et interprétation des résultats de l'enquête

Les résultats de l'enquête sont présentés sous forme de graphiques et de pourcentages afin de mettre en évidence les tendances de consommation et l'acceptabilité des produits à base de poudre de citrouille.

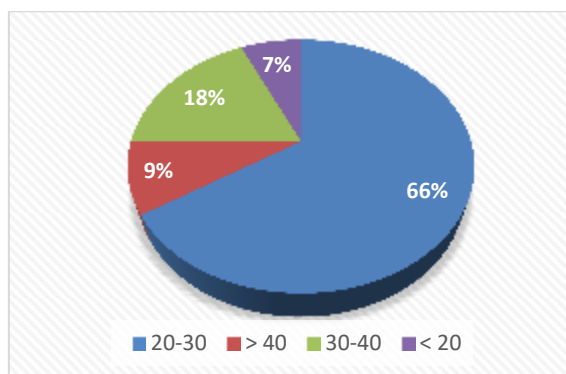
##### ➤ Le sexe



**Figure 18: Répartition des répondants selon le sexe**

Les résultats montrent une forte participation féminine avec un pourcentage de 89,9 %, contre seulement 10,1 % d'hommes. Cette dominance féminine peut s'expliquer par l'intérêt plus marqué des femmes envers les produits alimentaires innovants, nutritionnels et les habitudes liées à l'alimentation saine.

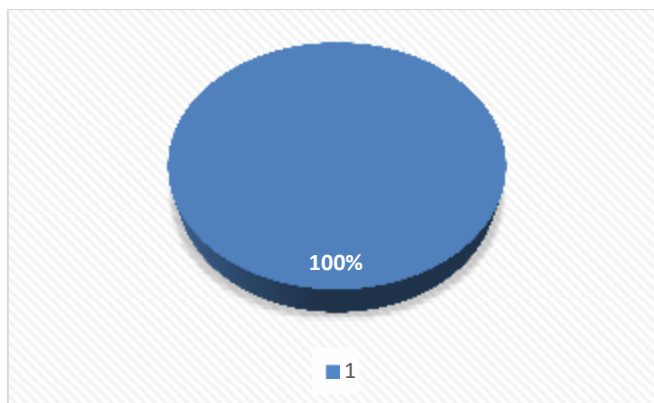
##### ➤ L'âge



**Figure 19 : Répartition des répondants selon la tranche d'âge**

La majorité des participants appartient à la tranche d'âge de 20 à 30 ans avec 65,9 %, suivie de la tranche de plus de 40 ans (9,1 %), puis des catégories de moins de 20 ans et de 30 à 40 ans. Ces résultats indiquent que les jeunes adultes représentent la catégorie la plus intéressée par les produits alimentaires fonctionnels et innovants.

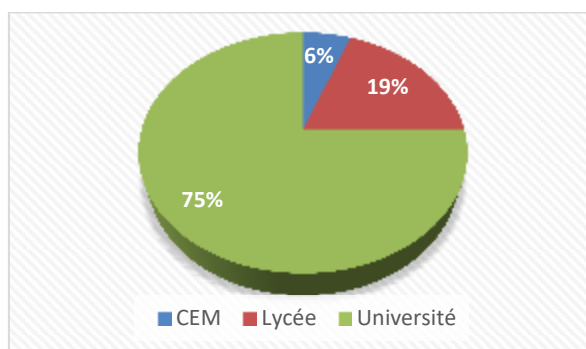
➤ **Connaissance de la citrouille**



**Figure 20 : Connaissance de la citrouille chez les répondants**

L'ensemble des répondants (100 %) a déclaré connaître la citrouille. Ce résultat démontre que ce légume possède une forte notoriété auprès de la population étudiée, ce qui représente un avantage important pour la valorisation et la commercialisation de produits dérivés à base de citrouille.

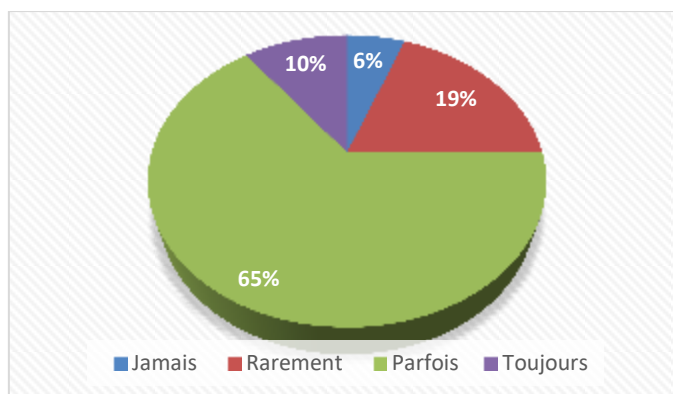
➤ **Niveaux d'étude des répondants**



**Figure 21 : Répartition des répondants selon le niveau d'étude**

Les résultats montrent que 75 % des participants possèdent un niveau universitaire, suivis des personnes ayant un niveau lycée (19 %), tandis que les autres niveaux représentent des proportions plus faibles. Ceci indique que la majorité des répondants dispose d'un niveau d'instruction favorable à la compréhension des avantages nutritionnels des produits proposés.

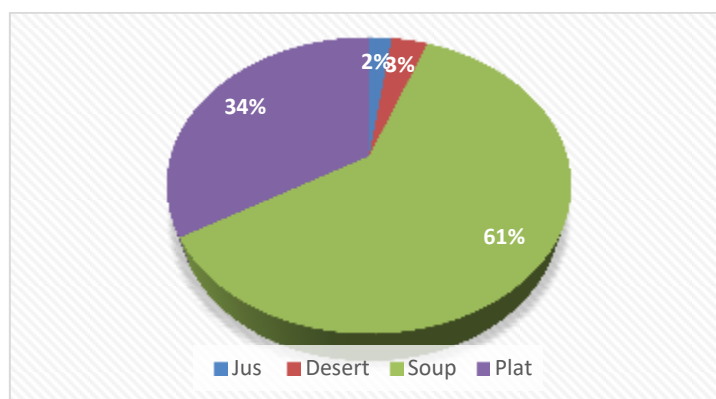
➤ **Consommation de la citrouille**



**Figure 22 : Consommation de la citrouille par les répondants**

Concernant la consommation de la citrouille, 64,8 % des répondants ont affirmé en consommer parfois, alors que 19,3 % la consomment rarement et 10,2 % toujours. Ces résultats montrent que la citrouille est déjà intégrée dans certaines habitudes alimentaires des consommateurs. Toutefois, sa consommation demeure occasionnelle chez une grande partie des participants, ce qui souligne l'importance de développer des produits transformés innovants susceptibles d'augmenter sa fréquence de consommation.

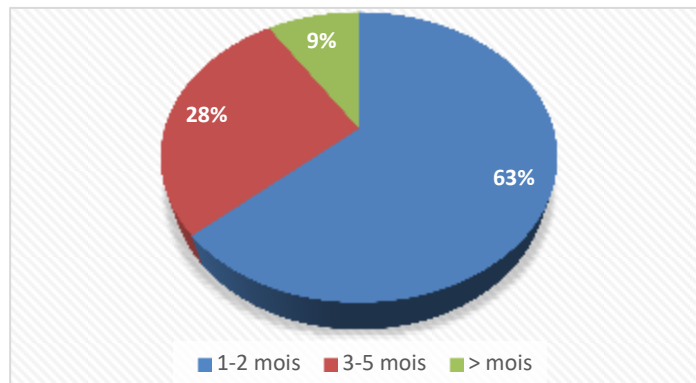
➤ **Formes de consommation préférées**



**Figure 23 : Formes préférées de consommation de la citrouille**

Les répondants préfèrent principalement consommer la citrouille sous forme de soupe avec un pourcentage de 60 %, suivie des plats cuisinés et d'autres préparations. Cela indique que les consommateurs privilégient les préparations traditionnelles et familières. Cette préférence peut être liée aux habitudes culinaires locales ainsi qu'à la facilité de préparation de ce type de recettes.

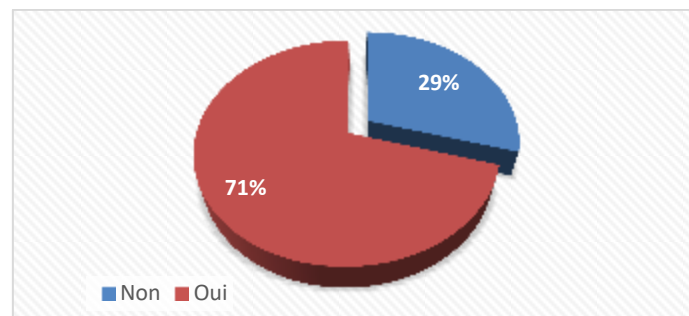
➤ **Fréquence de consommation**



**Figure 24 : Fréquence de consommation de la citrouille**

Les résultats révèlent que 63 % des participants consomment la citrouille entre une et deux fois par mois. Cette fréquence modérée peut être liée au caractère saisonnier du produit ou au manque de diversité des produits disponibles sur le marché.

