

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou**



**Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques Département  
des Sciences Alimentaires**

## **Mémoire de fin d'étude**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sécurité Agro-alimentaire  
et Assurance Qualité, réalisé dans le cadre du projet de start-up**

### **THÈME**

**Valorisation des sous-produits industriel locaux vers  
un emballage bioactif et biodégradable**

*Réalisé par :*

**FERHI DALYA & GUIROUS YASMINE**

**Devant le jury composé de :**

Présidente : <b>Mme Hamedi Nabila epse siad</b>	<b>MCA à L'UMMTO</b>
Examinatrice : <b>Mme Boudraa Hayet</b>	<b>MCB à L'UMMTO</b>
Promotrice : <b>Mme Hammad Imane epse Doufene</b>	<b>MCB à L'UMMTO</b>
Représentant de l'incubateur : <b>Mme Ali Ahmed Djamila</b>	<b>Professeur à L'UMMTO</b>
Représentant du CATI : <b>Mme Bensaad Ferroudja epse Medjdoub</b>	<b>Professeur à L'UMMTO</b>
Partenaire du secteur socio-économique : <b>Bourahla Djamila</b>	<b>Direction de l'environnement</b>

Promotion : 2024/2025

## **Remerciements**

*Nous souhaitons tout d'abord exprimer notre profonde reconnaissance à Dieu le Tout-Puissant, pour la force, la patience et la détermination qu'Il nous a accordées tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères à **Mme Hammad Imane**, notre encadrante, pour son accompagnement constant, sa disponibilité et la pertinence de ses conseils, qui ont été d'une grande aide dans la conduite de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury :*

***Mme Hamedi Nabila**, Maîtresse de conférences A, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques UMMTO, qui nous fait l'honneur de présider le jury.*

***Mme Boudraa Hayet**, Maîtresse de conférences A, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, qui a bien voulu examiner ce mémoire et apporter ses remarques constructives.*

***Mme Ali Ahmed Djamila**, Professeur à L'UMMTO , représentante de l'incubateur.*

***Mme Bensaad Ferroudja**, Professeur à L'UMMTO ,représentante du CATI. **Madame Bourehla Djamila** de la direction de l'Environnement de Tizi Ouzou, pour leur participation à l'évaluation de ce travail.*

*Enfin, nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à nos ami(e)s, collègues et camarades de promotion pour leur aide, leurs encouragements et les moments de partage et de complicité vécus ensemble.*

*À toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail, nous disons un grand merci.*

## ***Dédicace***

*Avant tout, je remercie Allah le Tout-Puissant pour la force, la patience et la volonté qu'Il m'a données*

*Je dédie ce modeste travail à **mes chers parents***

*À **mon père**, pour sa sagesse, sa confiance et ses encouragements.*

*À **ma mère**, pour son amour inconditionnel, sa tendresse et ses mots qui m'ont toujours donné la force d'aller plus loin.*

*Je dédie également ce travail à **mon frère Rayan**, pour sa présence bienveillante, son humour et son soutien*

*Je dédie également ce travail à **Cénou**, pour son soutien et surtout pour avoir toujours cru en moi, même dans les moments de doute.*

*Mes pensées reconnaissantes vont aussi à **ma famille et à mes proches**, pour leur affection, leurs encouragements.*

*Je tiens à dédier une partie particulière de ce mémoire à **ma binôme, Yasmine**, pour sa collaboration, sa bonne humeur et les efforts partagés durant la réalisation de ce travail.*

*Enfin, je dédie ce travail à **tous mes amis**, leurs encouragements et les moments de joie et de complicité vécus ensemble.*

*Et enfin, à **toutes les personnes** qui, de près ou de loin, ont contribué à rendre cette expérience inoubliable.*

***Dafya***

## ***Dédicace***

*Avant tout, je remercie **Allah**, Celui qui m'a guidée, inspirée et ne m'a jamais laissée seule, même dans les moments les plus difficiles.*

*Je dédie ce travail à mon **père**, l'exemple de force et de courage*

*Qui m'a toujours poussée à aller plus loin.*

*À **ma mère**, pour son amour infini, ses prières silencieuses et son soutien sans limite.*

*À mes **frères Walid et Khaled**, et à ma **sœur Samia**, pour leur affection et leur présence qui illuminent ma vie.*

*Je dédie aussi ce mémoire à ma **binôme Dalya**, avec qui j'ai partagé cette belle aventure, entre rires, stress et complicité.*

*Et à toutes mes **copines**, celles qui ont su rendre ce parcours plus léger, plus joyeux, plus vivant... Merci pour vos mots, vos sourires et vos fous rires.*

*Une pensée toute particulière pour **Mélissa**, pour son amitié sincère et son soutien précieux.*

*Yasmine*

*Yasmine*

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Liste des annexes

Introduction

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

<b>I. Caractérisation physico-chimique des sons d'orge et de blé .....</b>	<b>15</b>
1. Dosage des fibres brutes .....	15
2. Détermination du pH.....	15
3. Dosage des sucres totaux.....	16
4. Détermination de la teneur en lipides .....	16
5. Dosage des cendres .....	17
6. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche .....	17
7. Détermination de l'acidité titrable .....	18
8. Détermination de la teneur en protéine .....	18
9. Détermination de la teneur en polyphénol .....	19
10. Dosage des flavonoïdes totaux .....	19
11. Dosage des flavonols .....	19
12. Test de détection de l'activité antioxydante (Test DPPH).....	20
<b>II. L'activité antimicrobienne .....</b>	<b>20</b>
1. Technique d'antibiogramme.....	21

Chapitre 3 :Résultats et discussions

Chapitre 4 :Présentation de projet startup

<b>Premier axe : Présentation du projet .....</b>	<b>43</b>
1. Présentation de l'équipe du projet .....	43
2. L'idée de notre projet .....	44
3. Valeurs proposées .....	46
4. Objectifs du projet.....	46
<b>Deuxième axe : Aspects innovants.....</b>	<b>47</b>
1. Les quatre natures d'innovation appliquées au projet : .....	47
2. Les quatre domaines d'innovation.....	48
3.Intensité de l'innovation : du risque élevé au risque faible .....	49
<b>Troisième axe : Analyse stratégique du marché.....</b>	<b>50</b>
1. Segmentation du marché .....	50
2. Mesurer l'intensité de la concurrence.....	51
3. Stratégie Marketing.....	52

<b>4eme axe : Plan de production et organisation .....</b>	<b>53</b>
<b>1. Le processus de production .....</b>	<b>53</b>
<b>2. Stratégie d’approvisionnement .....</b>	<b>53</b>
<b>3. La main-d’œuvre .....</b>	<b>54</b>
<b>4. Les principaux partenaires du projet .....</b>	<b>55</b>
<b>5eme Axe : L’étude financière.....</b>	<b>56</b>
<b>1. Plan de financement du projet.....</b>	<b>56</b>
<b>2. Compte de résultats prévisionnel .....</b>	<b>57</b>
<b>3. Bilan prévisionnel .....</b>	<b>58</b>
<b>4. Processus de planification de la trésorerie.....</b>	<b>60</b>
<b>Résumé</b>	
<b>Annexe</b>	

<b>Tableau 1 : Caractéristiques des souches microbiennes testées .....</b>	<b>22</b>
<b>Tableau 2: Valeurs proposées.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 3: Forces et faiblesses des concurrents.....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau 4 : Coûts du projet .....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau 5: Le bilan prévisionnel.....</b>	<b>58</b>

## Liste d'abréviation

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>µg/MI</b>	<b>Microgramme par millilitre</b>
<b>µL</b>	<b>Microlitre</b>
<b>AlCl<sub>3</sub></b>	<b>Chlorure d'aluminium</b>
<b>AOAC</b>	<b>Association of Official Analytical Chemists</b>
<b>ATCC</b>	<b>American Type Culture Collection</b>
<b>BHIB</b>	<b>Brain Heart Infusion Broth (Bouillon cœur-cerveau)</b>
<b>D</b>	<b>Diamètre (zone d'inhibition)</b>
<b>DMSO</b>	<b>Diméthylsulfoxyde</b>
<b>DPPH</b>	<b>2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyle</b>
<b>ES</b>	<b>Extrait sec</b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>Acide sulfurique</b>
<b>IC<sub>50</sub></b>	<b>Concentration inhibitrice 50 %</b>
<b>Nm</b>	<b>Nanomètre</b>
<b>PWC</b>	<b>PricewaterhouseCoopers</b>
<b>QE</b>	<b>Quercétine équivalent</b>
<b>REP</b>	<b>Responsabilité Élargie des Producteurs</b>
<b>Rpm</b>	<b>Tours par minute (revolutions per minute)</b>
<b>UMMTO</b>	<b>Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou</b>
<b>v/v</b>	<b>Volume sur volume</b>
<b>w/v</b>	<b>Poids sur volume</b>
<b>Abs</b>	<b>Absorbation</b>
<b>FAO</b>	<b>Food and agriculture organization</b>
<b>Ph</b>	<b>Potentiel d'hydrogène</b>
<b>NaOH</b>	<b>Hydroxyde de sodium</b>
<b>MS</b>	<b>Matière sèche</b>
<b>CIQUAL</b>	<b>Centre d'Information sur la Qualité des Aliments</b>
<b>EDS</b>	<b>Eau distillée stérile</b>

