

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ahmed Zabana de Relizane  
Faculté des sciences et de la Technologie  
Département de Sciences Biologiques



جامعة غليزان  
RELIZANE UNIVERSITY

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Dans le cadre de la décision 008 : Diplôme Institution Economique

Spécialité : Ecologie

Intitulé

**Essai de préparation d'un levain naturel à partir des épluchures  
de pomme de terre**

Présenté par :

Mr : SEDDIKI AYYOUB

Mr : YAHIA BEN YAHIA

Devant les membres de jury :

Présidente : Mme GHELLAI Malika

Maître de conférences (A)(U. Relizane)

Encadrante 1 : Mme AZZOUZ Fatima

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Encadrante 2 : Mme LAREF Nora

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Co-Encadrante : Mme TAMERT Asma

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Examinatrice : Mme BELKHEIR Khadidja

Maître de conférences (A) (U. Relizane)

Représentant de l'incubateur : Mme BELA Salima

Maître de conférences (B) (U. Relizane)

Année universitaire : 2024/2025

## Remerciements

Tout d'abord, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé, le

Courage et la volonté pour que nous puissions accomplir ce modeste travail.

Nos profonds remerciements à nos encadreurs, Dr. AZZOUZ Fatima, Dr. LAAREF Nora et

Dr. TAMERT Asma pour ses

Orientations et ses précieux conseils.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres de jury :

Présidente : Dr. GHELLAI Malika

Examinatrice : Dr. BELKHEIR Khadidja

Nous remercions également nos professeurs et enseignants pour leurs efforts au cours de ces Années passées à l'Université de Relizane.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des membres du laboratoire pédagogique de notre Université pour leur accueil chaleureux, leur encadrement bienveillant et leur disponibilité tout au long de notre travail. Leur expertise et leurs conseils nous ont été d'une aide précieuse dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également les membres d'équipe de l'usine de Sidi Saada pour leur collaboration, leur soutien technique et leur contribution au bon déroulement de nos recherches. Leur implication a grandement enrichi cette expérience.

Sans oublier nos collègues de la promotion 2024 / 2025.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce

Travail.

## Dédicace

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à mon parcours académique et personnel.

À mes chers parents, piliers de ma vie, qui m'ont inculqué les valeurs de travail, de persévérance et d'humilité. Leur amour, leur patience et leurs sacrifices ont été le fondement de chaque étape franchie. Ce travail est le fruit de leur foi inébranlable en mes capacités. Merci pour tout.

À ma famille, frères, sœurs, oncles, tantes, cousins et cousines, dont les encouragements, les prières et la présence m'ont toujours accompagné, même dans les moments de doute.

À mes enseignants et encadrants, dont les conseils avisés, les critiques constructives et le savoir transmis ont enrichi ma réflexion et m'ont permis de mener à bien ce travail. Leur rigueur et leur passion m'ont servi de modèle.

À mes camarades de promotion et amis, pour les échanges intellectuels, le partage de connaissances, les éclats de rire, le soutien moral et l'entraide durant toutes ces années. Ce mémoire est aussi le témoignage de notre aventure commune.

À toutes celles et ceux qui m'ont inspiré, motivé ou soutenu de près ou de loin, et dont les gestes, parfois silencieux mais pleins de bienveillance, m'ont permis de garder le cap.

Enfin, je rends grâce à Dieu la force, la santé et la persévérance qui m'ont porté jusqu'ici.

## **Résumé**

Face aux défis environnementaux actuels, la valorisation des déchets organiques s'impose comme une solution prometteuse pour limiter le gaspillage, créer des ressources de la matière première et promouvoir un développement durable.

Le présent travail a pour objectif l'exploitation des déchets ménagers organiques et leurs transformations en des matières susceptibles d'être utilisées dans la fabrication des produits alimentaires. Dans ce cadre, ce mémoire présente un essai de fabrication d'un levain naturel à partir des épluchures de pommes de terre, un déchet qui est riche en amidon et en sucres fermentescibles et qui représente une portion importante des déchets ménagers organiques.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le levain préparé ont révélé la prédominance d'une flore lactique bénéfique, indispensable à une fermentation de qualité, tout en excluant la présence de microorganismes pathogènes ou indésirables. Ce qui lui confère des caractéristiques favorables à être utilisées dans le processus de panification. Les résultats ont démontré que ce type de levain permettait une fermentation efficace, aboutissant à un pain aux caractéristiques sensorielles satisfaisantes.

## **Mots clés**

Levain, fermentation, panification, pain, microorganisme, épluchures de pomme de terre.

## **Abstract**

On the face of current environmental challenges, organic waste recovery is emerging as a promising solution to limit waste, create raw material resources, and promote sustainable development.

The objective of this work is to use organic household waste and transform it into materials that can be used in food manufacturing. In this context, this thesis presents an attempt to produce a natural sourdough starter from potato peelings, a waste product rich in starch and fermentable sugars and representing a significant portion of organic household waste.

The results of microbiological analysis carried out on the prepared sourdough revealed the predominance of beneficial lactic acid flora, essential for quality fermentation, while excluding the presence of pathogenic or undesirable microorganisms. This gives it favorable characteristics for use in the breadmaking process. The results demonstrated that this type of

sourdough allowed for efficient fermentation, resulting in bread with satisfactory sensory characteristics.

## Keywords

Sourdough, fermentation, breadmaking, bread, microorganism, potato peelings.

## المخلص

في مواجهة التحديات البيئية الحالية، أصبح استرداد النفايات العضوية بمثابة حل واعد للحد من النفايات، وخلق موارد المواد الخام، وتعزيز التنمية المستدامة.

يهدف العمل الحالي إلى استغلال النفايات المنزلية العضوية وتحويلها إلى مواد يمكن استخدامها في تصنيع المنتجات الغذائية. وفي هذا السياق، تقدم هذه الأطروحة محاولة لإنتاج خميرة طبيعية من قشور البطاطس، وهي من النفايات الغنية بالنشا والسكريات القابلة للتخمير والتي تمثل نسبة كبيرة من النفايات المنزلية العضوية.

أظهرت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية التي أجريت على العجين المخمر المحضر عن سيادة البكتيريا اللبنية المفيدة الضرورية للتخمير الجيد، مع استبعاد وجود الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض أو غير المرغوب فيها. مما يمنحه خصائص مناسبة للاستخدام في عملية صناعة الخبز. وأظهرت النتائج أن هذا النوع من الخبز المخمر يسمح بالتخمير بكفاءة، مما يؤدي إلى إنتاج خبز يتمتع بخصائص حسية مرضية.

## الكلمات الرئيسية

العجين المخمر، التخمير، صناعة الخبز، الخبز، الكائنات الحية الدقيقة، قشور البطاطس.

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURE 1</b> PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE POMMES DE TERRE. SOURCE.....                                      | 12 |
| <b>FIGURE 2</b> TENDANCES DE LA CONSOMMATION DE POMMES DE TERRE ET DE PRODUITS<br>DERIVES, PAR REGION ..... | 13 |
| <b>FIGURE 3</b> STRUCTURE DE L'AMIDON.....  | 14 |
| <b>FIGURE 4</b> TENEURS EN VITAMINES ET AUTRES ELEMENTS DE LA POMME DE TERRE .....                          | 16 |
| <b>FIGURE 5</b> SACCHAROMYCES CEREVISIAE EN MICROSCOPE.....   | 20 |
| <b>FIGURE 6</b> LES EPLUCHURES DE POMMES DE TERRE BLANCHES.....   | 25 |
| <b>FIGURE 7</b> PELURES DE POMME DE TERRE SECHE .....   | 27 |
| <b>FIGURE 8</b> BROYEUR.....  | 27 |
| <b>FIGURE 9</b> LES ETAPES DE PREPARATION DU LEVAIN NATUREL.....  | 28 |
| <b>FIGURE 10</b> PREPARATION DES DILUTIONS DECIMALES. ....  | 29 |
| <b>FIGURE 11</b> COULAGE DE SIX BOITES CONTENANT DU GN .....  | 30 |
| <b>FIGURE 12</b> COULAGE DE SIX BOITES CONTENANT DU MRS.....  | 30 |
| <b>FIGURE 13</b> LEVAIN NATUREL APRES FERMENTATION. ....  | 34 |
| <b>FIGURE 14</b> LEVAIN NATUREL AVANT FERMENTATION. ....  | 34 |
| <b>FIGURE 15</b> RESULTAT DE MELANGE D'INGREDIENTS (LEVAIN PREPARE + EAU + FARINE).....                     | 35 |
| <b>FIGURE 16</b> RESULTAT DE PREPARATION DES DILUTIONS DECIMALES A PARTIR DU LEVAIN<br>NATUREL.....         | 35 |
| <b>FIGURE 17</b> RESULTAT DE BOITE PETRI CONTENANT UN MILIEU GN.....  | 36 |
| <b>FIGURE 18</b> RESULTAT DES BOITES PETRI CONTENANT UN MILIEU MRS.....                                     | 36 |
| <b>FIGURE 19</b> RESULTAT D'OBSERVATION MICROSCOPIQUE DES BACTERIES LACTIQUE DE FORME<br>Y .....            | 37 |
| <b>FIGURE 20</b> RESULTAT DES TUBES A ESSAIS CONTENANT UN MILIEU BCPL. ....                                 | 37 |
| <b>FIGURE 21</b> RESULTAT DES TUBES A ESSAIS CONTENANT UN MILIEU ROTHE. ....                                | 38 |
| <b>FIGURE 22</b> RESULTAT DES TUBES A ESSAIS CONTENANT UN MILIEU DE GELOSE VIANDE-FOIE.<br>.....            | 38 |
| <b>FIGURE 23</b> RESULTAT DE LA BOITE PETRI CONTENANT UN MILIEU PDA. ....                                   | 39 |
| <b>FIGURE 24</b> RESULTAT DES TUBES A ESSAIS CONTENANT UN MILIEU BOUILLON AU SELENITE<br>ET CYSTINE. ....   | 39 |
| <b>FIGURE 25</b> RESULTAT DE LA BOITE PETRI CONTENANT UN MILIEU CHAPMAN.....                                | 40 |