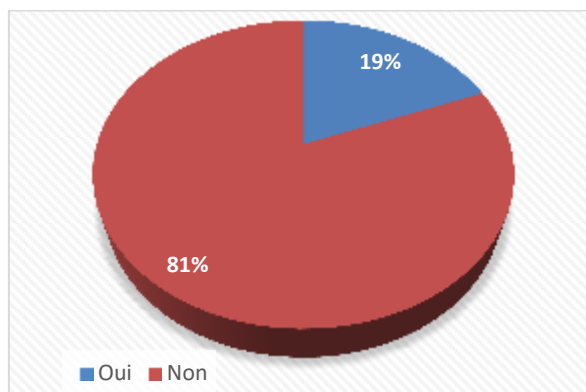
➤ **Connaissance des bienfaits nutritionnels**



**Figure 25: Connaissance des bienfaits nutritionnels de la citrouille**

Environ 71 % des répondants connaissent les bienfaits nutritionnels de la citrouille, tandis que 29 % ne les connaissent pas. Cela montre l'existence d'un niveau de sensibilisation relativement satisfaisant concernant la valeur nutritionnelle de ce légume.

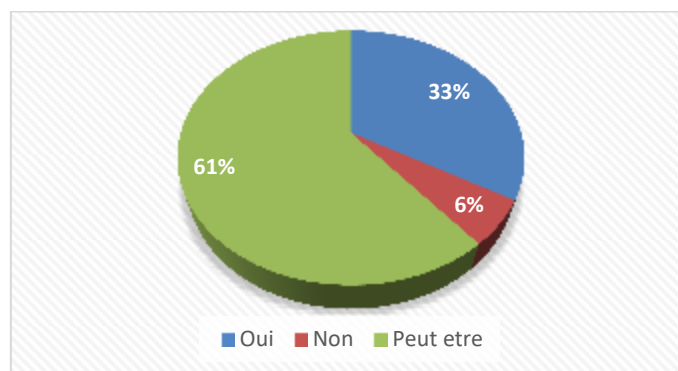
➤ **Sensibilisation aux produits à base de poudre de citrouille**



**Figure 26 : Connaissance des produits à base de poudre de citrouille**

La majorité des participants (81,8 %) n'avait jamais entendu parler des produits fabriqués à partir de poudre de citrouille. Ce résultat met en évidence le manque de commercialisation et de promotion de ce type de produits sur le marché algérien.

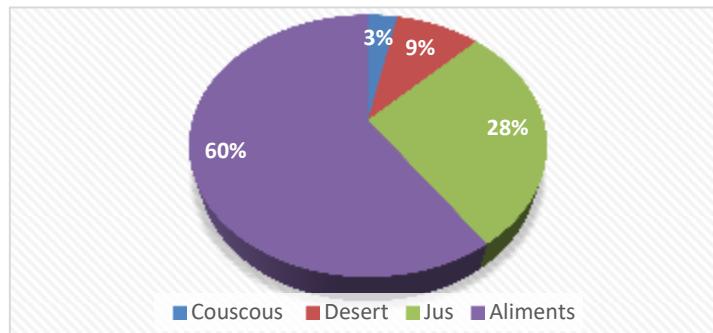
➤ **Acceptabilité des produits à base de poudre de citrouille**



**Figure 27 : Acceptabilité des produits à base de poudre de citrouille**

Concernant l'acceptation des produits formulés à base de poudre de citrouille, 61 % des répondants ont répondu « peut-être », tandis que 33 % ont exprimé une réponse favorable. Ces résultats traduisent une certaine curiosité des consommateurs vis-à-vis du produit, mais également un besoin de sensibilisation et de dégustation afin d'augmenter l'acceptabilité.

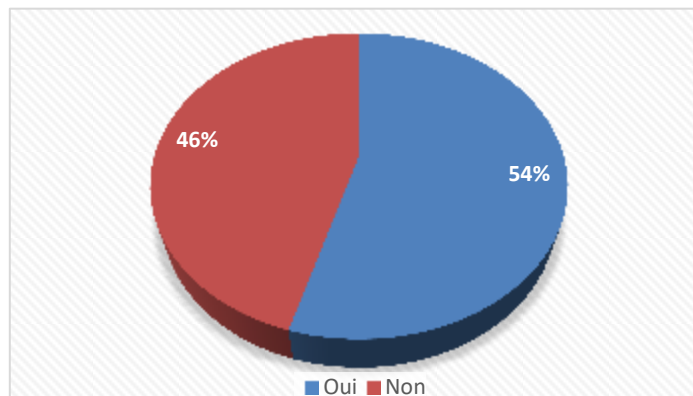
➤ **Produits préférés à base de poudre de citrouille**



**Figure 28:** Produits préférés a bas de poudre de citrouille

Les produits alimentaires les plus appréciés sont les aliments pour enfants avec 60 %, suivis des jus (28 %) et des desserts. Cela démontre que les consommateurs considèrent la poudre de citrouille comme un ingrédient ayant un potentiel nutritionnel intéressant, particulièrement pour les produits destinés aux enfants.

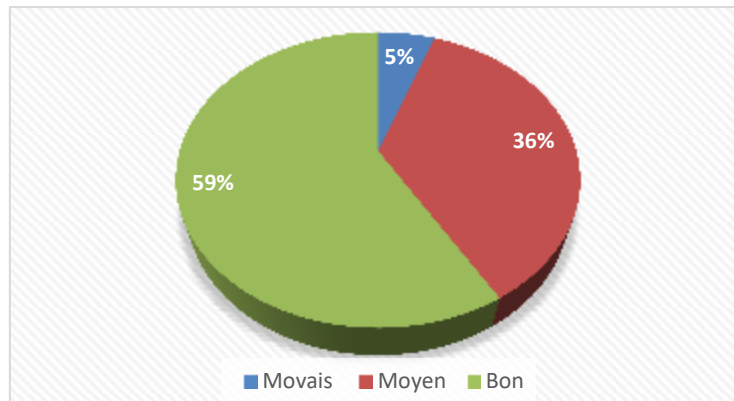
➤ **Intention d'achat**



**Figure 29 :** Intention d'achat des produits à base de poudre de citrouille

Les résultats montrent que 54,5 % des participants sont prêts à acheter des produits à base de poudre de citrouille, contre 45,5 % qui restent hésitants. Ces résultats reflètent un potentiel commercial encourageant pour ce type de produit, particulièrement dans le domaine des aliments fonctionnels et des produits nutritionnels innovants.

➤ **Évaluation globale du produit**



**Figure 30 : Evaluation globale du produit proposé**

La majorité des répondants ont donné une appréciation positive du concept du produit proposé, avec 59 % d'avis favorables et 36 % d'avis moyens. Ceci confirme l'intérêt des consommateurs pour les produits innovants à base de citrouille.

➤ **Analyse globale**

Les résultats obtenus montrent que la citrouille bénéficie d'une bonne notoriété auprès des consommateurs, mais que les produits transformés à base de poudre de citrouille restent encore peu connus sur le marché algérien. Malgré cela, les participants ont manifesté une intention d'achat relativement positive, ce qui démontre l'existence d'un potentiel de développement commercial.

Les préférences des consommateurs pour les produits destinés aux enfants et les préparations nutritionnelles indiquent également que la poudre de citrouille peut être valorisée dans l'industrie agroalimentaire comme ingrédient fonctionnel riche en composés nutritifs.

Enfin, les résultats de cette enquête soutiennent l'intérêt de développer des produits innovants à base de poudre de citrouille afin de diversifier l'offre alimentaire locale et de promouvoir une alimentation plus saine. Ces observations confirment également l'importance de sensibiliser les consommateurs aux avantages nutritionnels et technologiques de la valorisation de la citrouille dans l'industrie agroalimentaire.

## 1.2. Production de la poudre

### ➤ Séchage

Tableau 4: Résultats de séchage de *Cucurbita maxima*

Méthode	Masse initiale (g)	Masse finale(g)	Rendement(%)	Durée
Soleil	1000	36	3.6	~2 jours
four	1000	34	3.4	2-3h
Air frayer	1000	47	4.7	35min

Le calcul du rendement selon la formule suivante

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{Masse finale}}{\text{Masse initiale}} * 100$$

Les résultats montrent que :

L'air frayer présente le rendement le plus élevé (4,7 %)



Figure 31 : Poudre séché a air frayer

Le séchage solaire donne un rendement intermédiaire (3,6 %)



Figure 32: Poudre au soleil

Le four présente le rendement le plus faible (3,4 %)



**Figure 33 : Poudre séché au four**

Cette différence s'explique par la rapidité du séchage et les conditions thermiques appliquées.

- **Influence de la durée**
  - **Air frayer**: très rapide (35 min)
  - **Four** : intermédiaire (2–3 h)
  - **Soleil** : très long (~2 jours)

Une durée plus courte permet de limiter les pertes et la dégradation du produit.

### 1.3. Qualité du produit

#### ➤ **Couleur**

Le séchage au soleil permet une meilleure conservation de la couleur naturelle de la courge.

Le séchage au four peut entraîner une légère altération

L'air frayer peut provoquer un assombrissement dû à la température plus élevée.