<b>Annexe 1: Les étapes de mesure du pH</b> .....	<b>65</b>
<b>Annexe 2 : détermination de l'acidité titrable</b> .....	<b>65</b>
<b>Annexe3 : Les étapes de détermination de taux d'humidité</b> .....	<b>65</b>
<b>Annexe 4 : Les étapes de dosage des cendres</b> .....	<b>65</b>
<b>Annexe 5 : Les étapes de dosage des fibres</b> .....	<b>66</b>
<b>Annexe 6 : Les étapes de dosage de lipide</b> .....	<b>66</b>
<b>Annexe 7 : Les étapes de dosage des protéines</b> .....	<b>66</b>
<b>Annexe 8 : Test de sensibilité antimicrobienne (Antibiogramme – méthode des disques)</b> .....	<b>68</b>

# **Introduction**

Le gaspillage alimentaire est un problème mondial majeur, puisque près d'un tiers de la production alimentaire destinée à la consommation humaine est perdue ou jetée chaque année, cette situation a des conséquences éthiques importantes, dans un contexte où environ 822 millions de personnes souffrent de malnutrition, ainsi que des impacts environnementaux considérables, en raison de la consommation de ressources naturelles et des émissions de gaz à effet de serre associées à la production et au traitement des aliments. La réduction du gaspillage alimentaire est donc essentielle pour limiter ces effets et contribuer à la durabilité des systèmes alimentaires à l'échelle mondiale **(Skaf et al., 2021)**

Les coproduits issus de l'industrie agroalimentaire, initialement considérés comme des déchets, ont progressivement été reconnus comme des ressources à forte valeur potentielle. Historiquement, ces coproduits ont été utilisés pour l'alimentation animale, permettant de transformer ce qui était perdu en une ressource utile. La valorisation de ces coproduits repose sur leur intérêt économique et nutritionnel, offrant aux industries agroalimentaires des opportunités de revenus tout en améliorant la durabilité des filières. Par exemple, la commercialisation des coproduits peut financer des actions visant à améliorer leur qualité et leur sécurité, créant un cercle vertueux où les déchets deviennent, des coproduits valorisables. Ainsi, la valorisation des coproduits contribue non seulement à réduire les pertes alimentaires, mais également à renforcer l'autonomie alimentaire des systèmes de production animale et à limiter la dépendance aux importations de protéines **(Chapoutot et al., 2019)**

En outre, la valorisation des coproduits contribue également à limiter l'impact environnemental. En réduisant le gaspillage alimentaire, elle permet de diminuer la consommation de ressources naturelles et les émissions de gaz à effet de serre liées à la production et au traitement des aliments, participant ainsi à la durabilité des systèmes alimentaires **(Tonini et al., 2018)**

La transformation des coproduits industriels en emballages bioactifs et biodégradables représente une solution innovante et durable **(López-Rubio, 2011)**.

Ces emballages protègent les aliments sans recourir à des conservateurs chimiques, tout en valorisant des ressources qui seraient autrement perdues et en réduisant l'utilisation de matériaux plastiques. Ils s'inscrivent ainsi dans une démarche à la fois économique, écologique et respectueuse de l'environnement, avec un potentiel réel pour renforcer la durabilité des filières agroalimentaires

## **Introduction**

---

C'est dans ce contexte que se situe notre travail, qui consiste à développer un emballage bioactif permettant de prolonger la durée de conservation des aliments sans conservateur chimique, et biodégradable, respectueux de la nature.

# **Chapitre 1 : Synthèse bibliographique**

## **Chapitre 2 : Matériels et méthodes**

### I. Caractérisation physico-chimique

Afin d'évaluer la composition nutritionnelle des matières premières, les sous-produits industriels locaux ont été analysés.

#### 1. Dosage des fibres brutes

La teneur en fibres brutes a été déterminée selon une méthode gravimétrique basée sur une double hydrolyse acide et alcaline (AOAC, 2005). Un gramme d'échantillon été pesé puis traité avec 100 ml d'acide sulfurique à 0,255 N, préparé en diluant 1,66 mL d'acide sulfurique concentré (98 %) dans 150 mL d'eau distillée. Le mélange a été chauffé à 100 °C pendant 30 minutes, puis filtré à chaud et abondamment lavé avec de l'eau distillée chaude.

Le résidu obtenu a été transféré dans un bécher propre, puis traité avec 100 mL d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,313 N, préparé en dissolvant 3,13 g de NaOH dans 150 mL d'eau distillée et complété à 250 mL. Ce mélange a également été chauffé à 100 °C pendant 30 minutes, puis filtré et lavé à l'eau chaude. Le résidu final a été séché à 105 °C pendant 4 heures, puis pesé (masse M1). Il a ensuite été calciné à 550 °C pendant 3 heures et une seconde pesée (masse M2) a été effectuée. La teneur en fibres brutes a été calculée selon la formule suivante :

$$\text{Fibres brutes (\%)} = [(M1 - M2) / \text{masse d'échantillon}] \times 100.$$

Avec :

M0 = Masse initiale de l'échantillon (g)

M1 = Masse du résidu après séchage à 105°C (g)

M2 = Masse du résidu après calcination à 550°C (g)

#### 2. Détermination du pH

Le pH des échantillons a été mesuré selon la méthode standard décrite par (Lapointe et Vignola, 2002), à l'aide d'un pH-mètre électronique préalablement étalonné avec deux solutions tampons de pH 4,00 et pH 7,00. Un mélange de 10 g de poudre et de 100 mL d'eau distillée a été préparé. Après homogénéisation, l'électrode du pH-mètre a été plongée dans la suspension, et

la valeur du pH a été lue directement sur l'appareil conformément aux recommandations de la méthode (AOAC, 1995)

### 3. Dosage des sucres totaux

La méthode utilisée pour le dosage des sucres totaux est celle décrite par Dubois et al. (1956). Un échantillon de 0,5 g a été traité avec 20 mL d'acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4$ ), puis le mélange a été placé dans une étuve réglée à 105 °C pendant 3 heures. Après chauffage, la solution a été transvasée dans une fiole jaugée de 500 mL, puis complétée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution a ensuite été filtrée, puis trois dilutions au tiers (1/3) ont été réalisées.

Dans chaque tube à essai, 1 mL de chaque dilution a été introduit, suivi de l'ajout de 1 mL de phénol à 5 % et de 5 mL d'acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4$  à 98 %). Les tubes ont été maintenus à 105 °C pendant 5 minutes, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 minutes afin de stabiliser la coloration.

La lecture de la densité optique a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 490 nm. Parallèlement, une courbe d'étalonnage a été établie à l'aide de solutions standards de D-(+) -glucose aux concentrations suivantes : 25 µg/mL, 40 µg/mL, 60 µg/mL, 75 µg/mL et 100 µg/mL. La teneur en sucres totaux est exprimée en µg/mL (puis convertie en g/100g) d'équivalent  $\alpha$ -D- (+) -glucose, à partir de la courbe d'étalonnage.

### 4. Détermination de la teneur en lipides

Elle se fait par la méthode d'extraction réalisée dans un extracteur de type soxhlet à l'aide d'un solvant organique (le n hexane). Cette analyse est réalisée en plaçant l'extracteur sur un ballon contenant le solvant (hexane) dans lequel nous avons inséré une cartouche d'extraction avec 2g de l'échantillon à extraire. La cartouche a été pesée étant vide puis 2 g de l'échantillon ensuite elle a été mise dans le ballon d'extraction. Après 4h, cette dernière contenant l'échantillon a été pesée à nouveau, puis la teneur en lipides a été déterminée avec les deux équations suivantes :

$$\text{Teneur en lipides (\%)} = \frac{(PA - PB/m)100}{m}$$

- **m** : la masse d'échantillon en gramme.
- **PA** : la masse de cartouche vide + le poids d'échantillon.
- **PB** : le poids de cartouche après extraction.

Teneur en lipides (%) = [(masse du ballon après extraction – masse du ballon vide) / masse de l'échantillon] × 100

### 5. Dosage des cendres

L'échantillon a été incinéré dans un four à moufle à 750 °C, à l'aide de creusets en porcelaine préalablement pesés (P1). Une quantité de 2 g d'échantillon a été introduite dans chaque creuset, puis pesée à nouveau (P2). Après incinération complète, marquée par l'apparition d'un résidu de couleur blanche ou grisâtre, les creusets ont été sortis, refroidis, puis pesés pour déterminer la masse des cendres (P3). Cette méthode permet de quantifier le taux de cendres, en se basant sur la différence entre les masses mesurées avant et après incinération, utilisant l'équation suivante :

$$\% \text{ Cendres} = [(P3 - P1) / (P2 - P1)] \times 100$$

Avec :

**P1** : poids de creuset vide ;

**P2** : poids de creuset + l'échantillon avant incinération ;

**P3** : poids de creuset + l'échantillon après incinération ;

**100** : pour exprimer le pourcentage ;

**X%** : pourcentage en cendre.

### 6. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche

La détermination de la teneur en eau repose sur la perte de masse de l'échantillon après séchage à 103 °C jusqu'à élimination complète de l'eau libre et des matières volatiles. Une coupelle en aluminium, préalablement nettoyée, séchée et pesée, a été utilisée pour peser environ 3 g d'échantillon. La coupelle a ensuite été placée à l'étuve à 103 °C pendant trois heures. Après refroidissement dans un dessiccateur, elle a été à nouveau pesée. Cette opération a été répétée jusqu'à obtention d'un poids constant, en réduisant la durée de séchage à 30 minutes pour éviter la caramélisation. La teneur en eau a été calculée par la formule :

$$H\% = [(m_i - m_f) / m_i] \times 100,$$

Où H% représente le pourcentage d'humidité,  $m_i$  la masse initiale de l'échantillon, et  $m_f$  la masse finale après dessiccation. La moyenne de trois essais réalisés dans les mêmes conditions a été prise. La teneur en matière sèche (MS%) a été déterminée par la formule :

$$\text{MS\%} = 100 - \text{H\%}.$$

### 7. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable a été déterminée en préparant une à partir de 5 g d'échantillon mélangés à 500 mL d'eau distillée. Un volume de 10 mL de cette suspension a ensuite été prélevé, placé dans un bécher, puis additionné d'une goutte de phénolphaléine comme indicateur. La burette a été remplie avec une solution de NaOH 0,1 N, et le volume initial a été noté. La titration a été réalisée en ajoutant progressivement la solution de NaOH tout en agitant, jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle stable pendant 30 secondes. Le volume final de NaOH utilisé a été relevé afin de calculer l'acidité titrable, exprimée en grammes d'acide lactique pour 100 g d'échantillon sec, selon la formule suivante :

$$\text{Acidité (g acide lactique / 100 g)} = [(V \times N \times 0,090) / m] \times 100$$

**Avec :**

**V** : volume de NaOH 0,1 N utilisé (en mL),

**N** : normalité de la soude (0,1 N),

**m** : masse d'échantillon (en grammes),

0,090 : masse équivalente de l'acide lactique (en g).