## Liste des tableaux

**TABLEAU 1** : COMPOSITION CHIMIQUE DE LA POMME DE TERRE..... 14

**TABLEAU 2** : COMPOSITION CHIMIQUE DES EPLUCHURES DE SOLANUM TUBEROSUM1G/100G.  
..... 17

**TABLEAU 3** : COMPOSITION LIGNOCELLULOSIQUE DES EPLUCHURES DE POMME DE TERRE.. 17

## Liste des abréviations

**%** : pourcentage

**°C** : degré Celsius

**µm** : micromètre

**BCPL** : milieu de culture lactosé au bromocrésol pourpre

**BL** : bactérie lactique

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**DMA** : Déchets ménagers et assimilés

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**g** : gramme

**GN** : Gélose Nutritive

**h** : Heures

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène

**LAB** : Lactic Acid Bacteria

**Lb** : Lactobacillus

**mg** : milligramme

**ml** : millilitre

**MRS** : Man, Rogosa et Sharpe

**PDA** : Potato Dextrose Agar

**PPT** : poudre de pelure de pomme de terre

**SD** : Sourdough bread (pain au levain)

**SS** : Salmonella-Shigella

**VEGF** : Le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire.

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

DEDICACE

RESUME

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE ..... 1

RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I GENERALITE SUR LES DECHETS

1. Définition de déchet ..... 6

1.1. Définition économique ..... 6

1.2. Définition juridique ..... 6

2. Classification des déchets ..... 7

2.1. Classement selon l'origine et l'activité du déchet ..... 7

2.2. Classement en fonction de nature du déchet ..... 7

3. Déchets organiques ..... 8

3.1. Définition ..... 8

4. Traitement des déchets ..... 9

4.1. Traitement thermiques (Incinération) ..... 9

4.2. Traitement biologique ..... 9

4.3. Méthanisation ..... 9

4.4. Par méthode de compostage ..... 10

4. Impacts des déchets sur l'environnement ..... 10

5. Impacts des déchets sur l'économie ..... 10

CHAPITRE II GENERALITE SUR LA POMME DE TERRE

1. Origines de pomme de terre ..... 12

2. Composition chimique ..... 13

2.1. Glucides ..... 14

2.2. Lipides ..... 15

2.3. Protéines ..... 15

|  |    |
|--|----|
| 2.4. Minéraux .....  | 15 |
| 2.5. Vitamines .....   | 15 |
| 2.6. Alcaloïdes .....  | 16 |
| 3. Composition chimique des épluchures de <i>Solanum tuberosum</i> ..... | 16 |

## **CHAPITRE III LEVAIN**

|  |    |
|--|----|
| 1. Définition de levain .....                                | 19 |
| 2. Quelles sont les origines du levain .....                 | 19 |
| 3. Les microorganismes du levain.....                        | 19 |
| 3.1. Les levures .....                                       | 20 |
| 3.1.1. Définition .....                                      | 20 |
| 3.1.2. Fermentation .....                                    | 20 |
| 3.2. Bactéries Lactiques.....                                | 21 |
| 3.2.1. Définition et caractéristique .....                   | 21 |
| 4. Les paramètres influençant les propriétés du levain ..... | 21 |
| 5. Les avantages du levain .....                             | 21 |
| 6. Domaines d'utilisation du levain.....                     | 22 |

## **MATERIELS ET METHODES**

|   |    |
|---|----|
| 1. L'objectif .....   | 25 |
| 2. Matériels utilisés .....   | 25 |
| 3. Méthodologie.....  | 26 |
| 3.1. Tri et collecte des déchets .....                                    | 26 |
| 3.2. Transformation initiale en laboratoire.....                          | 26 |
| 3.3. Séchage des pelures de pomme de terre .....                          | 26 |
| 3.4. Broyage des pelures séchées .....                                    | 27 |
| 3.5. Protocole de préparation du levain naturel .....                     | 27 |
| 3.6. Suivi de la fermentation .....                                       | 29 |
| 4. Méthode d'analyse .....  | 29 |
| 4.1. Préparation des dilutions décimales à partir du levain naturel ..... | 29 |
| 4.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale .....              | 30 |
| 4.3. Dénombrement des bactéries lactiques .....                           | 30 |
| 4.4. Indices de contamination fécal .....                                 | 31 |
| 4.4.1. Dénombrement des coliformes (totaux et fécaux) .....               | 31 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5 Numération des streptocoques fécaux .....                           | 31 |
| 4.6. Recherche de spores de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> ..... | 31 |
| 4.7. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> .....                    | 32 |
| 4.8. Numération des levures et moisissures .....                        | 32 |
| 4.9. Recherche de Salmonella .....                                      | 32 |
| 4.9.1. Pré-enrichissement .....   | 32 |
| 4.9.2. Enrichissement .....   | 32 |
| 4.9.3. Isolement .....  | 32 |

## RESULTATS ET INTERPRETATION

|   |    |
|---|----|
| 1. Suivi du produit .....   | 34 |
| 2. Essai de panification du pain à partir de levain préparé.....          | 34 |
| 3. Analyses microbiologiques.....   | 35 |
| 3.1. Préparation des dilutions décimales à partir du levain naturel ..... | 35 |
| 3.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale .....              | 36 |
| 3.3. Dénombrement des bactéries lactiques .....                           | 36 |
| 3.4. Indices de contamination fécal .....                                 | 37 |
| 3.5. Numération des streptocoques fécaux .....                            | 38 |
| 3.6. Recherche de spores de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> .....   | 38 |
| 3.7. Numération des levures et moisissures .....                          | 39 |
| 3.8. Recherche de Salmonella .....  | 39 |
| 3.9. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> .....                      | 40 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| INTERPRETATION ..... | 40 |
|----------------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| CONCLUSION ..... | 42 |
|------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE..... | 43 |
|--------------------------------|----|

# Introduction

## Introduction

Dans un contexte de crise environnementale et de prise de conscience collective autour des enjeux de développement durable, la réduction et la valorisation des déchets ménagers organiques représentent une priorité stratégique. Parallèlement, le secteur agroalimentaire connaît un renouveau, porté par une demande croissante pour des produits sains, artisanaux, et respectueux de l'environnement. Ce double constat ouvre la voie à des approches innovantes qui allient recherche scientifique, transition écologique et entrepreneuriat. Les méthodes de réutilisation de ces déchets alimentaires sont constamment développées et améliorées en raison des niveaux alarmants de gaspillage alimentaire atteints aujourd'hui (Ramírez et *al.*, 2020). De nombreuses études scientifiques ont démontré la possibilité de valoriser divers déchets pour obtenir de nouveaux produits ou composés d'intérêt (Leira et *al.*, 2019 ; Costa et *al.*, 2020 ; Navarro-Peraza et *al.*, 2020). En effet les déchets ménagers constituent une source non négligeable de matières organiques, avec un potentiel d'application dans divers domaines tels que la gestion des résidus de fruits et légumes pour la consommation humaine et animale (Ramírez et *al.*, 2020).

Dans un monde confronté à une crise écologique croissante, la valorisation des déchets organiques représente une réponse stratégique aux défis environnementaux, économiques et alimentaires. En Algérie, la quantité des déchets ménagers organiques est considérable, représentant plus de 60 % des déchets solides urbains (AND, 2021). Ces déchets, souvent jetés sans tri préalable, constituent pourtant une ressource valorisable pour de nombreuses applications, notamment dans l'agriculture, la bioénergie, et l'alimentation artisanale.

Parmi les initiatives innovantes de valorisation, la transformation des pelures de pommes de terre en substrat de fermentation constitue une approche prometteuse pour la fabrication de levain naturel s'inscrit pleinement dans la logique d'économie circulaire. Ce procédé permet de réduire la charge organique des déchets, tout en créant un produit alimentaire sain et durable, à haute valeur ajoutée.

Dans le contexte alimentaire algérien, cette problématique prend tout son sens. L'Algérie est l'un des plus grands consommateurs de pain au monde, avec une moyenne de 49 millions de baguettes consommées chaque jour (TSA Algérie, 2023 ; FAO, 2023).

Face à cela, le recours au levain naturel, issu de fermentations spontanées, offre une alternative durable et plus saine.

De nombreuses études mettent en avant ses avantages nutritionnels : meilleure digestibilité, biodisponibilité accrue des minéraux, index glycémique plus bas et

conservation prolongée sans additifs (Belledonne Bio, 2023). L'utilisation de déchets organiques comme support de fermentation représente donc une innovation éco-alimentaire prometteuse, alliant la réduction des déchets et la production d'un aliment de qualité.

Dans cette étude, il s'agit donc de démontrer que des déchets courants, comme les épluchures de pomme de terre, peuvent servir de base pour produire un levain de qualité, tout en réduisant le gaspillage alimentaire.

Ce travail de recherche s'inscrit dans cette dynamique en explorant une voie originale : la fabrication de levain naturel à partir des déchets ménagers organiques, et plus particulièrement les épluchures de pomme de terre, les pelures de fruits, ou encore les restes de légumes riches en glucides. Ces déchets, souvent considérés comme inutiles, possèdent pourtant un fort potentiel fermentaire grâce à leur richesse en amidon, en sucres et en micro-organismes naturellement présents sur leur surface. Ils constituent donc un substrat idéal pour développer une flore fermentaire utile à la fabrication du levain.

Au-delà de l'aspect scientifique, ce mémoire s'inscrit dans une perspective entrepreneuriale, avec l'ambition de poser les bases d'un projet de startup axé sur la valorisation des déchets alimentaires par fermentation.