#### ➤ **Texture et granulométrie**

La poudre obtenue avec l'air frayer est plus fine et homogène.

Le séchage au four donne une texture acceptable.

Le séchage au soleil peut produire une poudre moins uniforme.

#### ➤ **Odeur**

Le séchage solaire conserve une odeur naturelle.

Le séchage au four et à l'air frayer peut légèrement modifier l'arôme du produit en raison de l'effet de la chaleur.

Les résultats obtenus montrent des différences significatives entre les méthodes de séchage. L'air frayer apparaît comme la méthode la plus performante en termes de rendement et de rapidité, tandis que le séchage solaire reste une alternative économique intéressante.

### 1.4. Prototype

Le prototype de la poudre de citrouille a été obtenu à partir de fruits mûrs de *Cucurbita maxima*, la poudre obtenue se caractérise par une texture fine, une couleur jaune-orangée et une bonne aptitude à l'incorporation dans différents produits alimentaires. Ce prototype constitue une alternative prometteuse pour la valorisation de la citrouille et la réduction des pertes post-récolte.

L'étiquetage a été conçu de manière à fournir les informations essentielles relatives au produit, notamment la dénomination, les ingrédients, la date de fabrication, la date de péremption et les conditions de conservation. L'étiquette comporte également des indications nutritionnelles et des conseils d'utilisation afin d'informer le consommateur sur les qualités et les applications potentielles du produit.

Notre produit se présente sous forme de poudre de citrouille conditionnée en petits emballages destinés à la consommation quotidienne, ainsi qu'en grands sachets d'une capacité de 1 kg adaptés aux besoins mensuels ou à une utilisation plus importante. Ce mode de conditionnement permet au consommateur de choisir la quantité correspondant à ses besoins et à ses habitudes de consommation.



**Figure 34 : Prototype de poudre de citrouille**

### 1.5. Les sous-produits

#### ➤ Huile de graines de citrouille

L'huile des graines de citrouille est obtenue par extraction des graines issues des fruits transformés. Elle se distingue par sa richesse en acides gras essentiels, en vitamine E, en phytostérols et en composés antioxydants bénéfiques pour la santé humaine. Cette huile possède des propriétés nutritionnelles importantes et peut être utilisée dans l'alimentation, la cosmétique et certains produits pharmaceutiques. Elle contribue également à la prévention des maladies cardiovasculaires et au renforcement du système immunitaire. Sa valorisation

permet d'augmenter la valeur économique de la filière citrouille et d'ouvrir de nouvelles perspectives dans les industries agroalimentaires. Ainsi, les graines, souvent considérées comme des déchets, deviennent une ressource économique rentable.



**Figure 35 : prototype d'huile des graines**

### ➤ Aliment pour bétail à base des résidus de citrouille

Les résidus générés après la production de poudre de citrouille, notamment les fibres et certaines parties non utilisées du fruit, peuvent être transformés en aliment destiné au bétail et à la volaille. Ces sous-produits sont riches en fibres, en glucides et en certains éléments nutritifs favorables à l'alimentation animale. Leur utilisation contribue à réduire les coûts des aliments pour animaux et à limiter le gaspillage des matières organiques. Cette valorisation représente une solution écologique et économique pour les agriculteurs et les éleveurs. Elle participe également à la réduction des déchets agroalimentaires et à l'amélioration de la rentabilité du projet. De cette manière, les résidus deviennent une ressource utile au lieu d'être rejetés dans l'environnement.



**Figure 36 : prototype de poudre bétail**

### ➤ Poudre de feuilles de citrouille utilisée comme engrais organique

Les feuilles et résidus végétaux de la plante de citrouille peuvent être séchés et transformés en poudre organique destinée à l'agriculture. Ce produit naturel peut être utilisé comme fertilisant biologique afin d'améliorer la fertilité des sols et de favoriser la croissance des cultures. Riche en matière organique et en éléments minéraux, il constitue une alternative écologique aux engrais chimiques. Son utilisation permet de préserver la qualité des sols, de réduire la pollution environnementale et de soutenir une agriculture durable. En outre, cette valorisation offre une solution efficace pour exploiter les déchets végétaux issus de la culture et de la transformation du potiron. Elle contribue ainsi à la protection de l'environnement et à la promotion de pratiques agricoles respectueuses de la nature.



**Figure 37 : prototype de poudre des feuilles**

# Conclusion

À l'issue de cette étude portant sur la fabrication de poudre de citrouille (*Cucurbita maxima*), il ressort que ce produit constitue une solution intéressante pour mieux exploiter les ressources agricoles locales en Algérie. Grâce à sa teneur importante en éléments nutritifs essentiels, tels que les fibres, les caroténoïdes, les vitamines, les minéraux ainsi que les antioxydants, la poudre de citrouille présente un réel potentiel dans les domaines de l'agroalimentaire et de la nutrition.

Les résultats obtenus démontrent que la transformation de la citrouille en poudre à l'aide de méthodes modernes de séchage, en particulier la friteuse à air (air frayer), permet d'obtenir un produit stable, facile à conserver et possédant une valeur ajoutée élevée, tout en respectant les critères de qualité sanitaire et nutritionnelle. Cette technique contribue aussi à limiter les pertes après récolte et à prolonger la durée de conservation, ce qui facilite sa disponibilité et sa commercialisation durant toute l'année.

Du point de vue économique, ce projet représente une opportunité importante pour l'économie algérienne. Le développement d'une production locale de poudre de citrouille pourrait réduire les dépenses liées à l'importation de certains ingrédients utilisés dans la pâtisserie, les compléments alimentaires, les produits infantiles ou encore les aliments fonctionnels. Il pourrait également encourager la création de petites entreprises, stimuler l'agro-industrie nationale et ouvrir de nouvelles possibilités d'investissement dans la transformation des produits agricoles.

Cette étude souligne également l'intérêt de valoriser l'ensemble des sous-produits issus du processus de transformation. Les déchets obtenus lors de la préparation, notamment les épiluchures et les parties fibreuses, peuvent être réutilisés dans l'alimentation animale grâce à leur richesse nutritionnelle, en particulier pour les volailles et le bétail. Quant aux feuilles et aux résidus organiques de la plante, ils peuvent servir de compost naturel, contribuant ainsi à l'amélioration des sols tout en réduisant les déchets agricoles.

Ce projet s'inscrit donc dans une démarche de développement durable en favorisant la réduction du gaspillage alimentaire, la réutilisation des déchets organiques, la protection de l'environnement et le développement d'une économie circulaire. Il participe également au renforcement de la sécurité alimentaire, à l'amélioration de la qualité nutritionnelle des

## Conclusion

---

produits disponibles sur le marché et au soutien du développement agricole et industriel en Algérie.

La poudre de citrouille ne représente pas seulement un produit alimentaire innovant, mais aussi un projet global à portée économique, sociale et environnementale, capable de contribuer à la diversification de l'économie nationale ainsi qu'à la valorisation durable des ressources agricoles algériennes.

À travers cette étude, nous avons démontré qu'il est possible de valoriser l'ensemble de la plante de citrouille sans générer de déchets inutiles. Le fruit est transformé en poudre alimentaire à haute valeur nutritive, les graines sont exploitées pour produire une huile riche et bénéfique, les résidus servent d'aliment pour le bétail, tandis que les feuilles sont utilisées comme engrais organique naturel. Cette approche permet de préserver l'environnement, de réduire la pollution et de limiter le gaspillage des ressources agricoles. Le projet s'inscrit parfaitement dans les principes de l'économie circulaire et du développement durable en assurant une exploitation intégrale de la plante avec un objectif de « zéro déchet ». Ainsi, cette valorisation complète de la citrouille représente une solution innovante capable de soutenir l'économie nationale, de créer de la valeur ajoutée et de promouvoir une agriculture plus durable et respectueuse de la nature.

### Références bibliographiques :

- Adeyeye, S. A. O., Ashaolu, T. J., & Babu, A. S. (2022). Food drying: A review. *Agricultural Reviews*. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2537>
- Aghbashlo, M., Mobli, H., Rafiee, S., & Madadlou, A. (2013). A review on exergy analysis of drying processes and systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 1–22.
- American Heart Association. (2024). How potassium can help control high blood pressure. <https://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/changes-you-can-make-to-manage-high-blood-pressure/how-potassium-can-help-control-high-blood-pressure>
- Anand, R., et al. (2022). Disease prevention and treatment using  $\beta$ -carotene: The ultimate provitamin A. *Pharmaceuticals*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9150880/>
- Atta OM, Manan S, Shahzad A, Ul-Islam M, Ullah MW, Yang G (2022a) Biobased materials for active food packaging: a review. *Food Hydrocoll.* <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107419>
- Atta, O. M., Manan, S., Ahmed, A. A. Q., Awad, M. F., Ul-Islam, M., Subhan, F., Ullah, M. W., & Yang, G. (2021a). Development and characterization of yeast-incorporated antimicrobial cellulose biofilms for edible food packaging application. *Polymers*, 13. <https://doi.org/10.3390/polym13142310>
- Atta, O. M., Manan, S., Shahzad, A., Ul-Islam, M., Ullah, M. W., & Yang, G. (2022a). Biobased materials for active food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107419>
- Azeredo, H. M. C., Barud, H., Farinas, C. S., Vasconcellos, V. M., & Claro, A. M. (2019). Bacterial cellulose as a raw material for food and food packaging applications. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00007>
- Barbosa-Cánovas, G. V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., & Yan, H. (2005). *Food powders: Physical properties, processing, and functionality*. Springer.
- Baswan, S. M., et al. (2021). Oral supplementation of carotenoids and skin health. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/phpp.12690>
- Benalia, M. (2016). *Étude de la fraction lipidique de quelques graines de Cucurbitacées* [Thèse de doctorat, Université KasdiMerbah Ouargla].
- Bimbenet, J. J. (1978). *Le séchage dans les industries agricoles et alimentaires* (4e éd.). SEPIAC.
- Boumhiriz, R. (2017). *Étude in vitro de l'efficacité de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge Cucurbitapepo et de l'extrait hydrométhanolique des feuilles de*

Menthaspicata sur les larves de Tuta absoluta [Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem].