### 8. Détermination de la teneur en protéine

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode colorimétrique du biuret, selon **Lowry (1951)**. Cette méthode repose sur la formation d'un complexe bleu-violet en milieu alcalin entre les ions cuivriques et les liaisons peptidiques (-CO-NH-) des protéines, en présence de réactif de Folin-Ciocalteu. Le réactif de biuret a été préparé en dissolvant 1,5 g de NaOH dans 40 mL d'eau distillée, puis en ajoutant 0,3 g de  $\text{CuSO}_4$  sous agitation, suivi de 1 g de tartrate double de sodium et de potassium. Le volume a été complété à 100 mL avec de l'eau distillée.

Pour la préparation des échantillons, 1 g d'échantillon a été mélangé à 10 mL d'eau distillée, puis agité pendant 10 minutes avant centrifugation à 4000 tr/min pendant 10 minutes. Le surnageant obtenu a été filtré. Trois tubes à essai ont été préparés pour chaque échantillon ; chacun contenait 1 mL d'extrait filtré et 3 mL de réactif de biuret. Après agitation, les tubes ont été incubés à température ambiante pendant 10 minutes. L'absorbance a ensuite été mesurée à 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, et les concentrations en protéines ont été déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec une solution standard de protéine (par exemple, albumine ou BSA).

### 9. Détermination de la teneur en polyphénol

Les échantillons ont été séchés à 40–50 °C pendant 24 h, puis finement broyés. Un gramme de cette poudre a été extrait par une méthode solide-liquide en utilisant 20 à 30 mL d'éthanol 70 %. L'agitation s'est faite par ultrasons (30 min à température ambiante, suivie d'une centrifugation à 5000 rpm pendant 10–15 min. Le surnageant a été filtré et conservé à –20 °C. Les polyphénols totaux ont été quantifiés par la méthode de Folin-Ciocalteu. Les extraits (ou standards d'acide gallique) ont été mélangés avec le réactif de Folin, du Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> 7 %, et de l'eau distillée pour un volume total de 4,5 mL. Après incubation de 30 min à l'obscurité, l'absorbance a été lue à 765 nm. Une courbe d'étalonnage a été construite à partir de concentrations croissantes d'acide gallique, et les résultats ont été exprimés en mg d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg GAE/g MS), en tenant compte du facteur de dilution.

### 10. Dosage des flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé selon la méthode de Chang et al. (2002), avec la quercétine comme étalon. Une gamme de concentrations standards a été préparée (0, 10, 50, 100, 200, 300, 400 et 500 µg/mL). Pour chaque mesure, 1 mL d'extrait a été mélangé à 1 mL de trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) à 2 %. Les mélanges ont été conservés à l'abri de la lumière pendant 30 minutes. L'absorbance a ensuite été mesurée à 430 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. La teneur en flavonoïdes a été exprimée en mg de quercétine équivalent par gramme d'extrait sec (mg QE/g ES).

### 11. Dosage des flavonols

Le dosage des flavonols a été réalisé selon la méthode décrite par **Kumaran et Karunakaran (2007)**. La quercétine a été utilisée comme standard, selon une gamme de concentrations identique (0, 10, 50, 100, 200, 300, 400 et 500 µg/mL). À 1 mL d'extrait ont été ajoutés 1 mL de chlorure

d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) à 2 % et 1 mL d'acétate de sodium à 50 g/L. Les solutions ont été incubées à l'abri de la lumière pendant 30 minutes. L'absorbance a été relevée à 440 nm. Les résultats ont été exprimés en mg de quercétine équivalent par gramme d'extrait sec (mg QE/g ES).

### 12. Test de détection de l'activité antioxydante (Test DPPH)

L'activité antioxydante des extraits a été évaluée à l'aide du test au radical libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), selon la méthode décrite par **Brand-Williams et al. (1995)**, avec quelques modifications. Une solution de DPPH a été préparée dans du méthanol à une concentration de 0,1 mM.

Pour chaque essai, 1 mL d'extrait (à différentes concentrations comprises entre 1 mg/mL et 18 mg/mL) a été mélangé avec 1 mL de la solution de DPPH. Le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance a ensuite été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(A \text{ témoin} - A \text{ échantillon}) / A \text{ témoin}] \times 100$$

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe dose-réponse et de déterminer la concentration inhibitrice 50 ( $\text{IC}_{50}$ ), correspondant à la concentration de l'extrait nécessaire pour réduire de 50 % les radicaux DPPH.

## II. L'activité antimicrobienne

Pour cette partie nous aborderons l'étude de l'effet antimicrobien des extraits

### Réception des souches :

Nous avons utilisé les souches suivantes :

- Escherichia coli ATCC 4157
- Staphylococcus aureus ATCC 6538
- Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027

Ces souches nous ont été fournies par le laboratoire de notre faculté de l'UMMTO.

### Revivification des souches

Se réalise dans un bouillant BHIB, par une sélection de quelques colonies depuis des précultures des souches étudiées, puis incubé à 37°C pendant 18- 24h. Après 24 heures d'incubation, l'apparition de troubles dans les bouillons indique une croissance microbienne. Des prélèvements sont alors réalisés et ensemencés sur des milieux sélectifs adaptés : Chapman pour *Staphylococcus*, Hecktoen pour *Escherichia coli*, gélose nutritive pour *Pseudomonas*. L'incubation est poursuivie à 37 °C pendant 18 à 24 heures.

#### 1. Technique d'antibiogramme

##### Méthode de diffusion sur milieux gélosé : (méthode des disques)

La technique des disques de diffusion, basée sur le principe de l'antibiogramme, permet d'évaluer de manière qualitative la sensibilité d'un micro-organisme à une substance antimicrobienne. Des disques stériles en papier Wattman (diamètre :6 mm), imprégnés de 20 µl d'extrait à tester, sont déposés à l'aide d'une pince stérile sur un milieu gélosé adapté, préalablement ensemencé avec une suspension bactérienne standardisée. Après une phase de diffusion à température ambiante durant 20 minutes, les boîtes de Pétri sont incubées à 37 °C pendant 24 heures. L'apparition éventuelle de zones d'inhibition autour des disques permet d'estimer l'activité antimicrobienne des extraits testés.

##### Préparation de l'inoculum

À partir d'une culture pure âgée de 18 heures sur milieu d'isolement, quelques colonies bien isolées et morphologiquement identiques sont prélevées à l'aide d'une anse stérile, puis suspendues dans 10 ml de solution physiologique stérile. La suspension bactérienne est homogénéisée soigneusement. La densité de l'inoculum a été ajustée conformément au standard de McFarland 0,5 de turbidité par dilution ou ajout de culture selon les besoins.

##### Ensemencement et application des extraits

La suspension bactérienne est étalée de manière homogène sur la surface de la gélose Mueller-Hinton à l'aide d'un écouvillon stérile. Sur chaque boîte de Pétri, cinq disques de papier sont disposés de façon équidistante. À l'aide d'une micropipette, des volumes de 20 µL des extraits testés, correspondant à différentes concentrations correspondant à différentes concentrations (400 mg/mL, 200 mg/mL, 100 mg/mL et 50 mg/mL), sont déposés sur quatre disques, tandis que le cinquième disque servant de témoin négatif. Dans une autre boîte, un

disque d'antibiotique est placé au centre, servant de témoin positif. Les boîtes sont ensuite incubées à 37 °C pendant 24 heures.

### Lecture des résultats

L'activité antibactérienne des composées est évaluée par la mesure du diamètre des zones d'inhibition formées autour des disques, zones où aucune croissance bactérienne n'est visible. La taille de ces zones (D) reflète l'efficacité des extraits contre les souches testées. Les résultats sont interprétés selon les critères suivants :

- **Souche résistante** :  $D < 8$  mm
- **(+) Souche sensible** :  $9 \text{ mm} \leq D \leq 14$  mm
- **(++) Souche très sensible** :  $15 \text{ mm} \leq D \leq 19$  mm
- **(+++)** **Souche extrêmement sensible** :  $D > 20$  mm

**Tableau 1 : Caractéristiques des souches microbiennes testées**

<b>Souche</b>	<b>N°ATCC</b>	<b>Gram</b>	<b>Famille</b>	<b>Principales infections causées</b>	<b>Milieu de culture</b>
Staphylococcus aureus	6538	+	Micrococcaceae	-Infection urinaires -Gastro - Entérites	Mueller Hinton
Escherichia coli	4157	-	Enterobacteriaceae	-Diarrhées dysentériques -Gastro-entérites	Mueller Hinton
Pseudomonas aeruginosa	9027	-	Pseudomonadaceae	-Crampes abdominales -Troubles digestifs	Mueller Hinton

## **Chapitre 3 : Résultats et discussions**

## **Chapitre 4 : Présentation de projet startup**

## Premier axe : Présentation du projet

### 1. Présentation de l'équipe du projet

#### ➤ Incubateur UMMTO

Nous sommes incubées au sein de l'Incubateur de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO), dans le cadre de l'accompagnement de projets innovants à dimension environnementale et agroalimentaire.