L'idée est de créer un produit innovant – un levain naturel « zéro déchet » – destiné aux artisans boulangers, aux particuliers soucieux de l'environnement, et à tout acteur engagé dans l'économie circulaire. Ce projet vise ainsi à allier l'impact écologique, l'innovation agroalimentaire, et la viabilité économique.

Ce travail explorera donc à la fois les aspects microbiologiques, technologiques, et économiques de la démarche, dans l'objectif de prouver qu'un déchet peut devenir une ressource précieuse, au service d'un modèle alimentaire plus durable et résilient.

Ce mémoire s'articule en deux grandes parties complémentaires :

➤ **La première partie : consiste** en une synthèse bibliographique approfondie, permettant d'établir un socle théorique solide pour l'étude. Elle est structurée en trois chapitres :

- Le premier chapitre porte sur les déchets organiques, abordant leur classification, leur impact environnemental et les différentes méthodes de valorisation, avec un accent particulier sur les approches biologiques.

- Le deuxième chapitre traite de la pomme de terre, ressource agroalimentaire courante, en explorant sa composition chimique, ses caractéristiques et son potentiel en tant que substrat fermentescible.

- Le troisième chapitre s'intéresse au levain naturel, en présentant les micro-organismes impliqués dans la fermentation, les conditions optimales de développement ainsi que les facteurs influençant la qualité du levain.

➤ **La deuxième partie** : est dédiée à l'aspect expérimental. Elle comprend la préparation du levain à base de poudre de pelures de pommes de terre, la fabrication du pain, et une analyse sensorielle visant à évaluer les caractéristiques organoleptiques des produits obtenus. Cette phase est suivie d'une discussion interprétative des résultats, reliant les observations pratiques aux données théoriques.

Cette organisation méthodologique permet d'assurer une cohérence entre les fondements scientifiques et les applications pratiques de l'étude.

RECHERCHES  
BIBLIOGRAPHIQUES

# Chapitre I

## Généralité sur les déchets

## 1. Définition de déchet

Le terme déchet peut avoir plusieurs définitions, selon le contexte et aussi le niveau législatif, il varie d'un auteur à un autre et d'un pays à un autre. D'après le programme des nations unies pour le développement 2 (2009) et l'article 3 du journal officiel de la République Algérienne de la loi N 01-19 du 19 décembre 2001 relative à la gestion au contrôle et l'élimination des déchets, un déchet est défini comme : « tout résidu d'un processus de production de transformation ou d'utilisation et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont la propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer ». Notamment ce terme prend des différentes significations du point de vue économique, juridique, sociologique, politique, environnementale et systémique parmi ceux-ci on retient les deux définitions et qui mettent en exergue la valeur économique du déchet et l'enjeu juridique qui entoure sa gestion future.

### 1.1. Définition économique

Un déchet est défini sur le plan économique comme étant une matière ou un objet dont la valeur économique nulle ou négative, pour son détenteur à un moment et dans un lieu donné et pour que s'en débarrasser ce dernier doit se faire tout seul ou payer quelqu'un pour faire le travail. Bien que cette définition ne soit pas exhaustive elle exclut une bonne part des déchets recyclables, qui possèdent une valeur économique et qui peuvent servir comme de matières premières ou secondaire pour la production d'autres produits voir même des bien pour la communauté aussi bien dans les pays développés ou industrialisés que ceux en développement (Maystre, 1994).

### 1.2. Définition juridique

Au niveau juridique on trouve également une conception subjective et une conception objective. Selon la conception subjective, un bien devient un déchet lorsque son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser et tant qu'il n'a pas quittée la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue il reste toujours à lui, mais le jour où ce bien est déposé dans une poubelle ou sur une voie publique il devient également une propriété de la municipalité, car cet acte montre qu'il veut abandonner tout droit de propriété. Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de l'environnement et aussi la santé publique indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique, de plus le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et ne

pas se décharger de ses responsabilités envers de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique (Al-oueimine, 2006).

## **2. Classification des déchets**

### **2.1. Classement selon l'origine et l'activité du déchet**

#### **1. Les déchets ménagers et assimilés (DMA)**

Les déchets ménagers et assimilés sont les déchets produits par les ménages, les commerçants, les artisans et même les entreprises et industries quand ils ne présentent pas de caractère dangereux ou polluant à savoir : papiers, cartons, bois, verre, textiles, emballages (Gillet, 1985).

#### **2. Les déchets industriels**

Ces déchets comprennent des matériaux de nature et de composition diverse et donc on distingue :

##### **2.1. Les déchets industriels banals (non dangereux)**

Ces déchets sont constitués de papier, carton, plastique, verre, matière organique végétale ou animale, au sens large ces déchets regroupent les déchets municipaux et les déchets qui peuvent être valorisables par recyclage, fermentation ou par incinération avec récupération d'énergie, ne sont en général ni toxique ni dangereux, peuvent être traités ou stockés dans les mêmes installations que les déchets ménagers.

##### **2.2. Les déchets industriels spéciaux (dangereux)**

Ces déchets ont un pouvoir polluant important puisqu'ils contiennent des éléments toxiques en quantités variables ce qui génère des nuisances et de ce fait il faut les traiter et stockés correctement (Ademe, 2013).

### **2.2. Classement en fonction de nature du déchet**

#### **2.2.1. Les déchets dangereux**

Tous les déchets qui présentent une ou plusieurs de ses propriétés suivantes sont considérés également comme dangereux, on site : nocif, toxique, inflammable, cancérigène, corrosif, infectieux, comburant, explosif, toxique pour la reproduction, écotoxique, mutagène, irritant.

#### **2.2.2. Les déchets non dangereux**

Regroupent tous les déchets qui ne présentent aucun effet dangereux ou bien toxiques, c'est également des déchets banals qui sont issus par les activités des commerçants, les entreprises, artisans et déchets ménagers (Damien, 2013).

### **2.2.3. Les déchets toxiques en quantités dispersés**

Sont des déchets dangereux, mais qui sont produits en petites quantités par les ménages et les commerçants, on distingue des déchets solides, liquides et gazeux :

### **2.2.4. Les déchets liquides :**

Les huiles usagés, peintures, les rejets de lavage, lessives et détergeant, produit de coiffures, eau de javel, encres révélatrices et aérosols.

### **2.2.5. Les déchets solides**

Tel que, les ordures ménagères, les gravats, emballages, tous les déchets non dangereux souillés.

### **2.2.6. Les déchets gazeux**

Tel que, biogaz, les fumées d'incinération (Elhafiane,2012).

### **2.2.7. Les déchets inertes**

Sont des déchets provenant également des travaux de démolition, de constructions ou de rénovation (béton, céramique, briques, carrelages...), est aussi de l'exploitation des carrières et des mines plus les activités routières. Ces déchets ne sont pas biodégradables, ne se décomposent pas et ne brûlent pas et ne produisant aucune réaction chimiques ou physiques et qui ne détériorent pas d'autres matières, avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible de générer une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine.

### **2.2.8. Les déchets ultimes**

Les opérations de traitement des déchets produisent de nouveaux déchets : les déchets de déchets de quelque sorte. Ceux-ci Seront traités et fourniront encore des déchets. Il arrive un moment où l'opération ne doivent plus rentable et l'on obtient ainsi le déchet ultime (Moletta, 2009).

## **3. Déchets organiques**

### **3.1. Définition**

Les déchets organiques sont l'ensemble des résidus ou sous-produits issus de l'activité des industries agro-alimentaires, agricoles ou bien les collectivités urbaines et qui posent des problèmes de gestion à leurs détenteurs. Sont composés généralement de matières organiques non synthétique, caractérisée par la présence d'atomes de carbone issus d'organismes vivants, végétaux ou animaux, de plus au niveau des zones péri urbaines et rurales les gisements de déchets agricoles lato sensu constituent une composante majeure

des déchets organiques. Vu leurs compositions chimiques ils peuvent également subir un phénomène biologique appelée fermentation et de ce fait ces déchets sont putrescibles c'est-à-dire sont capables d'une dégradation spontanée due à leurs capacités fermentescibles intrinsèque et donc sont des déchets biodégradables (Chauvin, 2004).

#### **4. Traitement des déchets**

Il existe différents types de traitements des déchets :

##### **4.1. Traitement thermiques (Incinération)**

L'incinération désigne « l'action de réduire en cendres. De détruire par le feu ». Appliquée aux déchets. Elle comprend tous les équipements ou ensembles techniques. Fixes ou portables. Destinés au traitement thermique des déchets. Avec ou sans récupération de la chaleur dégagée par la combustion dans un four (Yefsah, 2017).

L'incinération est généralement le processus de traitement thermique des déchets en présence d'oxygène dans l'air du four. Quel que soit le type de déchets. Pour les ordures ménagères. C'est un moyen d'éliminer les déchets en les brûlant à haute température. La combustion réduit 90 % du volume et 70 % de la masse. C'est aussi un moyen de produire de l'énergie. La récupération d'énergie est intervenue plus tard. Actuellement. C'est l'un des objectifs de l'incinération urbaine et consiste en un double usage : énergétique et matière. Il peut s'agir d'un joint "électricité et chaleur" appelé cogénération (Addou, 2009).

##### **4.2. Traitement biologique**

Le traitement biologique des déchets implique l'action de micro-organismes pour modifier la forme des déchets ou pour séparer certains composants. Elles concernent principalement les déchets. Qui contiennent une quantité importante de matière organique et permettent le développement de micro-organismes actifs (Yefsah, 2017).

##### **4.3. Méthanisation**

La méthanisation ou digestion anaérobie stricte a été mise évidence par Volta 1776. La digestion anaérobie est le traitement anaérobie des déchets Fermentescible. Produisant du gaz combustible. Peut être utilisé comme amendement organique après maturation par compostage. Il s'agit essentiellement de déchets riches en eau qui Dégadable utilisé. (Bourgeois et al, 1989).

#### **4.4. Par méthode de compostage**

Le compostage est un processus de transformation et de décomposition Contrôler de manière maîtrisée les matières organiques contenues dans les ordures ménagères L'oxygène de l'air et les populations microbiennes alimentent le compost (Addou. 2009).