Boyd, K. (2024). What is vitamin A deficiency? American Academy of Ophthalmology. <https://www.ao.org/eye-health/diseases/vitamin-deficiency>

Briki, M. (2021). Drying as an effective method to reduce moisture and extend shelf life of fruits and vegetables: Review and perspectives. *International Journal of Postharvest Technology*, 8(2), 77–92.

Cheng, H., Xu, H., McClements, D. J., Chen, L., Jiao, A., Tian, Y., Miao, M., & Jin, Z. (2022). Recent advances in intelligent food packaging materials: Principles, preparation and applications. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131738>

Christelle, & Elisabeth. (2013). Allongement de la durée de conservation. Rocha, et al. (2012). Allongement de la durée de conservation.

Curulli, A. (2021). Electrochemical biosensors in food safety: Challenges and perspectives. *Molecules*. <https://doi.org/10.3390/molecules26102940>

Djantou, E. B., Mbofung, C. M., Scher, J., & Desobry, S. (2007). A modelling approach to determine the effect of pre-treatment on the grinding ability of dried mangoes for powder production (*Mangifera indica* var. Kent). *Journal of Food Engineering*, 80, 668–677.

dos Santos, C. A., Ingle, A. P., & Rai, M. (2020). The emerging role of metallic nanoparticles in food. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 2373–2383. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10372-x>

Elmadfa, I., et al. (2019). The role of the status of selected micronutrients in shaping immune function. *Nutrients*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7360912/>

Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>

Farooq, U., Ullah, M. W., Yang, Q., Aziz, A., Xu, J., Zhou, L., & Wang, S. (2020). High-density phage particles immobilization in surface-modified bacterial cellulose for ultra-sensitive and selective electrochemical detection of *Staphylococcus aureus*. *Biosensors and Bioelectronics*, 157, 112163. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112163>

Fellows, P. J. (2009). *Food processing technology* (3rd ed.). CRC Press.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7724>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Climate change and post-harvest losses: Impacts on fruit and vegetable supply chains and adaptation strategies* (FAO Technical Report, 2025).

Gavril (Rățu), R. N., Stoica, F., Lipșa, F. D., Constantin, O. E., Stănciuc, N., Aprodu, I., & Râpeanu, G. (2024). *Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive overview of phytochemicals, extraction, health benefits, and food applications*. *Foods*, 13(3), Article 456. <https://doi.org/10.3390/foods13030456>

Grubben, G. J. H., & Denton, O. A. (Eds.). (2004). *PROTA 2: Vegetables*. PROTA Foundation & Backhuys Publishers.

Grubben, G. J. H., & Denton, O. A. (Eds.). (2004). *PROTA 2: Vegetables/Légumes*. PROTA Foundation. [https://plantuse.plantnet.org/fr/Cucurbita\\_maxima\\_\(PROTA\)](https://plantuse.plantnet.org/fr/Cucurbita_maxima_(PROTA))

Guo, M., Zhang, X., & Jin, Z. T. (2023). Active food packaging. In G. W. Smithers (Ed.), *Encyclopedia of food safety*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8225219.000782>

Guo, X., Huang, J., & Wan, X. (2024). Influence of exposure to novel food packaging on consumers' adoption of innovative products. *Food Quality and Preference*, 119, 105230. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105230>

Hawa, A., Musa, S., & Ahmed, M. (2021). Solar drying technologies for fruits and vegetables: Performance, quality and postharvest losses reduction. *Journal of Food Engineering and Preservation*, 12(3), 145–158.

Kamdem, A. T. K., & Hardy, J. (1995). Influence of various conditions on meat grinding characteristics. *Journal of Food Engineering*, 25, 179–196.

Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H.-B., Seol, K.-H., Kim, H.-W., Ham, J.-S., & Farris, S. (2021). Application of whey protein-based edible films and coatings in food industries: An updated overview. *Coatings*, 11, 1056. <https://doi.org/10.3390/coatings11091056>

Kaur, S., Singh, S., Mohanpuria, P., Govindasamy, M., Sidhu, G. S., Yue, Z., & Zhihon. (2024). RNA interference-mediated silencing of NOA and V-ATPase subunit D genes results in deformities and mortality in *Bactrocera dorsalis* (Hendel, 1912). *Journal of Applied Entomology*. <https://doi.org/10.1111/jen.13198>

Kiokias, S., et al. (2018). Effect of natural food antioxidants against LDL and DNA oxidative changes. *Antioxidants*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6211048/>

Kulczyński, B., & Gramza-Michałowska, A. (2019). *The profile of carotenoids and other bioactive molecules in various pumpkin fruits (Cucurbita maxima Duchesne) cultivars*. *Molecules*, 24(18), Article 3212. <https://doi.org/10.3390/molecules24183212>

Kumar, A., & Yedhu Krishnan, R. (2020). Powder processing technologies in food industries. *International Journal of ChemTech Research*, 13(1), 48–54.

<https://doi.org/10.20902/IJCTR.2019.130106>

Kumar, V., et al. (2024). Antioxidants for skin health. *Journal of Cosmetic Dermatology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39108105/>

Kumral, A., & Yildiz, G. (2024). Utilisation de la pulpe de courge (*Cucurbita* spp.) en tant qu'ingrédient de farine : effets sur les propriétés nutritionnelles et sensorielles des produits de boulangerie. *Journal of Food Science and Technology*, 61(4), 1123–1134.

Maghreb Emergent. (2024, 29 décembre). Industrie agroalimentaire : jusqu'à 40% des récoltes perdues faute d'infrastructures. Maghreb Emergent. <https://maghrebemergent.news/fr/industrie-agroalimentaire-jusqua-40-des-recoltes-perdues-faute-dinfrastructures>

Md, P. M., & Md, T. K. (2017). Overview on *Cucurbita maxima* seed. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 16, 29–33.

Mohammadian, E., Alizadeh-Sani, M., & Jafari, S. M. (2020). Smart monitoring of gas/temperature changes within food packaging based on natural colorants. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19, 2885–2931. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12635>

Monalisa, K., Bhuiyan, J., Islam, M., & Sayem, A. (2020). Boiling-induced changes on physicochemical, bioactive compounds, color, and texture properties of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food Science and Technology International*, 26(4), 333–343.

Murrieta-Pazos, I., Gaiani, C., Galet, L., Calvet, R., Cuq, B., & Scher, J. (2012). Food powders: Surface and form characterization revisited. *Journal of Food Engineering*, 112, 1–21.

Muthoni, J., & Shimelis, H. (2025). Pumpkin (*Cucurbita* spp.): A neglected and underutilized crop with potential for production in Africa. *Australian Journal of Crop Science*, 19(2), 152–160. <https://doi.org/10.21475/ajcs.25.19.02.p212>

Nakata, Y., Taniguchi, G., Takazaki, S., Oda-Ueda, N., Miyahara, K., & Ohshima, Y. (2012). Comparative analysis of cells and proteins of pumpkin plants for the control of fruit size. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 114(3), 334–341.

Nakkanong, K., Yang, J. H., & Zhang, M. F. (2012). Carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression during fruit development in novel interspecific inbred squash lines and their parents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(23), 5936–5944.

Omerović, N., Džisalov, M., Živojević, K., Mladenović, M., Vunduk, J., Milenković, I., Knežević, N., Gadjanski, I., & Vidić, J. (2021). Antimicrobial nanoparticles and biodegradable

polymer composites for active food packaging applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 2428–2454. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12727>

Ratnam, N., Vandana, Najibullah, M., & Ibrahim, M. (2017). *A review on Cucurbita pepo*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(9), 1190–1194. <https://doi.org/10.25258/phyto.v9i09.10305>

Rinaldi, M., Santi, S., Paciulli, M., Ganino, T., Pellegrini, N., Visconti, A., Vitaglione, P., Barbanti, D., & Chiavaro, E. (2020). Comparison of physical, microstructural and antioxidative properties of pumpkin cubes cooked by conventional, vacuum cooking and sous vide methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15).