#### ➤ Organisation du travail

Nous avons adopté une méthode de travail collaborative. Toutes les étapes du projet sont partagées équitablement entre nous : recherches bibliographiques, expérimentations en laboratoire, analyses des résultats, suivi technique, ainsi que la rédaction et la communication. Cette répartition équilibrée renforce notre cohésion et permet une implication complète de chacune dans l'évolution du projet.

#### ➤ Répartition des tâches et des responsabilités

Les responsabilités sont distribuées de façon souple et évolutive. Chaque membre participe à l'ensemble des tâches, sans division fixe. Cette approche favorise l'acquisition de compétences multiples et renforce notre autonomie dans la gestion globale du projet.

#### ➤ Modes de communication et de collaboration

Nous communiquons en continu, que ce soit en présentiel ou à distance, via des outils de messagerie instantanée. Des réunions régulières sont organisées pour faire le point sur l'avancement du projet, ajuster les priorités et planifier les actions futures. Ce mode de fonctionnement nous permet de rester réactives et efficaces à chaque étape.

#### ✓ Membre 1 : Dr. Hammad Imane (Encadrant)

Spécialiste en sciences des aliments et en nutrition, elle a obtenu son doctorat au **CIRAD et à la faculté de pharmacie de Montpellier**, au sein de la Maison de la Technologie, un centre reconnu pour le développement de produits alimentaires innovants. Forte de son expérience en recherche appliquée et en valorisation des matières premières locales

### ✓ **Membre 2 : Ferhi Dalya**

Titulaire d'une licence en Sciences Alimentaires, spécialité Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité, actuellement en Master 2 Sécurité agroalimentaire et assurance qualité à l'UMMTO.

Dalya participe à toutes les étapes du projet, qu'il s'agisse de la partie technique, de la recherche ou de la coordination. Rigoureuse et engagée, elle assure une implication constante dans la gestion et la mise en œuvre des actions planifiées.

### ✓ **Membre 3 : Guirous Yasmine**

Titulaire d'une licence en Sciences Alimentaires, spécialité Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité, actuellement en Master 2 Sécurité agroalimentaire et assurance qualité à l'UMMTO.

Yasmine s'investit pleinement dans toutes les dimensions du projet, de la préparation des essais en laboratoire à l'interprétation des résultats. Sérieuse, polyvalente et proactive, elle contribue à maintenir une dynamique de travail efficace au sein de l'équipe.

## **2. L'idée de notre projet**

### ➤ **Définition du domaine**

Notre projet s'inscrit dans le domaine de l'agroalimentaire durable et de la valorisation des sous-produits industriels. Plus précisément, il concerne la fabrication d'emballages bioactifs à base des déchets agroalimentaires généralement sous-exploités.

### ➤ **Origine de l'idée**

L'idée de ce projet nous a été proposée par notre promotrice Dr **Hammad Imane**, dans le cadre de notre travail de fin d'études. Sensible aux problématiques environnementales et à la valorisation des sous-produits, elle nous a orientées vers l'étude ses dernières, matières premières riches en composés bioactifs mais encore peu exploitées dans les applications industrielles. À partir de cette proposition, nous avons approfondi le sujet, mené des recherches bibliographiques, et élaboré une solution innovante et durable autour des emballages bioactifs.

### ➤ **Décrire brièvement l'idée**

L'idée de notre projet est de concevoir un emballage alimentaire actif à partir de sous-produits industriels, capable non seulement de protéger les aliments, mais aussi d'empêcher le développement microbien. Ces emballages seraient biodégradables, écologiques et adaptés aux exigences actuelles en matière de sécurité et de durabilité.

C'est un produit doublement utile : il lutte contre le gaspillage des résidus alimentaires et contre la pollution plastique.

### ➤ **Planifier l'exécution**

Le projet se déroulera en plusieurs étapes :

1. Collecte des sous-produits alimentaires
2. Broyage des matières premières
3. Caractérisation physico-chimique
4. Extraction et évaluation des composés bioactifs
5. Formulation du film d'emballage
6. Évaluation des propriétés antimicrobiennes
7. Test de conservation sur des produits alimentaires
8. Préparation du prototype final

### ➤ **Identifier l'équipe**

Le projet est porté par deux étudiantes en Master 2 Sécurité agroalimentaire et Assurance qualité.

Les tâches ont été réalisées conjointement, en collaboration étroite, depuis l'idée jusqu'au prototype.

### ➤ **Définir l'emplacement**

Le projet sera développé au sein des **laboratoires de l'UMMTO**, dans la filière Sciences Alimentaires, avec le soutien de l'incubateur pour les aspects techniques, logistiques et entrepreneuriaux.

À l'avenir, le projet pourrait être développé à plus grande échelle dans une unité pilote locale.

### 3. Valeurs proposées

Tableau 2: Valeurs proposées

<i>Valeur proposée</i>	Description
<i>Aide à l'accomplissement des tâches</i>	Notre emballage bioactif aide les producteurs et transformateurs agroalimentaires à mieux conserver leurs produits, sans plastiques chimiques, en offrant une alternative naturelle, locale et efficace.
<i>Flexibilité</i>	L'emballage s'adapte à différents types d'aliments (solides, semi-solides) et peut être enrichi selon les besoins : plus antioxydant, plus rigide, etc.
<i>Performance</i>	Notre emballage bioactif améliore la durée de conservation, protège contre l'oxydation et la contamination microbienne → meilleures performances que les emballages biodégradables classiques.
<i>Modernité</i>	Solution innovante, écologique et fonctionnelle, parfaitement adaptée aux besoins actuels en matière de durabilité et sécurité alimentaire. Aucun équivalent local n'existait auparavant.
<i>Réduction des coûts</i>	L'utilisation de sous-produits bon marché et locaux réduit les coûts de production → alternative économique aux emballages importés.
<i>Réduction des risques</i>	Grâce aux composés bioactifs (antioxydants naturels), l'emballage limite la prolifération microbienne et prolonge la conservation → sécurité alimentaire renforcée.
<i>Accessibilité</i>	Matières premières disponibles localement, en grande quantité → fabrication à grande échelle possible dans le contexte algérien.
<i>Facilité d'utilisation</i>	Emballage léger, souple, facile à manipuler et à produire. Utilisable dans des conditions standards, sans besoin d'équipements particuliers.

### 4. Objectifs du projet

Le projet vise à développer et positionner un emballage bioactif innovant à base de sous-produits agricoles locaux, comme une alternative durable aux emballages plastiques classiques. Les objectifs du projet s'inscrivent dans une logique de déploiement progressif à court, moyen et long terme :

À **court terme**, l'objectif est de produire les premiers prototypes fonctionnels d'emballages bioactifs, et de les tester dans un cadre local (laboratoires, petites entreprises agroalimentaires,

artisans transformateurs). Il s'agira de valider la faisabilité technique et d'obtenir les premiers retours utilisateurs.

À **moyen terme**, le projet vise à élargir son champ d'action en atteignant d'autres régions d'Algérie, notamment à travers des partenariats avec des PME agroalimentaires, des coopératives ou des chaînes de distribution soucieuses de limiter leur impact environnemental. L'objectif est d'assurer une montée en échelle progressive et maîtrisée de la production.

À **long terme**, le but est de devenir une référence nationale en matière d'emballage alimentaire bioactif, local, écologique et durable. L'ambition est de proposer une vraie alternative aux matériaux polluants, en s'appuyant sur une ressource locale jusque-là sous-exploitée, tout en créant de la valeur dans une logique d'économie circulaire.

En parallèle, le projet s'inscrit dans des objectifs commerciaux plus larges. Il s'agira de :

- Créer une unité de transformation spécialisée dans la valorisation des sous-produits en matériaux fonctionnels ;
- Développer des solutions personnalisées pour les entreprises souhaitant un emballage plus sain, biodégradable et à potentiel antimicrobien ;
- Sensibiliser les acteurs économiques aux enjeux environnementaux et promouvoir l'utilisation de matériaux d'origine naturelle.

## Deuxième axe : Aspects innovants

### 1. Les quatre natures d'innovation appliquées au projet :

#### ➤ Innovation technologique

Le projet repose sur une innovation technologique majeure : la formulation d'un film d'emballage bioactif et biodégradable à partir de sous-produits céréaliers.

Cette technologie combine des procédés d'extraction et de valorisation des composés bioactifs (antioxydants, antimicrobiens) et leur intégration dans une matrice d'emballage.

Elle permet de remplacer les plastiques traditionnels par un matériau naturel, fonctionnel et respectueux de l'environnement.

### ➤ **Innovation d'usage**

L'innovation d'usage réside dans le changement de la fonction de l'emballage au lieu d'être un simple contenant, il devient un acteur actif de la conservation alimentaire.

Cet emballage prolonge la durée de vie des aliments, limite la contamination microbienne et réduit la dépendance aux additifs chimiques. Ainsi, l'usage même de l'emballage est transformé — il devient protecteur, intelligent et écologique.

### ➤ **Innovation sociale**

Le projet a aussi une dimension sociale forte, car il vise à : Créer de la valeur locale à partir de déchets agroalimentaires algériens ;

Encourager les pratiques durables au sein des entreprises et chez les consommateurs ;

Sensibiliser la population à la réduction du gaspillage et à la préservation de l'environnement.