#### **4. Impacts des déchets sur l'environnement**

Les stratégies de gestion des déchets. Y compris l'incinération et les décharges. Peuvent libérer produits chimiques toxiques et gaz à effet de serre qui peuvent pénétrer dans l'atmosphère. Le sol et les plans d'eau. Les déchets organiques qui ne sont pas éliminés de manière raisonnable peuvent contaminer les plans d'eau potable car ils peuvent nuire à la flore et à la faune. La décomposition d'autres déchets peut prendre des années. Et leur accumulation dans la nature présente une grande menace pour le fonctionnement de l'écosystème et des différents cycles de matériaux qui le composent (Yefsah, 2017).

#### **5. Impacts des déchets sur l'économie**

De mauvaises conditions écologiques peuvent affecter l'économie de plusieurs manières. Notamment une production alimentaire réduite. Une mauvaise santé humaine et animale et une réduction des zones touristiques potentielles. Une utilisation négligente des ressources naturelles peut affecter notre capacité à produire de la nourriture à moyen et à long terme (Yefsah, 2017).

# Chapitre II

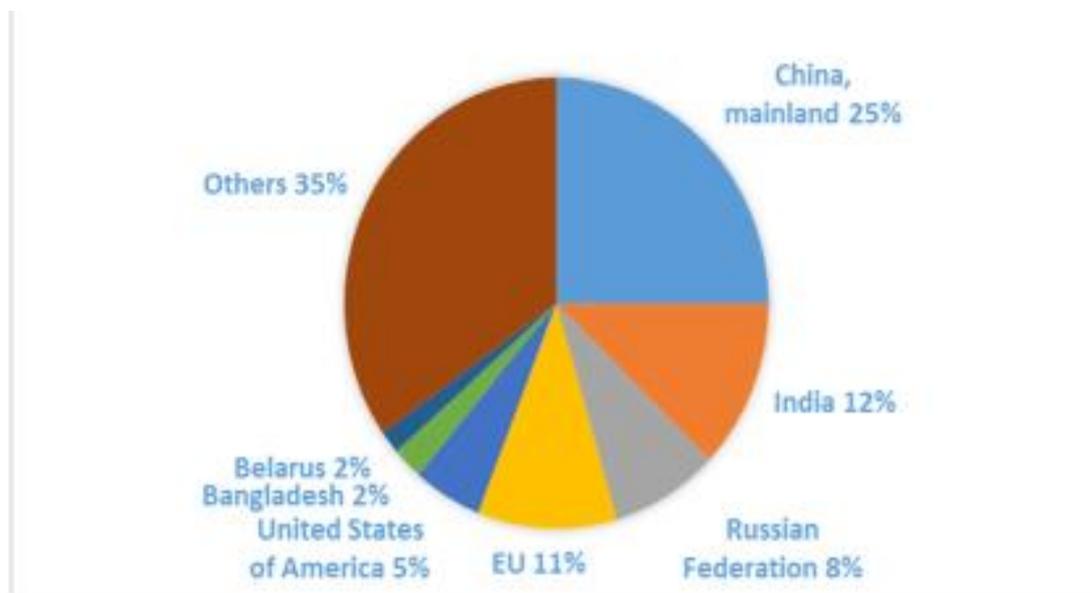
## Généralité sur la pomme de terre

## 1. Origines de pomme de terre

La pomme de terre est originaire de la cordillère des Andes dans le sud-ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 8 000 ans. Introduite en Europe vers la fin du XVI<sup>e</sup> siècle à la suite de la découverte de l'Amérique par les conquistadors espagnols, elle est aujourd'hui cultivée dans plus de 150 pays sous pratiquement toutes les latitudes habitées (Ugent et *al*, 1988).

En Algérie, la pomme de terre a probablement, été introduite une première fois au XVI<sup>e</sup> siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac... puis, elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt. Dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, les colons vont la cultiver pour leur usage, car les algériens y sont réticents malgré les disettes successives. C'est la dernière grande famine des années 30/40 qui viendra à bout de cette opposition (Méziane, 1991). En 1995, la NASA expérimente pour la première fois la culture de pommes de terre dans l'espace lors d'une mission de la navette spatiale Columbia (Nasa, 2009).

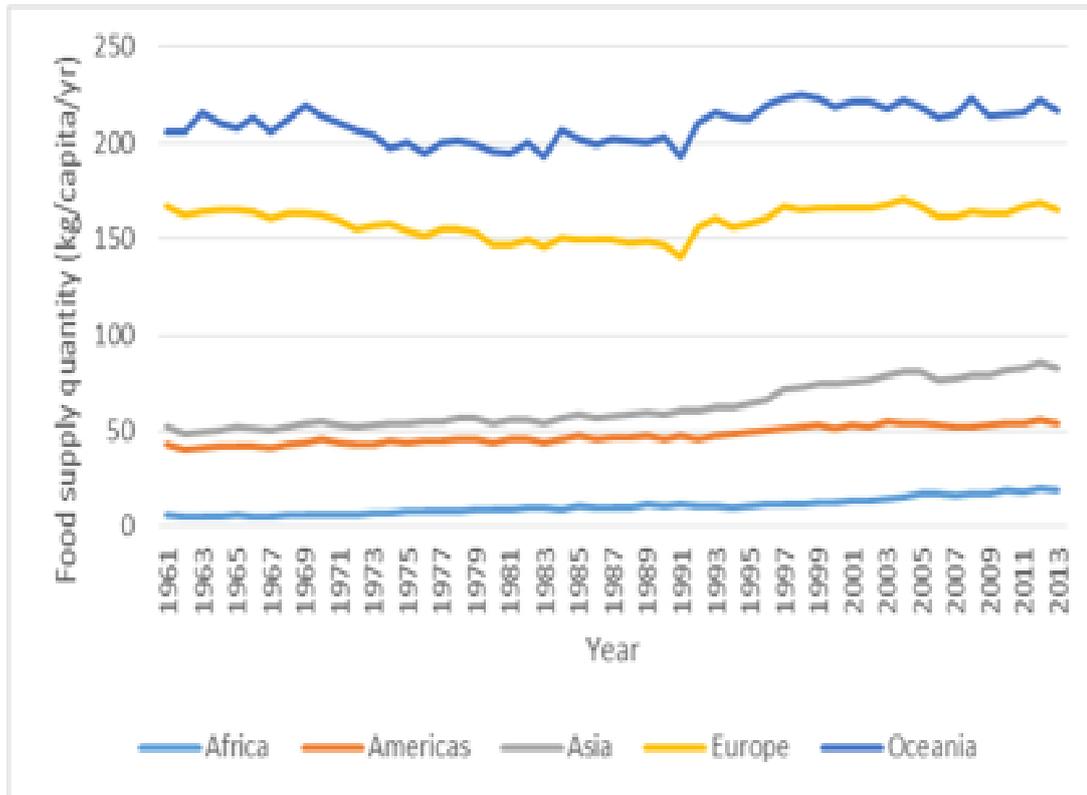
L'Organisation des Nations unies a déclaré l'année 2008, l'année de la pomme de terre afin de « renforcer la prise de conscience du rôle clé de la pomme de terre, et de l'agriculture en général » (FAO, 2008).



**Figure 1** principaux producteurs de pommes de terre. Source : Données FAOSTAT 2014(données les plus récentes disponibles).

- Les données officielles sont publiées dans FAOSTAT pour tous les pays, à l'exception de l'Iran, où les données FAO basées sur la méthode d'imputation sont fournies.

## 2. Composition chimique



**Figure 2** Tendances de la consommation de pommes de terre et de produits dérivés, par région (1961 à 2013).

La pomme de terre est un aliment énergétique qui contient environ les trois quarts de son poids en eau, une quantité relativement élevée de glucides, un faible taux de substances azotées et très peu de lipides (Tableau 1). La pomme de terre présente des niveaux significatifs de vitamine C, réduits à différents degrés par la cuisson, selon la variété et le mode de cuisson. C'est également une source de minéraux (Rousselle et *al*, 1996).

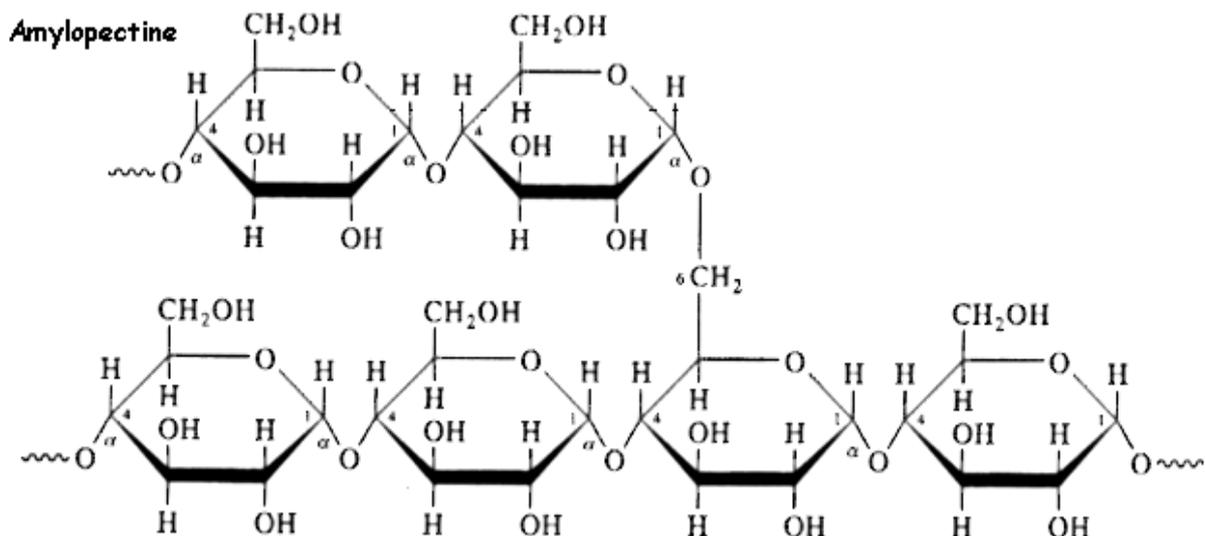
**Tableau 1** Composition chimique de la pomme de terre (Talbur et Smith. 1987).

| Paramètres         | Valeurs moyennes de la matière fraîche |
|--------------------|--|
| Eau                | 77,5%                                  |
| Matière sèche      | 22,5%                                  |
| Protides           | 2,0%                                   |
| Lipides            | 0,1%                                   |
| Glucides           | 19,4%                                  |
| Cendres            | 1,0%                                   |
| Apport énergétique | 80cal/100g                             |

## 2.1. Glucides

Les principaux macronutriments contenus dans les pommes de terre sont les glucides, avec une nette prédominance de l'amidon (Figure 3).