SAB S.p.A. (s.d.). Logo SAB – “Cherish your water”. <https://www.sabspa.com>

Sarker, S., & Islam, M. (2024). Pumpkin and pumpkin by-products: composition, functional properties and applications in food systems. *Journal of Functional Foods*, 92, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.105123>.

Shao, P., Liu, L., Yu, J., Lin, Y., Gao, H., Chen, H., & Sun, P. (2021). An overview of intelligent freshness indicator packaging for food quality and safety monitoring. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.012>

Singh, P. (2024). Transforming healthcare through AI: Enhancing patient outcomes and bridging accessibility gaps. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 4(1), 220. The Science Brigade Publishing Group.

Soltani Firouz, M., Mohi-Alden, K., & Omid, M. (2021). A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110113>

Sriramulu, G., Verma, R., Singh, K. R., Singh, P., Chakra, C. S., Mallick, S., Singh, R. P., Sadhana, K., & Singh, J. (2024). Self-assembled copper oxide nanoflakes for highly sensitive electrochemical xanthine detection in fish-freshness biosensors. *Journal of Molecular Structure*, 1304, 137640. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.137640>

Trajkovska Petkoska, A., Daniloski, D., D’Cunha, N. M., Naumovski, N., & Broach, A. T. (2021). Edible packaging: Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109981>

Vasseur, J. (2011). Séchage industriel : principes et calcul d’appareils – autres modes de séchage que l’air chaud. *Techniques de l’Ingénieur*.

Wani, A. A., & Langowski, H.-C. (2014). Food packaging. In *Encyclopedia of Food Safety*. Elsevier.

Zerres, S., et al. (2020). Carotenoids in human skin. *Biochimie*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S13881981193023>

## Références bibliographiques

---

Zhou, C. L., Mi, L., Hu, X. Y., & Zhu, B. H. (2017). Evaluation of three pumpkin species: Correlation with physicochemical and antioxidant properties using SPME-GC-MS and E-nose methods. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3118–3131.

Zhou, Y., et al. (2016). Association of carotenoids with risk of gastric cancer: A meta-analysis. *Nutrition and Cancer*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25726725/>



publique démocratique populaire algérienne

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Belhadj Bouchaïb -Ain Temouchent

Centre de développement de l'entrepreneuriat de Ain Temouchent



**Faculté : Sciences et technologie**

**Département : Agroalimentaire**

**Niveau et spécialité : Master II Agroalimentaire et contrôle de qualité**

YOUNES Natur

من الطبيعة حياة

Dans le cadre de l'obtention du certificat d'entreprise économique (mini-entreprise), conformément à la décision ministérielle n°1275 relative à l'accompagnement des étudiants porteurs de projets innovants, notre projet consiste en la création d'une mini-entreprise spécialisée dans la production et la commercialisation de poudre de potiron naturelle sous la marque « YOUNES ».

Ce projet s'inscrit dans une démarche de valorisation des produits agricoles locaux et de promotion de l'innovation agroalimentaire, à travers la transformation du potiron en un produit alimentaire à haute valeur nutritionnelle, facile à conserver, à transporter et à utiliser dans différents domaines alimentaires et nutritionnels.

La poudre de potiron représente une alternative naturelle riche en fibres, vitamines, minéraux et antioxydants, répondant ainsi à la demande croissante des consommateurs pour des produits sains, naturels et pratiques. Le procédé de fabrication repose sur des techniques modernes de séchage permettant de préserver les qualités nutritionnelles du produit tout en réduisant les pertes post-récolte.

YOUNES Natur

من الطبيعة حياة

**« YOUNES... Votre nutrition complète dans une cuillère »**

## Table des matières

### **Premièrement : Équipe de travail et encadrement**

- 1- Équipe de travail
- 2- Équipe d'encadrement

### **Deuxièmement : Présentation du projet**

1. Détermination de l'activité
2. Secteur d'activité
3. Code d'activité :

### **Troisièmement : Description de l'idée du projet**

1. Quels sont mes produits / services
2. Qui achètera mes produits / services
3. Où mon projet sera-t-il réalisé et comment mes produits / services atteindront les clients
4. Comment mon projet fonctionnera
5. Justifications du choix de l'idée de mon projet

### **Quatrièmement : Étude de marché**

1. Nature et taille de la concurrence : qui sont les concurrents directs et indirects ?
2. Taille du marché cible et potentiel
3. Analyse SWOT : forces, faiblesses, opportunités et menaces de mon projet
4. Modèle économique BMC de mon projet

### **Cinquièmement : Étude technique**

1. Besoins du projet en ressources humaines : (quels sont les besoins en employés ?)
2. Lieu d'implantation du projet et justifications du choix

### **Sixièmement : Estimation des coûts et des revenus de mon projet**

- 1 - Estimation des coûts de mon projet
  - 1.1 Estimation du montant total de l'investissement de mon projet
  - 2.1 Estimation des achats de matières premières de mon projet
  - 3.1 Estimation des coûts de la main-d'œuvre de mon projet
  - 4.1 Estimation des coûts communs de mon projet
  - 5.1 Estimation des coûts d'amortissement des investissements de mon projet
- 2- Estimation des revenus de mon projet
  - 2.1 Estimation du volume des ventes annuelles de mon projet
  - 2.2 Calcul du résultat annuel de mon projet

### **Premièrement : Équipe de travail et encadrement**

#### **1- Équipe de travail**

Équipe du projet	Spécialité	Faculté	Expérience / compétence dans le domaine du projet
<b>Ziani Nor El Houda</b>	Agroalimentaire et contrôle de qualité	Sciences et technologie	Possède des compétences académiques et techniques dans le domaine agroalimentaire et de la valorisation des produits

			agricoles.
<b>Khodja Marwa</b>	Agroalimentaire et contrôle de qualité	Sciences et technologie	Possède des compétences académiques et techniques dans le domaine agroalimentaire et de la valorisation des produits agricoles.

## 2- Équipe d'encadrement

Encadreur	Spécialité	Faculté
<b>Encadreur Principal Belhacini Fatima</b>	Ecologie et environnement	Sciences et technologie
<b>Co-Encadreur Senouci Azzedine</b>	Sciences Alimentaire	Sciences et technologie
<b>Co-Encadreur Khalfa Ali</b>	Sciences Alimentaire	Sciences et technologie

**Deuxièmement** : Présentation du projet : l'activité est définie conformément aux nomenclatures qui déterminent la liste des activités pour chaque organisme d'enregistrement (Centre National du Registre du Commerce, agriculture, artisanat et métiers).

Code d'activité (conformément à la nomenclature des activités du Centre National du Registre du Commerce – CNRC)	Secteur d'activité	Détermination de l'activité
1030 – Transformation et conservation des fruits et légumes	Industries agroalimentaires et transformation agricole	Production, transformation et commercialisation de poudre de potiron naturelle obtenue par séchage, broyage et conditionnement destinés à l'alimentation et à la nutrition saine.

❖ **En cas d'activité réglementée, ou d'activité nécessitant des agréments ou des autorisations spécifiques, il faut les mentionner ainsi que l'organisme qui les délivre.**

Dans le cadre de ce projet agroalimentaire spécialisé dans la production de poudre de potiron naturelle, l'activité peut nécessiter certaines autorisations et le respect des normes sanitaires et commerciales en vigueur.

**Autorisation / Agrément**

**Organisme délivrant**

Registre du commerce

Centre National du Registre du Commerce (CNRC)

Autorisation d'exploitation d'une activité agroalimentaire	Services de la commune compétente
Respect des normes d'hygiène et de sécurité alimentaire	Direction du Commerce de la Wilaya
Contrôle sanitaire des produits alimentaires	Direction des Services Agricoles et services sanitaires compétents
Numéro d'identification fiscale (NIF)	Administration fiscale
Affiliation à la sécurité sociale	CNAS / CASNOS

### **Troisièmement : Description de l'idée du projet :**

Le(s) porteur(s) du projet doit/doivent être au courant de tous les détails du projet et capable(s) de fournir une description concise et précise de celui-ci, en répondant avec exactitude aux éléments suivants :

Quels sont mes produits ou services : (définissez avec précision vos produits, vos services) : Le projet consiste en la production et la commercialisation de poudre de potiron naturelle sous la marque « YOUNES ». Le produit est obtenu à partir de potiron frais sélectionné, transformé à travers des techniques modernes de séchage permettant de préserver les qualités nutritionnelles, puis broyé en poudre fine et conditionné dans des emballages adaptés aux normes d'hygiène et de sécurité alimentaire.

La poudre de potiron est un produit alimentaire naturel riche en fibres, vitamines, minéraux et antioxydants. Elle peut être utilisée dans plusieurs domaines, notamment :

- La préparation des soupes et sauces ;
- La pâtisserie et les produits de boulangerie ;
- L'alimentation des enfants ;
- Les régimes alimentaires sains et diététiques ;
- Les compléments nutritionnels naturels.

Le projet prévoit également :

- Le conditionnement du produit en différents formats selon les besoins des consommateurs
- La commercialisation auprès des particuliers, commerces, restaurants et entreprises agroalimentaires ;
- La sensibilisation à l'importance des produits alimentaires naturels et à la valorisation des produits agricoles locaux.