### ➤ **Autres innovations**

En plus de ses aspects technologiques et sociaux, projet se distingue aussi par :

Une innovation écologique, en offrant une alternative 100 % biodégradable et compostable

Une innovation esthétique et pratique, avec des films légers, souples et personnalisables selon le type d'aliment à emballer.

## **2. Les quatre domaines d'innovation**

### ➤ **Innovation de Procédés**

Notre projet repose sur la mise en œuvre d'un nouveau procédé d'extraction des composés bioactifs, suivie de leur intégration dans la formulation d'emballages bioactifs et biodégradables.

Ces composés naturels (fibres, composés phénoliques, etc.) confèrent au produit final des propriétés de conservation et antimicrobiennes, sans recours à des additifs chimiques.

Ce procédé innovant permet de valoriser les sous-produits agricoles tout en réduisant la pollution plastique.

### ➤ **Innovation de Marketing**

Le projet adopte une approche marketing orientée vers la protection de l'environnement et la consommation locale.

Nous mettons en avant des emballages 100 % algériens, issus de déchets agroalimentaires valorisés, pour répondre à la demande croissante de produits écoresponsables.

Le marketing repose sur la sensibilisation verte et la responsabilité sociale.

### ➤ **Innovation d'Organisation**

Le projet met en place une collaboration intersectorielle entre :

- Les laboratoires universitaires (analyse et développement)
- Les entreprises agroalimentaires (utilisation des emballages)

Cette organisation crée une chaîne circulaire locale favorisant la création d'emplois verts et la réduction des déchets.

### ➤ **Innovation de Produits ou Services**

Le projet propose un emballage bioactif et biodégradable, capable de protéger les aliments tout en limitant la pollution plastique.

Le produit est conçu pour être naturel, économique et performant, avec une valeur ajoutée environnementale et sanitaire. Une première en Algérie dans le domaine des emballages bioactifs.

## **3.Intensité de l'innovation : du risque élevé au risque faible**

### ➤ **Innovation de rupture (Risque élevé) :**

Le projet introduit une nouvelle technologie de valorisation pour produire des emballages bioactifs et biodégradables, une première en Algérie.

### ➤ **Innovation incrémentale (Risque modéré à élever) :**

Amélioration continue du procédé d'extraction des composés bioactifs et optimisation de la résistance du film biodégradable.

➤ **Innovation d'assemblage (Risque modéré) :**

Association de techniques d'extraction naturelles, de procédés de séchage écologiques et de formulations polysaccharidiques pour obtenir un emballage multifonctionnel

➤ **Innovation d'adaptation : (Risque faible)**

Adaptation de technologies d'emballages bioactifs déjà utilisées à l'international, aux matières premières locales algériennes

## Troisième axe : Analyse stratégique du marché

### 1. Segmentation du marché

➤ **Marché potentiel :**

Il regroupe toutes les entreprises qui utilisent des emballages plastiques pour la conservation ou la commercialisation de leurs produits alimentaires, notamment dans les secteurs de la boulangerie, de la confiserie, des snacks, et des fruits et légumes.

➤ **Marché cible :**

Les entreprises et start-ups locales cherchant à remplacer les films plastiques classiques par une alternative biodégradable et bioactive. Ce segment a été choisi en raison de leur sensibilité à la durabilité, aux nouvelles réglementations environnementales, et à la réduction de l'utilisation du plastique.

➤ **Possibilités de conclure des contrats :**

Partenariats avec des producteurs agroalimentaires utilisant des films d'emballage (ex. conditionnement de biscuits, pain, fruits secs, etc.).

Collaboration avec des distributeurs d'emballages écologiques.

Coopération avec des programmes ou institutions environnementales pour la promotion d'emballages durables

## 2. Mesurer l'intensité de la concurrence

### ➤ Concurrents

#### ✓ Concurrents directs :

Les entreprises qui fabriquent ou distribuent des films d'emballage biodégradables à base de matériaux naturels

Exemples : certaines petites start-ups locales et quelques importateurs de films écologiques.

#### ✓ Concurrents indirects :

Les fabricants de films plastiques classiques non biodégradables utilisés dans l'industrie agroalimentaire.

Exemples : entreprises de plasturgie algériennes qui produisent des films à base de polyéthylène ou de polypropylène.

### ➤ Part de marché

Le marché algérien des emballages écologiques reste en phase de développement.

Les films plastiques dominent encore le marché avec plus de 90 % des parts, tandis que les alternatives biodégradables ne représentent qu'une part très faible, mais en forte croissance grâce aux politiques de durabilité et à la sensibilisation environnementale.

**Tableau 3: Forces et faiblesses des concurrents**

<b>Forces</b>	<b>Faible</b>
<b>Expérience et ancienneté dans le domaine de l'emballage</b>	Dépendance aux matières premières importées
<b>Production à grande échelle et coûts faibles</b>	Utilisation de plastiques non biodégradables polluants
<b>Réseau commercial bien établi</b>	Manque d'innovation écologique et de films bioactifs

### ➤ **Intensité de la concurrence**

La concurrence est modérée, car le marché des emballages bioactifs et biodégradables est encore nouveau en Algérie. Cependant, il devient de plus en plus attractif avec la montée des préoccupations environnementales et les restrictions sur le plastique à usage unique.

## **3. Stratégie Marketing**

Notre stratégie marketing vise à introduire et positionner le projet comme une solution écologique et innovante dans le domaine de l'emballage agroalimentaire en Algérie, tout en répondant aux exigences de durabilité et de sécurité alimentaire.

### **1. Planification efficace**

La stratégie de projet repose sur une planification bien structurée et réaliste, qui tient compte : des besoins du marché algérien en emballages durables, des réglementations environnementales, et de la volonté croissante des entreprises à adopter des solutions écoresponsables.

### **2. Considérations financières**

Le projet adopte une politique de maîtrise des coûts grâce à :

L'utilisation de matières premières locales (sous-produits agroalimentaires), et des procédés de fabrication économes en énergie.

Cela permet de proposer des prix compétitifs tout en assurant la rentabilité du projet.

### **3. Équilibre du mix marketing (4P)**

#### ✓ **Produit (Product) :**

Film d'emballage bioactif et biodégradable, capable de prolonger la durée de conservation des aliments sans conservateurs chimiques, tout en réduisant la pollution plastique.

#### ✓ **Prix (Price) :**

Prix compétitifs grâce à la valorisation des sous-produits locaux et à la réduction des coûts de production.

### ✓ **Promotion (Communication) :**

Une stratégie multicanal basée sur :la communication digitale (Facebook, Instagram, TikTok, LinkedIn) pour sensibiliser les consommateurs et les entreprises à l’emballage écologique, la présence sur le terrain lors de salons agroalimentaires et écologiques, et l’utilisation de WhatsApp Business pour le contact direct avec les clients et partenaires.

### ✓ **Distribution (Place) :**

- Vente directe aux entreprises agroalimentaires,
- Distribution via des bureaux régionaux, et livraison à domicile pour les commandes locales

## **4eme axe : Plan de production et organisation**

### **1. Le processus de production**

Le processus de production repose sur la valorisation pour fabriquer des emballages bioactifs et biodégradables.

Il comprend plusieurs étapes essentielles :

- **Achat des matières premières**
- **Acquisition des matériaux nécessaires,**
- **Fabrication**
- **Conditionnement du produit**
- **Préparation des commandes et distribution**

### **2. Stratégie d’approvisionnement**

L’approvisionnement constitue une étape essentielle pour garantir la qualité, la régularité et la durabilité du processus de production.

La stratégie d’approvisionnement repose sur trois volets : la sélection des fournisseurs, la politique d’achat et les conditions de paiement.

#### • **A. Sélection des fournisseurs**

Les fournisseurs sont choisis selon des critères de proximité géographique, de fiabilité et de conformité aux normes de qualité.

Des partenariats stratégiques sont également établis avec des organismes tels que l’incubateur de l’Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UUMMTO), afin de

bénéficiaire d'un accompagnement logistique et technique dans les premières phases du projet.

- **B. Politique d'achat**

La politique d'achat vise à assurer un approvisionnement régulier et durable tout en maintenant des coûts maîtrisés. Les achats se font prioritairement auprès de fournisseurs locaux, afin de réduire les coûts de transport et d'encourager une économie circulaire.

Les lignes directrices de cette politique incluent la traçabilité des matières premières, la sélection d'équipements écologiques et l'utilisation de produits respectueux de l'environnement.

- **C. Conditions de paiement et de livraison**

Le projet adopte des **conditions de paiement flexibles** adaptées à la nature des transactions et à la taille des fournisseurs partenaires.

Les paiements sont effectués en plusieurs tranches, avec un suivi administratif transparent. Les délais de livraison sont définis en fonction du volume des commandes et de la disponibilité des matières, afin de garantir la continuité du processus de production sans interruption.

### 3. La main-d'œuvre

Le bon fonctionnement repose sur une équipe pluridisciplinaire combinant compétences techniques, scientifiques et administratives.

L'organisation du travail est pensée de manière à assurer une production efficace, une gestion optimale et un contrôle rigoureux de la qualité.

- a. **Nombre de postes**

Lors du démarrage du projet, la start-up prévoit la création d'environ **10 postes permanents**, répartis comme suit :

- **2 ingénieurs ou chercheurs** spécialisés en sciences alimentaires et biopolymères, responsables du développement et de l'optimisation des produits.
- **3 techniciens de production**, chargés de la préparation, de la transformation et du conditionnement des matériaux.
- **2 agents de contrôle qualité**, veillant à la conformité des produits aux normes requises.