La qualité de l'amidon de pomme de terre cuit a un impact sur la santé. Parmi les caractéristiques les plus importantes, le rapport amylose : amylopectine et le degré de phosphorylation qui sont susceptibles d'affecter les propriétés physicochimiques, telles que la viscosité de l'amidon (Noda et al, 2007). Le saccharose étant le principal diholoside, le glucose et le fructose les deux principaux monosides. (Kumar et al, 2004).

**Figure 3** Structure de l'amidon (Jaspard, 2005)

## 2.2. Lipides

Les lipides sont présents en très faibles quantités dans la pomme de terre, ils représentent environ 0,1% du poids frais. La majorité des acides gras présents dans la pomme de terre sont polyinsaturés avec une prédominance de l'acide linoléique et linoléique représentant respectivement 51 à 60 et 13 à 24% des acides gras totaux (Galliard, 1973).

## 2.3. Protéines

Bien que la teneur en protéines soit relativement faible, elles constituent environ 8% (4,7%min - 11,2% max) du poids de la matière sèche du tubercule. Plus de 90 % d'entre elles sont hydrosolubles et localisées dans la chair. Les protéines insolubles sont situées dans la peau et dans les membranes cellulaires. On y trouve plusieurs acides aminés essentiels dont la lysine, la méthionine et le tryptophane (Kapoor et Desborough, 1975). Les principales protéines sont l'albumine, la globuline, la prolamine et la gluténine, les pommes de terre contiennent également des glycoprotéines (Lisinska et Leszczynski, 1989).

## 2.4. Minéraux

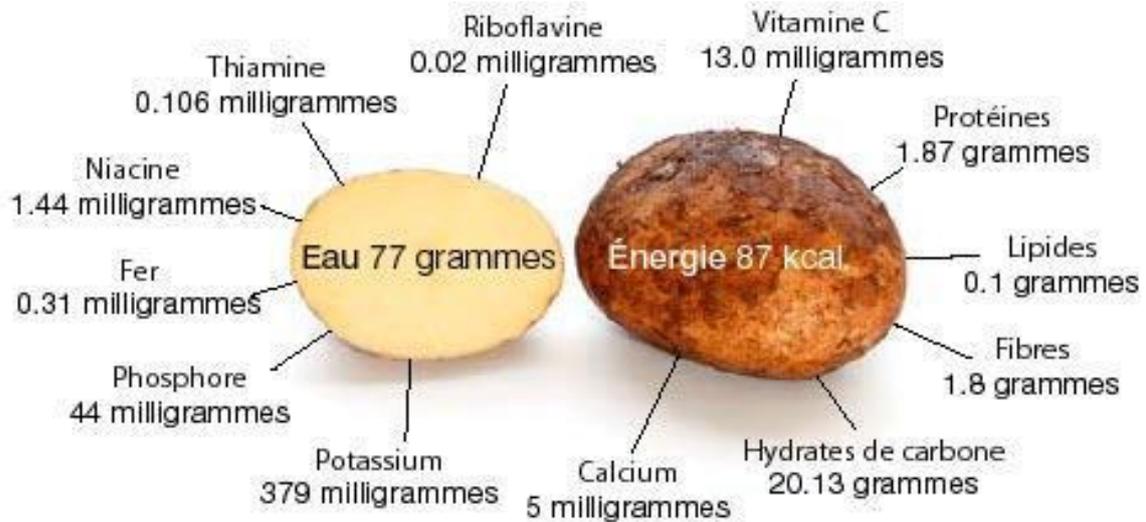
Le potassium est le minéral le plus abondant dans la pomme de terre, avec des concentrations comprises entre 495 et 575 mg/100 g (Bethke et Jansky, 2008).

La pomme de terre contient également du phosphore et du magnésium dans des quantités respectives de l'ordre de 42 à 120 mg/100 g et de 16 à 40 mg/100 g (Palta, 1996).

## 2.5. Vitamines

Les pommes de terre sont une source importante en vitamine C (acide ascorbique), ses teneurs varient de 84 à 145 mg/100g MS, cela dépend des méthodes de semences et de récoltes ainsi que les conditions de stockage (Donnelly et Kubow, 2011). La pomme de terre est une bonne source de vitamines B1, B3 et B6 et elle contient en outre des vitamines B9, B5 et B2 (FAO, 2008).

La figure ci-dessous illustre les vitamines et les minéraux les plus abondants dans la pomme de terre.



**Figure 4** Teneurs en vitamines et autres éléments de la pomme de terre (FAO, 2008)

## 2.6. Alcaloïdes

Pour se défendre des champignons et insectes, les feuilles, tiges et germes du tubercule contiennent des niveaux élevés d'éléments toxiques appelés glycolalcaloïdes (FAO, 2008). A dose élevée (entre 2 et 5 mg de glycolalcaloïdes total/kg), les glycolalcaloïdes ont un effet toxique sur les bactéries, virus, champignons, insectes, animaux et humains (Wu et *al*, 2012). Cependant, à plus faible dose, les glycolalcaloïdes présentent des effets bénéfiques tels que des effets antipyrétiques, antiallergiques, anti-inflammatoires, des activités antibiotiques à l'encontre des bactéries pathogènes, de virus, de champignons. Ils montrent également des effets dans la destruction de cellules cancéreuses humaines (Friedman, 2006).

## 3. Composition chimique des épluchures de *Solanum tuberosum*

L'eau est le constituant majeur des épluchures de *Solanum tuberosum* avec une teneur de 83,3%. Elles contiennent des quantités suffisantes de l'amidon, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (tableau 02).

**Tableau 2** Composition chimique des épluchures de *Solanum tuberosum* 1g/100g. (Igor et al, 2015).

| Composants (poudre) | Teneur minimale et maximale |
|---------------------|-----------------------------|
| Eau                 | 83,3-85.1                   |
| Protéines           | 1,2-2,3                     |
| Total lipides       | 0,1-0,4                     |
| Total carbohydrates | 8,7-12,4                    |
| Amidon              | 7,8                         |
| Total fibres        | 2,5                         |
| Cendres             | 0,9-1,6                     |

**Tableau 3** Composition lignocellulosique des épluchures de pomme de terre (Lenthane.2009).

| Matière lignocellulosique | Teneur % |
|---------------------------|----------|
| Cellulose                 | 55,25    |
| Hémicellulose             | 11,71    |
| Lignine                   | 14,24    |
| Reste (humidité, cendres) | 18,8     |

# Chapitre III

## Levain

## 1. Définition de levain

Terme générique utilisé dans différents secteurs d'activité (panification, brasserie, produits laitiers fermentés, etc.). Pour dénommer un milieu pré-fermenté servant à ensemer une fabrication. Il s'agit d'un écosystème composé de microorganismes en interaction avec le milieu. Il est aussi le siège d'activités enzymatiques endogènes et microbiennes contribuant à modifier la matrice. (Roussel, 2020).

En panification, c'est une pâte pré-fermentée pouvant être décrite comme un écosystème microbien céréalier complexe constitué de levures et de bactéries lactiques sur un milieu à base de farine et d'eau. (Roussel, 2020).

Pâte en fermentation à réaction acide, provenant au départ d'un mélange de farine et d'eau, sans apport volontaire de levures, et perpétuée à partir de ce mélange, une fois qu'il a subi une fermentation spontanée, par des additions conduites de façon méthodique. Ces « rafraîchissements » successifs provoquent la multiplication et la sélection de la flore microbienne des levains. (Roussel, 2020).

## 2. Quelles sont les origines du levain

L'adjonction de levain fut pendant longtemps la seule manière de faire lever le pain. Il est très difficile de dater la découverte du levain, mais les premières représentations de celui-ci datent de l'Ancien empire égyptien. Selon les versions, le levain aurait été découvert par les Babyloniens ou par les Hébreux. Mais l'origine la plus fréquemment citée est celle de l'Égypte : une personne aurait tardé à cuire sa pâte de céréales, et celle-ci, sous l'effet de la fermentation, se serait mise à gonfler, créant ainsi le premier pain levé. Les Égyptiens et avant eux les Sumériens maîtrisaient la fermentation : ils fabriquaient conjointement de la bière et du pain (La maison kayser, 1996).

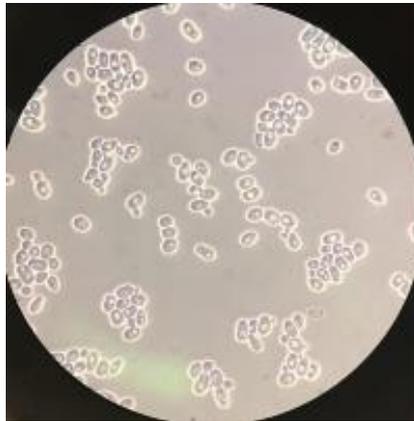
## 3. Les microorganismes du levain

Le pain levé était originellement réalisé à l'aide d'un levain, c'est à dire un mélange de farine et d'eau où se développe naturellement une communauté de microorganismes : les bactéries lactiques et les levures. Le levain était un reste de pâte de la fournée précédente (eau, farine et sel) (Jacob 2007).