Le slogan du produit est :

« YOUNES... Votre nutrition complète dans une cuillère »  
« من الطبيعة حياة ... غذاؤك الكامل في ملعقة »

**Qui achètera mes produits / services (définissez précisément vos clients) Les produits du**

projet ciblent plusieurs catégories de clients intéressés par les aliments naturels, nutritifs et pratiques.

Les principaux clients sont :

- Les familles recherchant des produits alimentaires sains et naturels ;
- Les personnes suivant un régime alimentaire équilibré ou diététique ;
- Les sportifs ayant besoin de compléments nutritionnels naturels ;
- Les parents souhaitant intégrer des aliments riches en vitamines dans l'alimentation des enfants ;
- Les restaurants, hôtels, pâtisseries et boulangeries utilisant des ingrédients naturels dans leurs préparations ;
- Les magasins d'alimentation générale, biologique et diététique ;
- Les entreprises agroalimentaires intéressées par l'intégration de poudre de potiron dans leurs produits transformés.

Le projet vise principalement le marché local et régional, avec des perspectives d'élargissement vers le marché national à moyen terme.

**Où mon projet sera-t-il implanté et comment mes produits / services parviendront-ils aux clients : (indiquez le lieu d'implantation de votre projet et les moyens de communication avec vos clients)**

Le projet sera implanté dans la wilaya d'Ain Temouchent, au sein d'un local adapté aux activités de transformation agroalimentaire, répondant aux normes d'hygiène et de sécurité alimentaire. Le choix de cette localisation est justifié par la disponibilité des matières premières agricoles, notamment le potiron, ainsi que par la proximité des producteurs locaux et des marchés de consommation.

Les produits parviendront aux clients à travers plusieurs moyens de distribution et de communication, notamment :

- La vente directe au niveau du local de production ;
- La distribution vers les commerces, supérettes et magasins de produits naturels ;
- La commercialisation auprès des restaurants, pâtisseries et boulangeries ;
- L'utilisation des réseaux sociaux et des plateformes numériques pour la promotion et les commandes ;
- La participation aux foires, salons et expositions dédiés aux produits agroalimentaires et artisanaux.

Ces moyens permettront d'assurer une bonne visibilité du produit et de faciliter son accès aux consommateurs.

**Comment mon projet fonctionnera-t-il (indiquez qui assurera le fonctionnement du projet et qui y contribuera) :**

Le fonctionnement du projet sera assuré principalement par le porteur du projet, qui supervisera l'ensemble des activités administratives, techniques et commerciales de l'entreprise. Il sera chargé de la gestion de la production, du suivi de la qualité, de l'organisation du travail ainsi que de la commercialisation des produits.

Le projet fonctionnera selon plusieurs étapes :

- Approvisionnement en potiron frais auprès des agriculteurs locaux ;
- Tri, nettoyage et préparation des matières premières ;
- Séchage du potiron à l'aide d'équipements adaptés ;
- Broyage et transformation en poudre fine ;
- Conditionnement dans des emballages conformes aux normes d'hygiène ;
- Stockage et distribution des produits finis.

Le fonctionnement du projet sera également soutenu par :

- Un technicien de production chargé du suivi des opérations techniques ;
- Un agent de conditionnement et de stockage ;
- Un agent commercial chargé de la promotion et de la relation avec les clients ;
- Des partenaires locaux tels que les fournisseurs agricoles et distributeurs.

Le projet accordera une grande importance au respect des normes de qualité, d'hygiène et de sécurité alimentaire afin de garantir un produit compétitif et répondant aux attentes des consommateurs.

#### **Justifications du choix de l'idée de mon projet (expliquez pourquoi cette idée a été choisie en particulier) :**

Le choix de cette idée de projet repose sur plusieurs raisons scientifiques, économiques et sociales. Le potiron est un produit agricole riche en vitamines, fibres, minéraux et antioxydants, ce qui lui confère une grande valeur nutritionnelle et un intérêt croissant dans le domaine de l'alimentation saine.

Cette idée a également été choisie afin de :

- Valoriser les produits agricoles locaux et réduire les pertes après récolte ;
- Répondre à la demande croissante des consommateurs pour des produits naturels et nutritifs ;
- Proposer un produit innovant encore peu disponible sur le marché national ;
- Encourager la transformation agroalimentaire locale et le développement de l'économie régionale ;
- Créer une activité rentable et durable dans le cadre de l'entrepreneuriat étudiant ;
- Contribuer à la promotion d'une alimentation saine et pratique.

Le projet représente ainsi une opportunité de transformer une matière première locale en un produit à forte valeur ajoutée, compétitif et adapté aux besoins actuels du marché.

#### **Quatrièmement : Étude de marché**

1. Nature et intensité de la concurrence : qui sont les concurrents directs et indirects ?

Concurrents	Nature de la concurrence		Force de la concurrence		
	Indirecte	Directe	Forte	Moyenne	Faible
Producteurs		X		X	

artisansaux de  
poudres  
alimentaires  
naturelles

Marques de soupes

industrielles et  
produits  
transformés.

Vente de potiron frais sur les marchés.

Compléments alimentaires importés

Magasins de produits bio et poudres végétales importées

Produits alimentaires traditionnels similaires

**Mentionnez les stratégies de votre entreprise pour faire face à ses concurrents**

L'entreprise adoptera plusieurs stratégies afin de se différencier de ses concurrents et renforcer sa position sur le marché, notamment :

- Proposer un produit naturel, sain et sans additifs chimiques ;
- Garantir une qualité élevée grâce à l'utilisation de matières premières locales soigneusement sélectionnées ;
- Adopter des prix compétitifs adaptés au pouvoir d'achat des consommateurs ;
- Développer une identité de marque attractive sous le nom « YOUNES » ;
- Utiliser des emballages modernes et pratiques répondant aux normes d'hygiène ;
- Promouvoir le produit à travers les réseaux sociaux et le marketing digital ;
- Sensibiliser les consommateurs aux bienfaits nutritionnels de la poudre de potiron ;
- Diversifier les formats et les utilisations du produit selon les besoins des clients ;
- Etablir des relations de confiance avec les distributeurs et partenaires commerciaux ;
- Assurer une amélioration continue du produit et du service afin de fidéliser la clientèle.

**1. Taille du marché cible et potentiel :**

- **Taille du marché cible :** elle représente l'ensemble des individus ou des institutions auxquels vous proposez ou offrez vos produits / services. (Il est demandé de définir la clientèle cible, son effectif, son lieu de localisation, ...).

Le marché cible du projet comprend l'ensemble des consommateurs et des institutions intéressés par les produits alimentaires naturels, nutritifs et pratiques.

La clientèle cible est composée principalement de :

- Familles recherchant une alimentation saine ;
- Sportifs et personnes suivant des régimes alimentaires équilibrés ;
- Restaurants, hôtels, pâtisseries et boulangeries ;
- Magasins de produits naturels, biologiques et diététiques ;
- Entreprises agroalimentaires utilisant des ingrédients naturels dans leurs préparations.

Le projet cible dans une première phase :

- La wilaya d'Ain Temouchent et les wilayas voisines ; Sidi Belabes , Oran , Tlemcen...Mostaganem.
- Les commerces locaux et les consommateurs urbains sensibles aux produits naturels.

À moyen terme, le projet prévoit une extension vers le marché national grâce à la distribution commerciale et à la vente en ligne.

Le nombre potentiel de consommateurs est important en raison :

- De l'augmentation de la demande pour les produits naturels et sains ;
- Du développement du marché des produits agroalimentaires transformés ;
- De l'intérêt croissant pour les compléments nutritionnels naturels.

Le marché présente ainsi un potentiel de croissance favorable pour le développement et la commercialisation de la poudre de potiron « YOUNES ».

- **Taille du marché potentiel** : le marché potentiel est l'ensemble des individus ou des institutions qui demandent ou sont susceptibles de demander vos produits ou services afin de satisfaire leurs besoins et leurs désirs. (Qui achète nos produits / services ? Qu'est-ce qui les motive à le faire ? Où se trouvent-ils ? Quel est leur nombre?)

Le marché potentiel du projet comprend l'ensemble des consommateurs et des institutions susceptibles d'acheter la poudre de potiron « YOUNES » afin de répondre à leurs besoins alimentaires, nutritionnels et sanitaires.

Les clients potentiels sont :

- Les familles recherchant des produits alimentaires naturels et riches en éléments nutritifs ;
- Les personnes soucieuses de leur santé et de leur alimentation ;
- Les sportifs et personnes suivant des régimes alimentaires spécifiques ;
- Les parents souhaitant améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation des enfants ;
- Les restaurants, hôtels, pâtisseries et boulangeries ;
- Les magasins spécialisés dans les produits biologiques et diététiques ;
- Les entreprises agroalimentaires utilisant des ingrédients naturels dans leurs produits.

Les motivations d'achat sont principalement :

- La recherche d'un produit naturel et sain ;

- La richesse nutritionnelle du potiron en vitamines, fibres et antioxydants ;
- La facilité d'utilisation et de conservation du produit ;
- L'intérêt croissant pour les produits locaux transformés ;
- La tendance actuelle vers une alimentation équilibrée et pratique.