- **2 employés administratifs et logistiques**, assurant la gestion des approvisionnements, des commandes et de la distribution.
- **1 responsable de communication et partenariat**, chargé des relations avec les clients, les fournisseurs et les structures d'accompagnement.

### b. Nature de la main-d'œuvre

La main-d'œuvre de projet est **jeune, dynamique et qualifiée**, issue principalement du domaine des **sciences alimentaires et de la technologie des matériaux**. Une attention particulière est portée à la **formation continue** du personnel, notamment sur les procédés écoresponsables, la sécurité au travail et la manipulation des biopolymères.

Cette approche favorise une production maîtrisée, innovante et conforme aux objectifs environnementaux de l'entreprise.

## 4. Les principaux partenaires du projet

### ➤ **Incubateur UMMTO**

Partenaire principal accompagnant le développement du projet, offrant un encadrement, des formations et un suivi stratégique pour la création de la start-up.

### ➤ **Laboratoires universitaires**

Appui scientifique pour la recherche, l'analyse et l'optimisation des films bioactifs et biodégradables.

Ils contribuent à l'innovation et à la validation des résultats expérimentaux.

### ➤ **Collectivités locales**

Soutien institutionnel et promotion du projet dans la région, en facilitant les démarches administratives et les initiatives écologiques.

### ➤ **Banques et institutions financières**

Partenaires potentiels pour le financement, les subventions et les services bancaires liés au développement de l'entreprise.

### ➤ **Fournisseurs**

Fournissent les matières premières et le matériel de production nécessaire à la fabrication des emballages.

### ➤ **Partenaires d'incubation et de soutien aux start-ups**

Enfin, le projet collabore avec des organisations dédiées à l'accompagnement des jeunes entreprises, notamment des structures de formation, des réseaux d'entrepreneurs et des programmes de soutien à l'innovation.

Ces partenariats favorisent l'accès à des conseils spécialisés, à des formations ciblées et à de nouvelles opportunités de croissance

### 5eme Axe : L'étude financière

#### 1. Plan de financement du projet

Le financement du projet repose sur une approche équilibrée entre ressources propres, partenariats institutionnels et soutiens externes destinés à favoriser l'innovation écologique.

- **Sources de financement**

**Apport personnel** : participation des fondatrices du projet pour couvrir les premières dépenses de prototypage et de tests en laboratoire.

**Incubateur universitaire (UMMTO)** : appui logistique, accompagnement technique et accès aux équipements de recherche.

**Programmes de soutien aux startups** : financement potentiel via des appels à projets nationaux (ex. Algeria Startup Challenge, programmes ANSEJ, ou Fonds National pour les Startups).

**Partenariats industriels** : contribution en nature ou financière des entreprises agroalimentaires intéressées par l'emballage bioactif.

**Banques et microfinancement vert** : obtention de prêts à taux préférentiels pour les projets écologiques.

- **Coûts du projet**

Le budget prévisionnel se divise en plusieurs postes essentiels :

**Tableau 4 : Coûts du projet**

Poste de dépense	Description	Montant estimé (DA)
<b>Recherche &amp; Développement</b>	Formulation, essais en laboratoire, tests de conservation	1 000 000
<b>Équipements et matériel</b>	Extrudeuse, séchoir, moules, verrerie, emballage pilote	1 500 000

## Partie startup

<b>Communication &amp; Marketing</b>	Design, promotion digitale, participation à des salons	500 000
<b>Production pilote</b>	Fabrication des premiers lots d'emballages bioactifs	800 000
<b>Frais administratifs et logistiques</b>	Dépôt de marque, transport, énergie, maintenance	400 000
<b>Total estimé</b>		<b>4 200 000 DA</b>

### Synthèse financière

Le projet nécessite un investissement initial d'environ 4,2 millions de dinars algériens. Le retour sur investissement est attendu à moyen terme (2 à 3 ans) grâce à la demande croissante d'emballages durables et aux partenariats industriels envisagés.

Le projet vise la rentabilité tout en maintenant un impact environnemental positif, en réduisant les déchets plastiques et en valorisant les sous-produits agroalimentaires locaux.

### 2. Compte de résultats prévisionnel

3. Le compte de résultats du projet permet d'évaluer la rentabilité et la viabilité économique du projet à moyen terme.

#### ➤ **Produits (Recettes prévues)**

**Ventes d'emballages bioactifs et biodégradables** : la principale source de revenus provient de la commercialisation des films d'emballage aux entreprises

Agroalimentaires locales.

**Partenariats et contrats B2B** : collaboration avec des fabricants de produits alimentaires (boulangeries, pâtisseries, producteurs de fruits et légumes).

**Soutien de programmes et concours de startups** : subventions et prix liés à l'innovation écologique.

#### ➤ **Charges (Dépenses prévues)**

➤ **Coûts de production** : matières premières, énergie, maintenance des équipements.

**Frais de recherche et développement** : optimisation du procédé, tests en laboratoire.

**Frais de marketing et communication** : création de supports visuels, campagnes digitales, salons professionnels.

**Frais administratifs** : gestion, transport, stockage et charges diverses.

➤ **Résultat net prévisionnel**

L'analyse prévisionnelle montre que le projet atteindra son seuil de rentabilité à partir de la 3<sup>ème</sup> année, grâce à l'augmentation progressive des ventes et la fidélisation des entreprises clientes.

Le bénéfice attendu garantira la croissance, la stabilité et le renforcement de la marque sur le marché algérien des emballages écologiques.

### 3. Bilan prévisionnel

Le **bilan prévisionnel** permet d'avoir une vision globale de la **santé financière** de la startup.

Il présente, à une date donnée, **les ressources disponibles (actif)** et **les emplois ou engagements financiers (passif)**.

L'objectif est d'assurer un **équilibre entre les besoins financiers et les rendements attendus**.

**Tableau 5: Le bilan prévisionnel**

Éléments	Description	Montant estimé (DA)
<b>Actif (Ressources possédées)</b>		
<b>Immobilisations</b>	Matériels, équipements de production, outils de laboratoire	1 800 000
<b>Stocks</b>	Matières premières et produits finis	400 000
<b>Créances clients</b>	Montants à recevoir des ventes	300 000
<b>Trésorerie disponible</b>	Fonds en caisse et comptes bancaires	700 000
<b>Total Actif</b>		<b>3 200 000</b>
<b>Passif (Ressources engagées)</b>		

<b>Capitaux propres</b>	Apport personnel et réserves	1 500 000
<b>Emprunts bancaires</b>	Financement externe à moyen terme	1 000 000
<b>Dettes fournisseurs</b>	Achats en attente de paiement	300 000
<b>Résultat net prévisionnel</b>	Bénéfice réinvesti	400 000
<b>Total Passif</b>		<b>3 200 000</b>

### Calcul et gestion du besoin en fonds de roulement (BFR)

- Le **besoin en fonds de roulement** représente le montant nécessaire pour financer le **cycle d'exploitation** (achat, production, vente).

Il se calcule selon la formule :

$$\text{BFR} = \text{Stocks} + \text{Créances clients} - \text{Dettes fournisseurs}$$

$$\text{BFR} = 400\ 000 + 300\ 000 - 300\ 000 = 400\ 000\ \text{DA}$$

Ce montant indique le projet a besoin de **400 000 DA** pour assurer son fonctionnement quotidien (matières premières, délais de paiement, production, etc.).

### Gestion des stocks

Une **gestion optimisée des stocks** est essentielle pour garantir la **fluidité du processus de production** sans immobiliser inutilement les ressources.

- Maintenir un **niveau de stock minimal**, mais suffisant pour éviter les ruptures.
- Utiliser une méthode de suivi (ex. *FIFO* — premier entré, premier sorti) pour préserver la qualité des matières premières.
- Réaliser des **inventaires réguliers** afin de réduire les pertes et améliorer la rotation.

### Gestion des dettes et créances

- **Dettes d'emprunt** : les remboursements seront planifiés sur 3 à 5 ans avec un taux préférentiel, en accord avec la nature écologique du projet.

- **Dettes fournisseurs** : maintien de relations de confiance et négociation de délais de paiement favorables (30 à 60 jours).
- **Comptes clients** : mise en place d'un suivi rigoureux des paiements pour éviter les retards et préserver la trésorerie.

### Synthèse

Le **bilan prévisionnel** démontre un **équilibre entre les ressources et les emplois**, garantissant une **stabilité financière à court et moyen terme**.

La gestion prudente du **BFR**, des **stocks** et des **dettes** assure la **pérennité économique** du projet et soutient sa **croissance durable**.

### 4. Processus de planification de la trésorerie

La planification de la trésorerie du projet vise à assurer une gestion efficace des flux financiers, en garantissant la disponibilité des fonds nécessaires pour chaque étape du développement.

Dans un premier temps, les recettes prévues sont identifiées à partir des sources de revenus attendues, notamment la vente des emballages bioactifs, les partenariats avec les entreprises agroalimentaires, ainsi que d'éventuelles aides financières ou subventions destinées aux projets innovants et écologiques.

Ensuite, les dépenses prévues concernent principalement les achats de matières premières, les frais de production, les analyses en laboratoire, le marketing, ainsi que les coûts liés à la logistique et à la distribution.

Toutes ces données sont compilées dans un plan de trésorerie mensuel, permettant de calculer les revenus et les dépenses mois par mois. Ce suivi régulier offre une vision claire de la situation financière du projet et facilite la prise de décisions pour maintenir un équilibre entre les entrées et les sorties de fonds.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

Au terme de ce travail, notre étude s'inscrit dans une dynamique de valorisation durable des matières premières agricoles. Ces dernières constituent des matrices riches en fibres, composés phénoliques et polysaccharides fonctionnels, offrant un potentiel significatif pour le développement de matériaux innovants.