### 3.1. Les levures

#### 3.1.1. Définition

La levure est un organisme vivant qui se nourrit de glucose, nutriment élémentaire dont elle a besoin. Ce glucose lui est fourni par l'amidon de la farine (grande molécule constituée de quelques molécules de glucose) qu'elle dégrade. La levure ingère le glucose, le fractionne en petites parties afin de pouvoir restituer l'énergie dont elle a besoin (Brochoire et *al*, 1997). Ce sont des champignons microscopiques unicellulaires connue sous le nom de « *Saccharomyces cerevisiae* », elle est utilisée pour semer le pain (Fredot, 2005). La levure a un rôle technique important pour assurer la fermentation alcoolique production massive de dioxyde de carbone pour faire fermenter la pâte (Montel et *al*, 2005).



**Figure 5** *Saccharomyces cerevisiae* en microscope (Pilarbini, 2017)

#### 3.1.2. Fermentation

La levure est l'un des ingrédients de base de la fabrication du pain, son rôle principal est la conversion des sucres fermentescibles (glucose, fructose, saccharose et maltose) en dioxyde de carbone et l'éthanol, induisant également la production de composés aromatiques. (Giannou et *al*, 2003).

Avec une augmentation de la concentration de levure, la taille des bulles devient plus petite de 23 à 17  $\mu\text{m}$ , ceci est peut-être parce que la concentration de levure augmente le taux de production de  $\text{CO}_2$  et la sursaturation entraînent une augmentation des taux des bulles. Il en résulte une baisse des tailles de bulles (Upadhyay et *al*, 2012).

Les levures ont pour rôle technologique essentiel d'assurer la fermentation alcoolique en produisant massivement le gaz carbonique permettant la levée de la pâte (Montel et *al*, 2005).

## 3.2. Bactéries Lactiques

### 3.2.1. Définition et caractéristique

L'acidification et les processus enzymatiques accompagnant la croissance des LAB confèrent les principales qualités de saveur et de texture. Les bactéries lactiques sont largement distribuées en nature et existent dans une variété d'habitats (Wei, 2019). Les bactéries lactiques sont une classe importante des micro-organismes procaryote. Cependant. Les LAB sont tous Gram positif. Micro-aérophile ou aérotolérante ; catalase négative ; bâtonnets ou coques ; le plus important. Ils produisent tous de l'acide lactique comme un produit principal (Wood et Hokzapfel, 1995).

Les applications industrielles du LAB reposent sur Certains genre clés bénéfiques et non pathogènes ; *Lactococcus*(lait). *Lactobacillus* (lait.Viande.Légumes.Céréales). *Leuconostoc* (légumes. Lait). *Pediococcus* (légumes. Viande). *Oenococcus oeni* (vin) et *Streptococcus Thermophilus* (lait). D'autres membres des LAB. notamment les Lb. Occupent des niches importantes dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux et sont considérés comme offrant un certain nombre d'avantages probiotiques pour la santé et le bien-être en général. Ces avantages comprennent une influence positive sur la microflore normale. L'exclusion compétitive des agents pathogènes et la stimulation/ modulation de l'immunité muqueuse (Wei, 2019).

## 4. Les paramètres influençant les propriétés du levain

Un levain c'est un organisme symbiotique dans lequel vivent ensemble des levures et des bactéries lactiques. Elles se développent naturellement lorsque certaines conditions sont réunies : - La fermentation d'une farine complète (la farine de seigle est celle qui fonctionne le mieux). - Avec une température moyenne et stable (25° idéalement). - Et une bonne circulation d'air pour que les bactéries de l'air ambiant puissent coloniser votre levain. Le levain, sous l'action des bactéries et des levures fait gonfler la pâte à pain par une succession de fermentations : lactique, alcoolique et acétique. Cela prend du temps (Pierre, 2013).

## 5. Les avantages du levain

Le levain a une longue tradition et est largement utilisé comme agent levant dans la biotechnologie moderne des produits de boulangerie, car il offre de nombreux avantages technologiques et une qualité globale supérieure par rapport à la levure de boulangerie (Melini et al. 2018). La microflore qui caractérise le levain comprend plusieurs souches de

levures et de BL (qui ont des effets bénéfiques sur la texture, la fermeté et la durée de vie). Elle est profondément influencée à la fois par des facteurs endogènes tels que la composition des matières premières (glucides, sources d'azote, minéraux, lipides, acides gras libres et activités enzymatiques) et des facteurs exogènes tels que les paramètres du processus (température, rendement de la pâte, durée de fermentation, procédure de rafraîchissement) (Nionelli et *al.*, 2016). La synthèse des acides organiques, l'activation de différentes enzymes et la synthèse de métabolites microbiens qui se produisent pendant la fermentation SD ont la capacité d'influencer positivement les caractéristiques sensorielles, de consistance, nutritionnelles et de durée de vie du pain (Gobbetti et *al.*, 2014). Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation du SD, l'augmentation de la digestibilité des protéines *in vitro*, et de la quantité de fibres solubles, la diminution de l'indice glycémique, de la teneur en phytates, des inhibiteurs de trypsine et d'autres facteurs antinutritionnels, ont été décrites (Montemurro et *al.*, 2019). D'autre part, il est intéressant de noter qu'une réduction d'une importante cytokine proinflammatoire telle que le VEGF a été rapportée uniquement après l'intervention avec SD. Des études antérieures ont montré la production, par des bactéries lactiques sélectionnées, de peptides ayant une activité antioxydante et anti-inflammatoire dans des cellules cultivées pendant la fermentation du levain (Galli et *al.* 2018). Fait intéressant, des résultats récents ont indiqué que ces activités biologiques étaient également maintenues après la cuisson, dans le produit final (Luti et *al.* 2020). Cette découverte pourrait aider à comprendre les raisons des propriétés anti-inflammatoires de cette ancienne céréale levée au SD.

## 6. Domaines d'utilisation du levain

Outre la fabrication de tous type de pains, vous pourrez également utiliser votre levain dans diverses autres préparations comme :

- \* Des cakes et gâteaux.
- \* Des pains.
- \* Des crêpes et pancakes.
- \* Des brioches et viennoiseries.
- \* Crackers et paneton (Chavan, 2011).

Matériels

Et

Méthodes

## 1. L'objectif

Dans une perspective écologique et économique, ce travail vise à valoriser les déchets de pommes de terre, notamment les épluchures, en les utilisant comme substrat pour la fabrication de levain naturel. Cette approche permet de réduire l'impact environnemental lié à l'accumulation des déchets organiques, tout en offrant une solution à faible coût pour la production de levain. En réintroduisant des résidus alimentaires dans un cycle de transformation utile, cette démarche contribue à la fois à la protection de l'environnement et à l'optimisation et la valorisation des ressources naturels disponibles.

## 2. Matériels utilisés

Pour la réalisation de ce travail, les épluchures de pommes de terre blanches (*Solanum tuberosum* variété blanche) ont été utilisées en tant que matière première. Grâce à leur richesse en sucres fermentescibles et en nutriments essentiels principalement l'amidon, ces épluchures représentent un substitut idéal de la farine de blé utilisée pour la préparation de levain naturel. De ce fait, Leur utilisation permet non seulement de valoriser un déchet agroalimentaire, mais aussi de réduire les coûts de production.



**Figure 6** Les épluchures de pommes de terre blanches (*Solanum tuberosum* variété blanche).

### **3. Méthodologie**

#### **3.1. Tri et collecte des déchets**

La première étape du protocole expérimental consiste au tri et à la collecte des pelures de pommes de terre.

Afin de garantir la qualité du substrat destiné à la fermentation, les épluchures sont soigneusement triées pour éliminer toute matière étrangère ou non conforme (terre, débris, autres types de déchets organiques). Cette étape est cruciale pour éviter toute contamination pouvant altérer le processus de fermentation. Les pelures triées sont ensuite collectées dans des bacs roulants spéciaux conçus exclusivement pour ce type de déchet, dans le but d'éviter tout mélange avec d'autres résidus et ainsi prévenir la formation de substances toxiques.

#### **3.2. Transformation initiale en laboratoire**

Après la collecte, les pelures de pommes de terre fraîches sont transférées au laboratoire pour subir un lavage rigoureux. Cette étape vise à éliminer toutes les impuretés résiduelles, notamment la terre, la poussière ou tout autre contaminant pouvant nuire au processus de fermentation.

Les épluchures de pomme de terre ont subi plusieurs lavages à l'eau de robinet suivis par un lavage à l'eau distillée, afin de garantir une propreté maximale et éliminer les substances indésirables présentes dans l'eau du robinet. Ce procédé permet également de standardiser les conditions expérimentales et de préparer un substrat homogène et sain pour la suite de l'expérience.

#### **3.3. Séchage des pelures de pomme de terre**

Après le lavage, les pelures de pommes de terre subissent un processus de séchage pour réduire la teneur en humidité et améliorer la conservation à des fins expérimentales. Le séchage est effectué à température ambiante (25°C), pendant une durée totale de 72 heures (environ trois jours).

Ce processus lent permet un séchage progressif et uniforme, évitant toute dégradation thermique des composés organiques présents dans les écorces et garde la composition en flore microbienne des épluchures. À la fin de cette étape, les écorces séchées sont prêtes à être broyées.



**Figure 7** pelures de pomme de terre séché

### **3.4. Broyage des pelures séchées**

Une fois le séchage terminé, les pelures de pommes de terre sont prêtes pour l'étape de broyage. Cette opération est réalisée à l'aide d'un broyeur adapté, permettant de transformer les pelures séchées en une poudre fine et homogène. Cette forme facilite leur utilisation dans le processus de fermentation, en augmentant la surface de contact avec l'eau et en améliorant la libération des nutriments nécessaires à la croissance des micro-organismes. La poudre obtenue est ensuite stockée dans des récipients hermétiques en attendant son utilisation pour la fabrication du levain naturel.