Les clients potentiels se trouvent principalement :

- Dans les zones urbaines et semi-urbaines ;
- Au niveau des wilayas à forte densité de consommation ;
- Dans les marchés locaux, commerces alimentaires et plateformes numériques.

Le nombre potentiel de consommateurs est en constante augmentation grâce à l'évolution des habitudes alimentaires et au développement du marché des produits naturels et agroalimentaires transformés.

**Analyse SWOT : forces, faiblesses, opportunités et menaces de mon projet :**

- **Forces** : tous les éléments (internes à l'entreprise) qui constituent une source de force pour mon projet (peuvent être : compétences spécifiques, ressources humaines, ressources matérielles, ...)
  - Produit naturel riche en vitamines, fibres, minéraux et antioxydants ;
  - Projet innovant dans le domaine de la transformation agroalimentaire ;
  - Utilisation de matières premières locales disponibles dans la région ;
  - Faible concurrence directe sur le marché national ;
  - Maîtrise des techniques de séchage et de transformation du potiron ;
  - Compétences académiques et scientifiques du porteur du projet ;
  - Possibilité de diversification des produits et des formats ;
  - Coûts de production relativement accessibles ;
  - Contribution à la valorisation des produits agricoles locaux ;
  - Produit répondant aux nouvelles tendances de consommation saine et naturelle ;
  - Facilité de stockage, de transport et de conservation du produit ;
  - Possibilité de commercialisation à travers plusieurs canaux de distribution.
- **Faiblesses** : tous les éléments (internes à l'entreprise) qui constituent un point faible ou un obstacle pour mon projet, actuellement ou à l'avenir
  - Manque de notoriété de la marque au lancement du projet ;
  - Ressources financières limitées durant la phase de démarrage ;
  - Capacité de production réduite au début de l'activité ;
  - Dépendance à la disponibilité saisonnière du potiron ;
  - Besoin d'équipements spécifiques pour le séchage et le conditionnement ;
  - Manque d'expérience pratique dans la gestion industrielle à grande échelle ;
  - Nécessité d'investir dans la publicité et la sensibilisation des consommateurs ;
  - Difficulté possible d'accès rapide aux grands réseaux de distribution ;
  - Coût initial relativement élevé des équipements agroalimentaires ;
  - Besoin continu de contrôle de qualité et de respect des normes sanitaires.
- **Opportunités** : tous les éléments externes ayant un impact positif sur la réalisation de mon projet ou son développement futur

- Augmentation de la demande pour les produits alimentaires naturels et sains ;
- Evolution des habitudes de consommation vers une alimentation équilibrée ;
- Soutien de l'État aux projets innovants et à l'entrepreneuriat étudiant ;
- Disponibilité des matières premières agricoles au niveau local ;
- Développement du secteur agroalimentaire en Algérie ;
- Possibilité de commercialisation via les plateformes numériques et les réseaux sociaux ;
- Opportunités de partenariat avec les commerces, restaurants et entreprises agroalimentaires ;
- Possibilité d'élargir la gamme de produits dérivés du potiron ;
- Potentiel d'exportation des produits agroalimentaires naturels à long terme ;
- Sensibilisation croissante des consommateurs à l'importance de la nutrition et des produits biologiques ;
- Participation aux foires, salons et programmes d'accompagnement des start-up et mini-entreprises.

➤ **Menaces** : tous les éléments externes ayant un impact négatif sur la réalisation de mon projet ou son développement futur

- Augmentation de la concurrence dans le secteur agroalimentaire ;
- Apparition future de produits similaires fabriqués par de grandes entreprises ;
- Fluctuation des prix des matières premières agricoles ;
- Baisse éventuelle du pouvoir d'achat des consommateurs ;
- Contraintes réglementaires et exigences sanitaires strictes ;
- Risques liés à la disponibilité saisonnière du potiron ;
- Hausse des coûts de production, de transport et d'emballage ;
- Difficultés d'accès à certains marchés de distribution ;
- Evolution rapide des préférences et habitudes de consommation ;
- Risques de détérioration du produit en cas de mauvaise conservation ;
- Dépendance aux conditions climatiques influençant la production agricole.

**Tableau d'analyse SWOT**

SWOT	Facteurs contribuant à la réalisation des objectifs	Facteurs entravant la réalisation des objectifs
	<b>Points de force</b> Strengths	<b>Points de faiblesse</b> Weaknesses
Facteurs Internes	1. Produit naturel riche en valeurs nutritionnelles. 2. Utilisation de matières premières locales disponibles 3. Faible concurrence directe sur le marché local.	1. Manque de notoriété de la marque au lancement du projet. 2. Ressources financières limitées au démarrage 3. Dépendance saisonnière du potiron.
Facteurs Externes	<b>Opportunités</b> 1. Croissance de la demande pour les produits naturels et sains 2. Soutien de l'État aux projets innovants	<b>Threats les Menaces</b> 1. Augmentation de la concurrence agroalimentaire. 2. Fluctuation des prix des matières

et étudiants

premières.

3. Développement de la commercialisation numérique et des réseaux sociaux

3. Hausse des coûts de production et de transport

Titre du projet :



**1. Modèle économique BMC de mon projet :**

	<b>Activités principales</b>	<b>Proposition de valeur</b>	<b>Relation avec les clients</b>
	- Séchage du potiron	Produit naturel et nutritif	Communication directe avec les clients
	Transformation et broyage	Riche en vitamines et fibres	
	Conditionnement	Sans additifs chimiques	Service client et suivi des besoins
	- Commercialisation	- Produit local innovant	- Promotion via réseaux sociaux
			- Sensibilisation à l'alimentation saine
<b>Partenaires clés</b>			<b>Clients</b>
Agriculteurs locaux			Familles
- Fournisseurs d'emballages			- Sportifs
Distributeurs et commerces			Restaurants et pâtisseries
Université et organismes d'accompagnement			- Entreprises



### Ressources clés

- Matières premières (potiron)

Équipements de séchage et broyage

Main-d'œuvre qualifiée

Marque « YOUNES »

### Coûts

- Achat des matières premières

Achat et maintenance des équipements

- Emballage et transport

- Salaires et marketing

### Canaux de distribution

agroalimentaires

- Vente directe

Commerces et supérettes

Magasins bio et diététiques

- Réseaux sociaux et vente en ligne

### Revenus

- Vente de poudre de potiron

Vente en gros aux distributeurs

- Commercialisation en ligne

- Partenariats commerciaux



## **Production et utilisation de la poudre de fruits de citrouille (*Cucurbita maxima*) pour la nutrition humaine et valorisation des feuilles en agriculture durable et protection de l'environnement**

### **Cinquièmement : Étude technique**

1. Besoins du projet en ressources humaines : déterminez avec précision les besoins de votre projet en ressources humaines

<b>Nature des utilisateurs</b>	<b>Nombre</b>	<b>Compétences / qualifications</b>
<b>Gérant</b>	01	Compétences en gestion de projet, transformation agroalimentaire, organisation administrative et commerciale
<b>Cadres (ingénieurs, chefs de service, chargés de marketing, chefs d'ateliers, etc.)</b>	01	Connaissances en production agroalimentaire, contrôle qualité, marketing et gestion de la production
<b>Agents de maîtrise (chargés du magasin, secrétariat, etc.)</b>	01	Compétences en gestion de stock, suivi administratif et organisation logistique
<b>Agents d'exécution (chauffeur, agent de sécurité, agent de nettoyage, etc.)</b>	02	Expérience dans la manutention, nettoyage, transport et assistance aux activités de production

### **Choix du lieu d'implantation du projet : où sera situé le projet et quelles sont les justifications de ce choix ? (Présentez les arguments nécessaires pour le choix du lieu du projet)**

Le projet sera implanté dans la wilaya d'Ain Temouchent, au sein d'un local adapté aux activités de transformation agroalimentaire et conforme aux normes d'hygiène et de sécurité alimentaire.

Le choix de cette localisation est justifié par plusieurs facteurs importants :

- La disponibilité des matières premières agricoles, notamment le potiron, dans la région ;
- La proximité des agriculteurs locaux facilitant l'approvisionnement régulier et la réduction des coûts de transport ;
- L'existence d'un marché local favorable aux produits naturels et transformés ;
- La facilité d'accès aux réseaux de distribution et aux moyens de transport ;
- La disponibilité de la main-d'œuvre locale ;
- L'encouragement des projets de transformation agroalimentaire et de l'entrepreneuriat étudiant dans la région ;
- La contribution à la valorisation des ressources agricoles locales et au développement économique régional.

Cette implantation permettra d'assurer un fonctionnement efficace du projet tout en renforçant sa compétitivité sur le marché.