Les analyses physico-chimiques ont montré les déchets étudiés présentent une teneur élevée en fibres, protéines et composés bioactifs, confirmant leur intérêt nutritionnel et fonctionnel.

Le mélange des extraits ont permis d'obtenir des fractions riches avec une activité antioxydante significative, mesurée par les tests DPPH. Les tests antimicrobiens ont révélé une activité variable selon les souches, avec une inhibition notable de *Staphylococcus aureus* et une absence d'effet sur certaines bactéries Gram-négatives, reflétant la sensibilité différentielle des micro-organismes.

L'ensemble de ces résultats a conduit à la formulation et la fabrication d'un premier prototype d'emballage bioactif. Ce dernier a permis de vérifier la faisabilité technologique.

Les manipulations réalisées ont également mis en évidence certaines limites : variabilité de l'activité antimicrobienne selon les conditions expérimentales, rendement d'extraction dépendant du protocole utilisé, et absence d'évaluation complète des propriétés mécaniques et de barrière du film. Ces limites constituent des axes de recherche futurs pour améliorer les performances de l'emballage et confirmer son efficacité en conditions réelles.

En conclusion, ce mémoire démontre que la valorisation des sous-produits constitue une approche prometteuse pour le développement de biomatériaux à forte valeur ajoutée, s'inscrivant pleinement dans une logique d'économie circulaire et de durabilité. La réalisation d'un premier prototype d'emballage bioactif confirme la faisabilité de cette stratégie et illustre le potentiel des sous-produits pour la conception de solutions innovantes et respectueuses de l'environnement, offrant une alternative crédible aux emballages plastiques conventionnels

# **Références bibliographiques**

- Anson, N. M., Hemery, Y. M., Bast, A., & Haenen, G. R. M. M. (2012). Optimizing the bioactive potential of wheat bran by processing. *Food & Function*, 3(4), 362. <https://doi.org/10.1039/c2fo10241b>
- Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model : A case study in Libya. *Scientific African*, 9, e00537. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00537>
- Balandrán-Quintana, R. R., Mercado-Ruiz, J. N., & Mendoza-Wilson, A. M. (2015). Wheat Bran Proteins : A Review of Their Uses and Potential. *Food Reviews International*, 31(3), 279–293. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1015137>
- Bangar, S. P., Sandhu, K. S., Purewal, S. S., Kaur, M., Kaur, P., Siroha, A. K., Kumari, K., Singh, M., & Kumar, M. (2022). Fermented barley bran : An improvement in phenolic compounds and antioxidant properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15543>
- Bayram, B., Ozkan, G., Kostka, T., Capanoglu, E., & Esatbeyoglu, T. (2021). Valorization and Application of Fruit and Vegetable Wastes and By-Products for Food Packaging Materials. *Molecules*, 26(13), 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules26134031>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M., & Chern, J.-C. (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3).
- Cheng, W., Sun, Y., Fan, M., Li, Y., Wang, L., & Qian, H. (2022a). Wheat bran, as the resource of dietary fiber : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(26), 7269–7281. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1913399>
- Cheng, W., Sun, Y., Fan, M., Li, Y., Wang, L., & Qian, H. (2022b). Wheat bran, as the resource of dietary fiber : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(26), 7269–7281. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1913399>
- Deroover, L., Tie, Y., Verspreet, J., Courtin, C. M., & Verbeke, K. (2020). Modifying wheat bran to improve its health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(7), 1104–1122. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1558394>
- Hell, J., Kneifel, W., Rosenau, T., & Böhmendorfer, S. (2014). Analytical techniques for the elucidation of wheat bran constituents and their structural features with emphasis on dietary fiber – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 35(2), 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.012>
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C., & Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 327–347. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.09.008>

- Kassawmar, T., Zeleke, G., Bantider, A., Gessesse, G. D., & Abraha, L. (2018). A synoptic land change assessment of Ethiopia's Rainfed Agricultural Area for evidence-based agricultural ecosystem management. *Heliyon*, *4*(11), e00914. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00914>
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT - Food Science and Technology*, *40*(2), 344–352. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.011>
- Li, C., Stump, M., Wu, W., & Li, Y. (2023). Exploring the chemical composition, antioxidant potential, and bread quality effects of the nutritional powerhouse : Wheat bran – A mini-review. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100898. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100898>
- Lukinac, J., & Jukić, M. (2022). Barley in the Production of Cereal-Based Products. *Plants*, *11*(24), 3519. <https://doi.org/10.3390/plants11243519>
- Mohd Basri, M. S., Abdul Karim Shah, N. N., Sulaiman, A., Mohamed Amin Tawakkal, I. S., Mohd Nor, M. Z., Ariffin, S. H., Abdul Ghani, N. H., & Mohd Salleh, F. S. (2021). Progress in the Valorization of Fruit and Vegetable Wastes : Active Packaging, Biocomposites, By-Products, and Innovative Technologies Used for Bioactive Compound Extraction. *Polymers*, *13*(20), 3503. <https://doi.org/10.3390/polym13203503>
- Moreira, D., Gullón, B., Gullón, P., Gomes, A., & Tavaría, F. (2016). Bioactive packaging using antioxidant extracts for the prevention of microbial food-spoilage. *Food & Function*, *7*(7), 3273–3282. <https://doi.org/10.1039/c6fo00553e>
- Nanomaterials for food applications*. (2019). Elsevier.
- Onipe, O. O., Jideani, A. I. O., & Beswa, D. (2015). Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products. *International Journal of Food Science & Technology*, *50*(12), 2509–2518. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12935>
- Rebolleda, S., González-San José, M. L., Sanz, M. T., Beltrán, S., & Solaesa, Á. G. (2020). Bioactive Compounds of a Wheat Bran Oily Extract Obtained with Supercritical Carbon Dioxide. *Foods*, *9*(5), 625. <https://doi.org/10.3390/foods9050625>
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., & Walton, J. (2012). Wheat bran : Its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, *63*(8), 1001–1013. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.687366>
- Suriano, S., Iannucci, A., Codianni, P., Fares, C., Russo, M., Pecchioni, N., Marciello, U., & Savino, M. (2018). Phenolic acids profile, nutritional and phytochemical compounds, antioxidant properties in colored barley grown in southern Italy. *Food Research International*, *113*, 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.072>

- Ye, G., Wu, Y., Wang, L., Tan, B., Shen, W., Li, X., Liu, Y., Tian, X., & Zhang, D. (2021). Comparison of six modification methods on the chemical composition, functional properties and antioxidant capacity of wheat bran. *LWT*, *149*, 111996. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111996>
- Zhang, Y., Wang, J., Gong, S., Xu, D., Mo, Y., & Zhang, B. (2021). Straw mulching improves soil water content, increases flag leaf photosynthetic parameters and maintains the yield of winter wheat with different irrigation amounts. *Agricultural Water Management*, *249*, 106809. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106809>
- Djazagro. (2025). *Emballage et conditionnement – Présentation du secteur*. <https://www.djazagro.com/fr-FR/salon/presentation/emballage-conditionnement>
- Anson, N. M., Hemery, Y. M., Bast, A., & Haenen, G. R. M. M. (2012). Optimizing the bioactive potential of wheat bran by processing. *Food & Function*, *3*(4), 362. <https://doi.org/10.1039/c2fo10241b>
- Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model : A case study in Libya. *Scientific African*, *9*, e00537. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00537>
- Balandrán-Quintana, R. R., Mercado-Ruiz, J. N., & Mendoza-Wilson, A. M. (2015). Wheat Bran Proteins : A Review of Their Uses and Potential. *Food Reviews International*, *31*(3), 279–293. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1015137>
- Bangar, S. P., Sandhu, K. S., Purewal, S. S., Kaur, M., Kaur, P., Siroha, A. K., Kumari, K., Singh, M., & Kumar, M. (2022). Fermented barley bran : An improvement in phenolic compounds and antioxidant properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15543>
- Bayram, B., Ozkan, G., Kostka, T., Capanoglu, E., & Esatbeyoglu, T. (2021). Valorization and Application of Fruit and Vegetable Wastes and By-Products for Food Packaging Materials. *Molecules*, *26*(13), 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules26134031>
- Cheng, W., Sun, Y., Fan, M., Li, Y., Wang, L., & Qian, H. (2022a). Wheat bran, as the resource of dietary fiber : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *62*(26), 7269–7281. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1913399>
- Cheng, W., Sun, Y., Fan, M., Li, Y., Wang, L., & Qian, H. (2022b). Wheat bran, as the resource of dietary fiber : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *62*(26), 7269–7281. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1913399>
- Deroover, L., Tie, Y., Verspreet, J., Courtin, C. M., & Verbeke, K. (2020). Modifying wheat bran to improve its health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(7), 1104–1122. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1558394>
- Hell, J., Kneifel, W., Rosenau, T., & Böhmendorfer, S. (2014). Analytical techniques for the elucidation of wheat bran constituents and their structural features with emphasis on dietary fiber – A review.