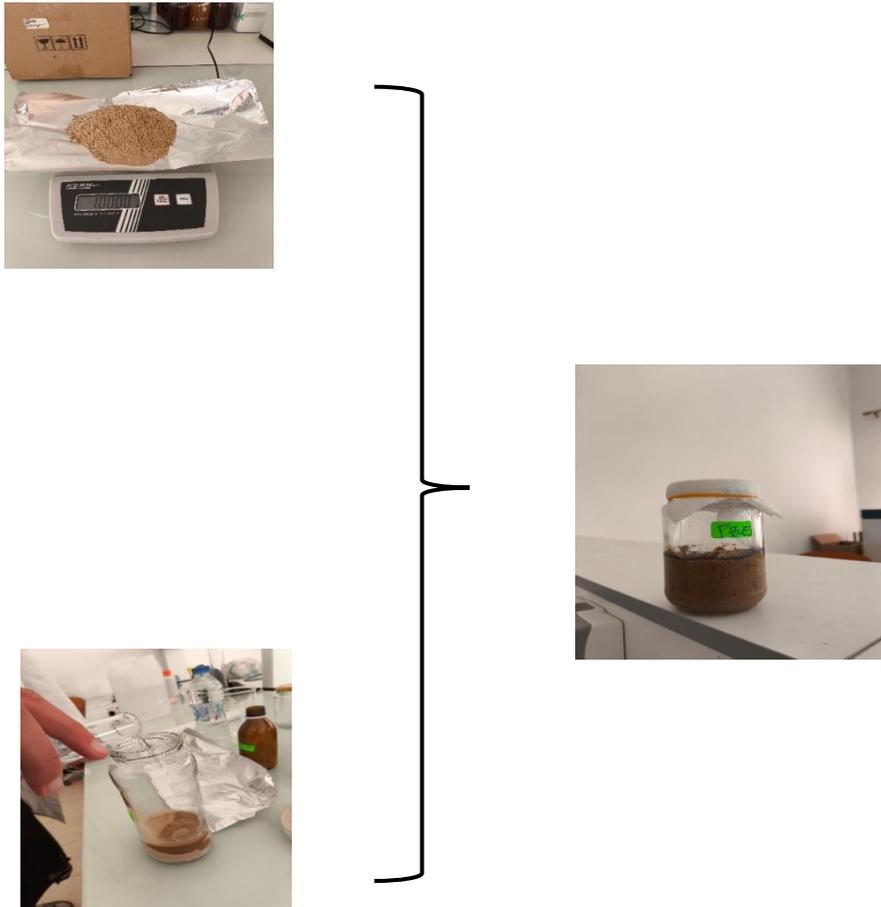
**Figure 8** broyeur

### **3.5. Protocole de préparation du levain naturel**

La préparation du levain commence par l'utilisation de la poudre de pelures de pommes de terre obtenue à l'étape précédente. Dans un récipient propre et stérilisé, Une quantité donnée de poudre est mélangée à un volume approprié d'eau distillée.

L'ajout de l'eau distillée permet de dissoudre la poudre et de créer un environnement propice à la fermentation.

Le mélange est ensuite laissé à fermenter dans un environnement bien ventilé, garantissant une aération suffisante pour éviter toute stagnation d'air, ce qui permet une fermentation optimale. La ventilation aide à maintenir les conditions nécessaires à l'activité des micro-organismes tout en empêchant le développement de moisissures indésirables.



**Figure 9** Les étapes de préparation du levain naturel

### 3.6. Suivi de la fermentation

Après avoir préparé le mélange initial (poudre de pelures, d'eau distillée), celui-ci est laissé à température ambiante pendant 24 heures dans un récipient bien ventilé. Une augmentation notable du volume de la levure est observée, atteignant environ un quart (1/4) du volume initial. Un repère est tracé sur le récipient pour noter ce niveau de croissance.

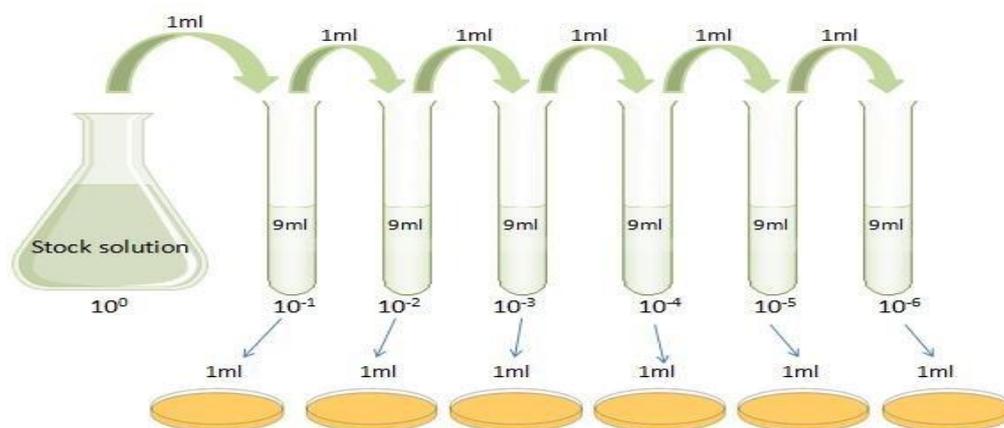
Au bout de 48 heures (le deuxième jour), une nouvelle quantité de poudre de pelures de pommes de terre, et d'eau distillée sont ajoutés au mélange.

Cette étape permet d'alimenter la levure en développement et de stimuler davantage le processus de fermentation. Une nouvelle augmentation de volume est observée, cette fois elle correspond environ au double du volume précédent, ce qui représente un signe d'une fermentation active et efficace.

## 4. Méthode d'analyse

### 4.1. Préparation des dilutions décimales à partir du levain naturel

Un gramme de levain naturel a été prélevé aseptiquement puis introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologie stérile, ce qui constitue une dilution au ( $10^{-1}$ ). Ensuite, 1 ml de dilution a été prélevé et transféré dans un deuxième tube contenant également 9 ml d'eau physiologie stérile, pour obtenir la dilution  $10^{-2}$ . Cette opération a été répétée à chaque fois de la même manière : 1 ml d'une dilution transféré dans 9 ml de diluant stérile, jusqu'à atteindre la dilution  $10^{-6}$ . Chaque tube a été bien agité après ajout du prélèvement, afin d'assurer un bon mélange. Cette démarche permet de réduire progressivement la charge microbienne initiale pour faciliter l'obtention de résultats exploitables sur les milieux de culture.



**Figure 10** Préparation des dilutions décimales.

## 4.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

0.1 ml des dilutions a étéensemencé ( $10^{-4}$   $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ) dans Les six boîtes (deux pour chaque dilution) de gélose nutritive (GN). Il a été recommandé de ne pas dépasser 15 minutes entre la préparation des dilutions et le coulage de la gélose. Les six boîtes ont été incubées à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 72 h.



**Figure 11** coulage de six boîtes contenant du GN

## 4.3. Dénombrement des bactéries lactiques

A consisté à déposer 0.1 ml de chaque dilution ( $10^{-4}$   $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ) à la surface des six boîtes contenant du MRS solidifié, suivie d'un étalement uniforme à l'aide d'un râteau stérile. L'ensemble des boîtes a été incubé à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 72 heures. Après incubation, des colonies représentatives ont été prélevées pour la réalisation de la coloration de Gram, afin d'observer la morphologie et le type de paroi bactérienne. Le test de catalase a également été effectué en ajoutant quelques gouttes de peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) sur une colonie pour détecter la présence de l'enzyme catalase, révélée par un dégagement de bulles d'oxygène.



**Figure 12** coulage de six boîtes contenant du MRS

#### **4.4. Indices de contamination fécal**

##### **4.4.1. Dénombrement des coliformes (totaux et fécaux)**

La recherche de coliformes totaux a été réalisée selon une méthode en milieu liquide, en utilisant le bouillon BCP (Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol) incorporé avec une cloche de Durham pour la détection de la production de gaz.

Pour chaque dilution, 9 ml de bouillon BCP a été répartis dans des tubes, auxquels été ajoutés 1 ml de l'échantillon dilué, L'incubation a été réalisée pendant 48 h à 30°C.

Pour distinguer les coliformes totaux des coliformes fécaux en incubant les tubes à deux températures différentes :

- 30 °C pour le développement des coliformes totaux.
- 44,5 °C pour la détection spécifique des coliformes fécaux, plus thermotolérants.

##### **4.5 Numération des streptocoques fécaux**

La détection des streptocoques fécaux a été réalisée en deux étapes. Dans un premier temps, un test présomptif a été effectué en ensemencement 1 ml de dilutions dans 10 ml de milieu de Rothe, incubé à 37 °C. Ensuite, un test confirmatif a été mené à partir des tubes présumés positifs, en repiquant sur le milieu de Litsky, composé de Rothe additionné d'éthyl violet, et incubé à la même température pour confirmer la présence de streptocoques fécaux.

##### **4.6. Recherche de spores de *Clostridium sulfito-réducteurs***

La méthode générale a reposé sur l'utilisation d'un milieu de gélose Viande-Foie. Lors de la préparation, un flacon de gélose Viande-Foie a été fondu, refroidi à 45°C, puis ajouté une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium. Le mélange a été effectué de manière aseptique et soigneuse, puis le milieu a été conservé dans une étuve à 45°C jusqu'à son utilisation.

Les tubes contenant les dilutions  $10^{-2}$  et  $10^{-1}$  été chauffés à 80°C pendant 8 à 10 minutes pour éliminer les formes végétatives et ne conserver que les spores. Ensuite, 1 ml de chaque dilution a été inoculé en double dans des tubes stériles contenant 15 ml de gélose Viande-Foie, puis laissée solidifier à température ambiante. Les tubes été incubés à 37°C et examinés à 16 heures pour repérer les colonies noires caractéristiques de *Clostridium*.