## Sixièmement : Estimation des coûts et des revenus du projet

### 1 - Estimation des coûts du projet

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

Désignation	Montant (DA)
Machines et équipements de production	750 000
Aménagement du local	150 000
Actifs biologiques (animaux, arbres, etc.)	0
Matériel roulant	250 000
Matériel de bureau	40 000
Matériel informatique	70 000
Matériel audiovisuel	30 000
Matériel de télécommunication	20 000
Installation des équipements	60 000
Frais généraux liés à la création	80 000
Fonds de roulement (matières premières)	300 000
<b>Montant total de l'investissement (coût du projet)</b>	<b>1 750 000 DA</b>

#### 1.1 Estimation des achats de matières premières du projet

Liste des matières premières		Année 1	Année 2	Année 3
<b>Matière première 1</b> .....	Quantité achetée	4 000 kg	5 000 kg	6 000 kg
	Prix unité	80 DA/kg	85 DA/kg	90 DA/kg
	Coût d'achat de la matière première 1	320 000 DA	425 000 DA	540 000 DA
<b>Matière première 2</b> .....	Quantité achetée	5 000 unités	6 000 unités	7 000 unités
	Prix unité	25 DA	27 DA	30 DA
	Coût d'achat de la matière première 2	125 000 DA	162 000 DA	210 000 DA
<b>Matière première 3</b> .....	Quantité achetée	5 000 unités	6 000 unités	7 000 unités
	Prix unité	10 DA	12 DA	14 DA
	Coût d'achat de la matière première 3	50 000 DA	72 000 DA	98 000 DA

<b>Montant total des achats de matières premières</b>	<b>495 000</b> DA	<b>659 000</b> DA	<b>848 000</b> DA
-------------------------------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

### 3.1 – Estimation des coûts de la main-d'œuvre

Intitulé du poste	Nombre de travailleurs			Montant du salaire		
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 1	Année 2	Année 3
Le gérant / ou les gérants	1	1	1	60 000 DA	65 000 DA	70 000 DA
Cadres (ingénieurs, chefs de service, chargés de marketing, chefs d'ateliers, etc.)	1	1	2	50 000 DA	55 000 DA	60 000 DA
Agents de maîtrise (chargés du magasin, secrétariat, etc.)	1	1	1	35 000 DA	40 000 DA	45 000 DA
Agents d'exécution (chauffeur, agent de sécurité, agent de nettoyage, etc.)	2	2	3	30 000 DA	35 000 DA	40 000 DA

- Le salaire mensuel net ne doit pas être inférieur au salaire minimum garanti

### 4.1. Estimation des coûts externes du projet

Désignation	Année 1	Année 2	Année 3
Frais d'électricité / de gaz / d'eau	120 000 DA	140 000 DA	160 000 DA
Coûts de maintenance et de réparation	60 000 DA	70 000 DA	80 000 DA
Frais de location	180 000 DA	200 000 DA	220 000 DA
Frais d'assurance du matériel et des équipements	40 000 DA	45 000 DA	50 000 DA
Frais de marketing (publicité et promotion)	80 000 DA	100 000 DA	120 000 DA
Coûts de formation et d'entraînement Autres frais généraux (charges externes)	30 000 DA	35 000 DA	40 000 DA
Coûts de formation et d'entraînement Autres frais généraux (charges externes)	50 000 DA	60 000 DA	70 000 DA
<b>Total</b>	<b>560 000 DA</b>	<b>650 000 DA</b>	<b>740 000 DA</b>

### 5.1. Estimation des coûts d'amortissement des investissements

Désignation	Durée d'amortissement (en années)	Annuité d'amortissement (DA)
Machines et équipements de production	10 ans	75 000 DA
Matériel roulant	5 ans	50 000 DA
Matériel de bureau	5 ans	8 000 DA

Matériel informatique	4 ans	17 500 DA
Matériel audiovisuel	5 ans	6 000 DA
Matériel de télécommunication	5 ans	4 000 DA
Installations et aménagements.	10 ans	15 000 DA
<b>Montant total</b>	<b>175 500 DA</b>	

- يطبق الاهتلاك الخطي (تحدد مدة الاهتلاك وفقا لقرار وزارة المالية المؤرخ في 14 أفريل 2025 المعدل والمتمم للقرار الصادر بتاريخ 25 فيفري 2024 الذي يحدد مدة اهتلاك التثبيات المطبقة لتحديد النتيجة الجبائية - الجريدة الرسمية عدد 29 لسنة 2025)

## 1- Estimation des revenus du projet

### 1.3 Estimation du volume des ventes annuelles

Désignation		Année 1	Année 2	Année 3
Produit / service 1	Quantité vendue	4 000 unités	5 000 unités	6 000 unités
	Prix unitaire	800 DA	850 DA	900 DA
	Valeur des ventes du produit 1	3 200 000 DA	4 250 000 DA	5 400 000 DA
Produit / service 2	Quantité vendue	-	-	-
	Prix unitaire	-	-	-
	Valeur des ventes du produit 2	-	-	-
Produit / service 3	Quantité vendue	-	-	-
	Prix unitaire	-	-	-
	Valeur des ventes du produit 3	-	-	-
<b>Chiffre d'affaires total</b>		<b>3 200 000 DA</b>	<b>4 250 000 DA</b>	<b>5 400 000 DA</b>

### 3.1. Calcul du résultat annuel

Désignation	Année 1	Année 2	Année 3
Chiffre d'affaires (ventes) ... (1)	5 500 000 DA	7 200 000 DA	9 000 000 DA
Achats consommés ... (2)	1 800 000 DA	2 200 000 DA	2 700 000 DA
Charges externes ... (3)	700 000 DA	850 000 DA	1 000 000 DA
Valeur ajoutée ... (3) - (2) - (1) =(4)	3 000 000 DA	4 150 000 DA	5 300 000 DA
Salaires et charges sociales ... (5)	1 200 000 DA	1 400 000 DA	1 600 000 DA
Excédent brut d'exploitation ... (5) - (4) =(6)	1 800 000 DA	2 750 000 DA	3 700 000 DA
Amortissements et provisions ... (7)	300 000 DA	350 000 DA	400 000 DA
Résultat d'exploitation ... (7) - (6) =(8)	1 500 000 DA	2 400 000 DA	3 300 000 DA
Impôts sur les sociétés / IFU ... (9)	300 000 DA	480 000 DA	660 000 DA
Résultat net ... (9) - (8) =(10)	1 200 000 DA	1 920 000 DA	2 640 000 DA

**Évolution du chiffre d'affaires** 30.9% 25%

Le projet enregistre une croissance progressive du chiffre d'affaires et du bénéfice net sur les trois années, ce qui démontre la rentabilité potentielle de la production de poudre de citrouille

### Conclusion :

La valeur ajoutée attendue du projet pour l'économie locale et nationale

Le projet de production de poudre de citrouille et de ses produits dérivés présente une valeur ajoutée importante pour l'économie locale et nationale. En valorisant une ressource agricole disponible localement, ce projet contribue au développement de l'industrie agroalimentaire et à la diversification de la production nationale. Il permet également de réduire la dépendance vis-à-vis des importations de certains produits alimentaires et matières premières utilisées dans les industries de transformation.

Sur le plan économique, le projet favorise la création d'emplois directs et indirects dans les domaines de la production, de la transformation, du conditionnement et de la commercialisation. Il encourage aussi l'investissement local et soutient les agriculteurs à travers la valorisation de leurs récoltes et de leurs sous-produits agricoles.

D'un point de vue environnemental, l'exploitation intégrale de la plante de citrouille — fruit, graines, résidus et feuilles permet de limiter le gaspillage et de réduire les déchets organiques. Cette approche contribue à la protection de l'environnement et au développement de l'économie circulaire à travers la réutilisation des sous-produits dans l'alimentation animale et la fertilisation des sols.

Ce projet représente une initiative innovante qui s'inscrit dans les principes du développement durable en associant rentabilité économique, valorisation agricole et préservation de l'environnement. Il constitue ainsi une opportunité prometteuse pour renforcer la sécurité alimentaire, stimuler l'économie nationale et promouvoir une agriculture durable basée sur le concept du « zéro déchet ».

Ce projet représente une opportunité importante pour le développement économique local et national grâce à la valorisation des ressources agricoles disponibles et à la transformation des produits naturels en produits à forte valeur ajoutée. La production et la commercialisation de ce produit contribuent à la création d'emplois directs et indirects, notamment dans les domaines de l'agriculture, de la transformation agroalimentaire, du conditionnement et de la commercialisation.

Au niveau local, le projet favorise le soutien des agriculteurs et des producteurs locaux en augmentant la demande sur la matière première, tout en encourageant l'investissement dans les filières agricoles et agroalimentaires. Il participe également à la dynamisation de l'économie régionale et à l'amélioration des revenus des acteurs impliqués.

Au niveau national, ce projet contribue à la réduction des importations de produits similaires et au renforcement de la production nationale. Il permet aussi de promouvoir les produits locaux sur le marché national et éventuellement international, ce qui peut améliorer la compétitivité économique et encourager l'innovation dans le secteur agroalimentaire et cosmétique.

L'exploitation rationnelle des ressources naturelles et la transformation des produits agricoles en produits finis participent au développement durable, à la réduction des pertes agricoles et à la préservation de l'environnement. Ainsi, ce projet constitue une initiative porteuse pour l'économie nationale, tout en répondant aux besoins des consommateurs en produits naturels, sains et de qualité.