- 
- Trends in Food Science & Technology*, 35(2), 102–113.  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.012>
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C., & Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 327–347. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.09.008>
- Kassawmar, T., Zeleke, G., Bantider, A., Gessesse, G. D., & Abraha, L. (2018). A synoptic land change assessment of Ethiopia's Rainfed Agricultural Area for evidence-based agricultural ecosystem management. *Heliyon*, 4(11), e00914. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00914>
- Li, C., Stump, M., Wu, W., & Li, Y. (2023). Exploring the chemical composition, antioxidant potential, and bread quality effects of the nutritional powerhouse : Wheat bran – A mini-review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100898. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100898>
- Lukinac, J., & Jukić, M. (2022). Barley in the Production of Cereal-Based Products. *Plants*, 11(24), 3519. <https://doi.org/10.3390/plants11243519>
- Mohd Basri, M. S., Abdul Karim Shah, N. N., Sulaiman, A., Mohamed Amin Tawakkal, I. S., Mohd Nor, M. Z., Ariffin, S. H., Abdul Ghani, N. H., & Mohd Salleh, F. S. (2021). Progress in the Valorization of Fruit and Vegetable Wastes : Active Packaging, Biocomposites, By-Products, and Innovative Technologies Used for Bioactive Compound Extraction. *Polymers*, 13(20), 3503. <https://doi.org/10.3390/polym13203503>
- Moreira, D., Gullón, B., Gullón, P., Gomes, A., & Tavaría, F. (2016). Bioactive packaging using antioxidant extracts for the prevention of microbial food-spoilage. *Food & Function*, 7(7), 3273–3282. <https://doi.org/10.1039/c6fo00553e>
- Nanomaterials for food applications*. (2019). Elsevier.
- Onipe, O. O., Jideani, A. I. O., & Beswa, D. (2015). Composition and functionality of wheat bran and its application in some cereal food products. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(12), 2509–2518. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12935>
- Rebolleda, S., González-San José, M. L., Sanz, M. T., Beltrán, S., & Solaesa, Á. G. (2020). Bioactive Compounds of a Wheat Bran Oily Extract Obtained with Supercritical Carbon Dioxide. *Foods*, 9(5), 625. <https://doi.org/10.3390/foods9050625>
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., & Walton, J. (2012). Wheat bran : Its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8), 1001–1013. <https://doi.org/10.3109/09637486.2012.687366>
- Suriano, S., Iannucci, A., Codianni, P., Fares, C., Russo, M., Pecchioni, N., Marciello, U., & Savino, M. (2018). Phenolic acids profile, nutritional and phytochemical compounds, antioxidant properties in colored barley grown in southern Italy. *Food Research International*, 113, 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.072>

- Ye, G., Wu, Y., Wang, L., Tan, B., Shen, W., Li, X., Liu, Y., Tian, X., & Zhang, D. (2021). Comparison of six modification methods on the chemical composition, functional properties and antioxidant capacity of wheat bran. *LWT*, *149*, 111996. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111996>
- Zhang, Y., Wang, J., Gong, S., Xu, D., Mo, Y., & Zhang, B. (2021). Straw mulching improves soil water content, increases flag leaf photosynthetic parameters and maintains the yield of winter wheat with different irrigation amounts. *Agricultural Water Management*, *249*, 106809. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106809>
- Références R.D:
- Cai, Y. et al. (2021). *Phenolics in cereals, fruits and vegetables : Occurrence, extraction and analysis*.
- Dourado, G. K. Z. et all. (2022). *Comparison of Identification and Quantification of Polyphenolic Compounds in Skins and Seeds of Four Grape Varieties*.
- Ghaffar. (2011). *Antioxidant and antibacterial properties of lemon, sweet and cereal grasses*.
- Nikaido. (2003). *Bases moléculaires de la perméabilité de la membrane externe bactérienne revisitées*.
- Tegos, George, Stermitz, Frank R., Lomovskaya, Olga, Lewis, Kim. (2002). *Extraits de plantes médicinales ayant une activité inhibitrice d'efflux contre les bactéries Gram-négatives*.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, *28*(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M., & Chern, J.-C. (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10*(3).
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India. *LWT - Food Science and Technology*, *40*(2), 344–352. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.011>
- Lapointe□Vignola. (2002). *Science et technologie du lait: Transformation du lait* (Presses Internationales Polytechnique (Fondation de technologie laitière du Québec), p. environ 600).
- Loosveld, A.-M. A., Grobet, P. J., & Delcour, J. A. (1997). Contents and Structural Features of Water-Extractable Arabinogalactan in Wheat Flour Fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*(6), 1998–2002. <https://doi.org/10.1021/jf960901k>

# **Annexes**

**Annexe 1: Les étapes de mesure du pH**

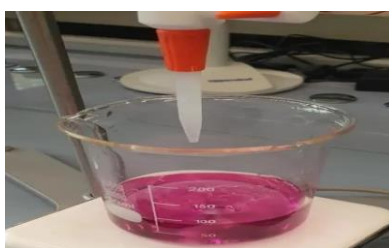


1. Mesure de



2. Lecture de

**Annexe2 : détermination de l'acidité titrable.**



1. Mesure l'acidité titrable

**Annexe3 : Les étapes de détermination de taux d'humidité**



1. Pesage



2. Séchag



3. Refroidissement



4. Pesage

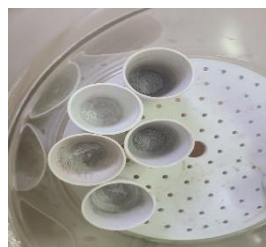
**Annexe 4 : Les étapes de dosage des cendres**



1. Pesage



2. Four a moufle



3. Refroidissement



4. Les Cendres

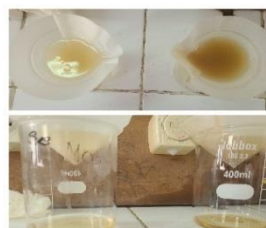
**Annexe 5 : les étapes de dosage des fibres**



**1. Pesage**



**2. Hydrolyse**



**3. Filtration**



**3. Rrésidus**

**Annexe 6 : les étapes de dosage de lipide**



**1. Pesage avant soxhlet**



**2. Soxhlet**



**3. Évaporation**



**4. Pesage après évaporation**

**Annexe 7 : les étapes de dosage des protéines**



**1. Préparation de l'extrait**



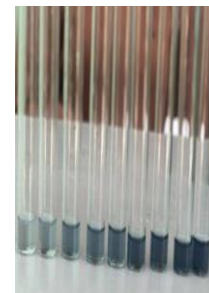
**2. Centrifugation**



**3. Récupérer Et filtre le surnageant**



**4. Le surnageant après filtration**



**5. Dosage des composés protéiniques**



**6. Lecture**

---

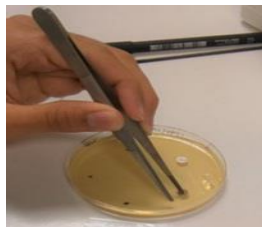
**Annexe 8 : Test de sensibilité antimicrobienne (Antibiogramme – méthode des disques)**



**2. Préparation de suspension**



**1. Ensemencement**



**3. Poser les disques**



**4. Application des extraits**



**5. Incubation**

## Résumé

Dans un contexte de transition écologique et de réduction du gaspillage alimentaire, ce travail vise à valoriser les sous-produits agroalimentaires, pour le développement d'un emballage bioactif et biodégradable. L'objectif principal est de concevoir un matériau capable de prolonger la durée de conservation des aliments sans ajout de conservateurs chimiques, tout en réduisant l'utilisation des plastiques et l'impact environnemental associé. L'étude repose sur une approche expérimentale comprenant la caractérisation physico-chimique (teneurs en humidité, protéines, lipides, fibres, sucres, pH, etc.), suivie de l'extraction des composés bioactifs. Les extraits ont ensuite été évalués pour leurs activités antioxydante et antimicrobienne sur différentes souches bactériennes.

Les résultats mettent en évidence le potentiel de ces coproduits comme sources naturelles de composés fonctionnels, valorisables dans la fabrication d'emballages écologiques et durables.

**Mots-clés :** valorisation, emballage bioactif, activité antioxydante, activité antimicrobienne, durabilité.

## Abstract

In the context of ecological transition and the reduction of food waste, this work aims to valorize agro-industrial by-products for the development of a bioactive and biodegradable packaging. The main objective is to design a material capable of extending the shelf life of food without the addition of chemical preservatives, while reducing plastic usage and its associated environmental impact. The study is based on an experimental approach, including physicochemical characterization (moisture, protein, lipid, fiber, sugar contents, pH, etc.), followed by the extraction of bioactive compounds. The extracts were then evaluated for their antioxidant and antimicrobial activities against various bacterial strains. The results highlight the potential of these by-products as natural sources of functional compounds, which can be used in the production of sustainable and eco-friendly packaging.

**Keywords:** valorization, bioactive packaging, antioxidant activity, antimicrobial activity, sustainability

## الملخص

في سياق التحول البيئي وتقليل هدر الطعام، يهدف هذا العمل إلى استثمار المنتجات الثانوية الصناعية الغذائية لتطوير تغليف حيوي وقابل للتحلل البيولوجي. الهدف الرئيسي هو تصميم مادة قادرة على تمديد فترة صلاحية الطعام دون إضافة مواد حافظة كيميائية، مع تقليل استخدام البلاستيك وتقليل الأثر البيئي المرتبط به. تعتمد الدراسة على منهج تجريبي يشمل التحليل الفيزيائي-الكيميائي (نسبة الرطوبة، البروتينات، الدهون، الألياف، السكريات، الرقم الهيدروجيني، إلخ)، يليه استخراج المركبات النشطة حيوياً. ثم تم تقييم المستخلصات لنشاطها المضاد للأوكسدة والنشاط المضاد للبكتيريا ضد سلالات بكتيرية مختلفة. تسلط النتائج الضوء على إمكانية استخدام هذه المنتجات الثانوية كمصادر طبيعية للمركبات الوظيفية، والتي يمكن استغلالها في إنتاج تغليف مستدام وصديق للبيئة.

**الكلمات المفتاحية:** الاستفادة، التغليف الحيوي، النشاط المضاد للأوكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا، الاستدامة