#### **4.7. Recherche de *Staphylococcus aureus***

Pour la recherche de *Staphylococcus aureus*, un ensemencement en surface a été réalisé sur un milieu sélectif de Chapman, à l'aide de 0,1 ml de la suspension mère. Les boîtes ont ensuite été incubées à 37°C pendant 48 heures.

#### **4.8. Numération des levures et moisissures**

0.1 ml de dilution ( $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ) a été ensemencé en surface sur une boîte de Pétri contenant de la gélose PDA (Potato Dextrose Agar), un milieu adapté à la croissance des champignons. L'incubation a été réalisée à une température comprise entre 20 et 25 °C pendant 3 jours.

#### **4.9. Recherche de Salmonella**

##### **4.9.1. Pré-enrichissement**

25 g d'aliment a été broyé dans 225 ml d'eau peptonée tamponnée, avec incubation de 16 à 24 h à 37°C.

##### **4.9.2. Enrichissement**

10 ml du pré-enrichissement a été transféré dans 100 ml de bouillon au sélénite et cystine.

##### **4.9.3. Isolement**

À l'aide d'une öse, un isolement a été effectué sur gélose SS. Après 48 h à 37°C

# Résultats Et Interprétation

## 1. Suivi du produit

Les deux figures ci-dessus illustrent l'évolution d'un levain naturel dans un bécher gradué, qui permettant ainsi de suivre visuellement sa progression au fil du temps grâce aux graduations. Sur la figure 13, le levain vient d'être rafraîchi : il a été nourri avec de la poudre de pomme de terre et de l'eau et de sucre, puis mélangé à l'aide d'une cuillère. À ce stade, la texture est dense, la surface est irrégulière, et aucun signe de fermentation n'a encore été observé. Après un certain temps de repos à température ambiante (généralement entre 24 et 48 heures), la fermentation a eu lieu, comme le montre la figure 14. Le levain a augmenté de volume, atteignant un niveau supérieur au repère initial. Cette durée permet de suivre l'évolution du levain depuis le mélange initial jusqu'à l'obtention d'un produit stable et actif. Durant cette période, des observations quotidiennes sont nécessaires pour surveiller les signes de fermentation (bulles, odeur, texture), évaluer la progression de l'activité microbienne, et garantir l'absence de contamination. Ce temps expérimental est crucial pour valider la réussite de la fermentation et l'efficacité du levain obtenu.



**Figure 14** Levain naturel avant fermentation.      **Figure 13** Levain naturel après fermentation.

## 2. Essai de panification du pain à partir de levain préparé

Sur la première figure, une pâte a été préparée avec de la farine, de l'eau et du levain naturel. Elle a été travaillée puis laissée au repos. Après quelques heures, une texture élastique et bien hydratée a été obtenue.

Sur la deuxième figure, la pâte a été façonnée et placée sur un papier cuisson. De la farine a été utilisée pour éviter qu'elle ne colle. Elle a été laissée à fermenter, et a légèrement gonflé, signe d'une bonne activité du levain.

Sur la troisième figure, la pâte a été cuite au four. Un pain au levain a été obtenu, avec une croûte dorée et un aspect rustique.

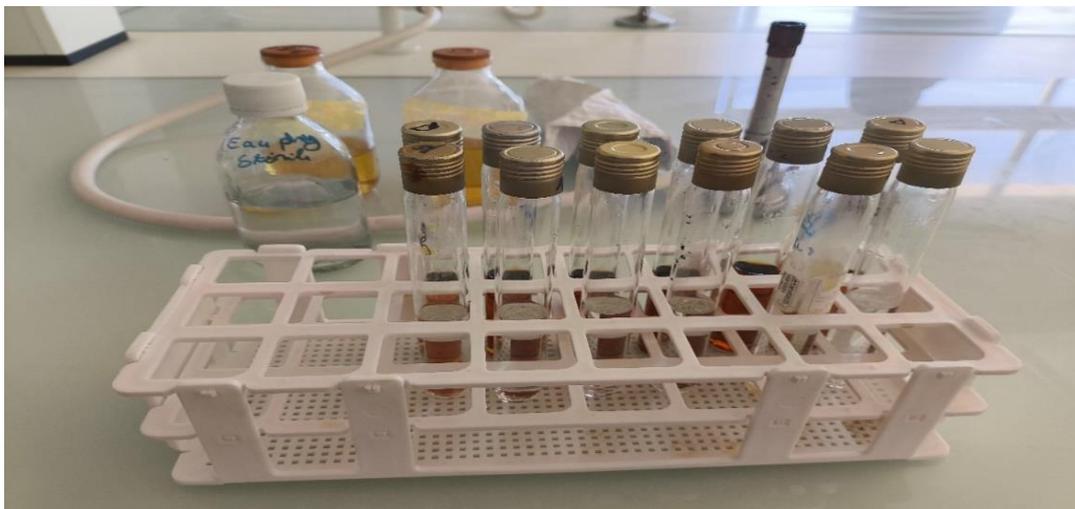


**Figure 15** résultat de mélange d'ingrédients (levain préparé + eau + farine)

### 3. Analyses microbiologiques

#### 3.1. Préparation des dilutions décimales à partir du levain naturel

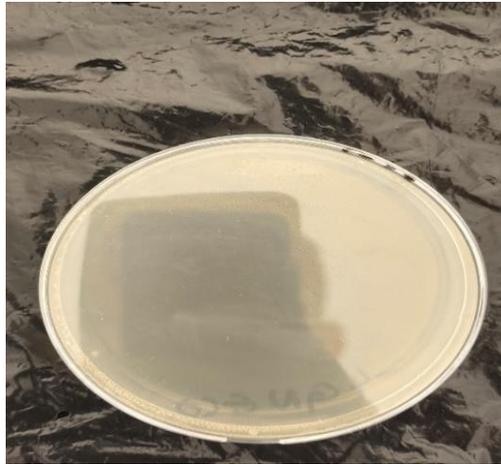
La figure (16) montre la préparation des dilutions décimales à partir d'un levain naturel, réalisée à l'aide des tubes à essais contenant chacun une solution diluée du levain. Une eau peptonée stérile a été utilisée comme diluant pour effectuer ces dilutions successives, permettant de réduire progressivement la concentration en micro-organismes. Cette méthode a été employée afin de faciliter le dénombrement des bactéries présentes dans le levain en ensementant les dilutions sur un milieu de culture approprié.



**Figure 16** résultat de Préparation des dilutions décimales à partir du levain naturel

### 3.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La boîte de Pétri dans la figure (17) est remplie d'un milieu de culture solide, clair et homogène, typique de la gélose nutritive, Le milieu présente une surface lisse, sans colonies visibles, ce qui indique qu'aucune croissance bactérienne n'a eu lieu.



**Figure 17** résultat de boîte Pétri contenant un milieu GN.

### 3.3. Dénombrement des bactéries lactiques

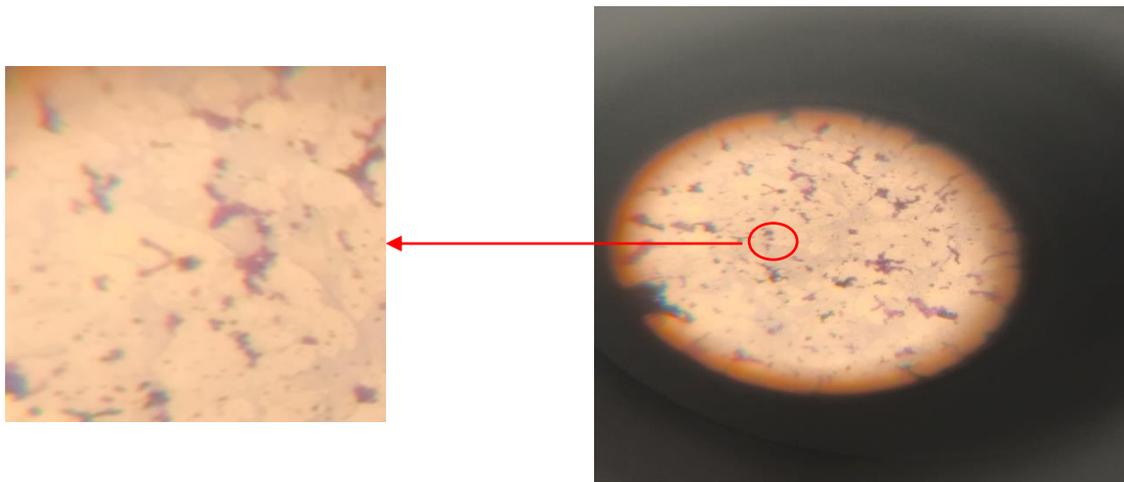
Des boîtes de Pétri dans la figure (18) contenant un milieu MRS ont été utilisées pour l'ensemencement des dilutions décimales du levain naturel. Après incubation, de nombreuses colonies ont été observées, témoignant d'une forte présence de bactéries lactiques. Le milieu MRS a été choisi pour sa capacité à favoriser la croissance de ces bactéries tout en inhibant d'autres types de micro-organismes.



**Figure 18** résultat Des boîtes Pétri contenant un milieu MRS

### 3.3.1. Observation microscopique

L'observation microscopique montre dans la figure (19) bactéries lactiques cultivées sur un milieu MRS, qui a été spécifiquement utilisé pour favoriser leur croissance. Ce milieu nutritif, adapté aux exigences des bactéries lactiques, a permis d'obtenir une culture dense, comme le montre l'image prise au microscope. Les bactéries observées présentent une forme bâtonnets, Y, et Cocci ce qui indique la présence d'une flore lactique de différents genres qui fait la fermentation en synergie et représente un mode d'association de diplo, et amas avec une couleur violette (Gram+).



**Figure 19** résultat d'observation microscopique des bactéries lactique de forme Y

### 3.4. Indices de contamination fécal

Après incubation, la couleur du milieu BCP dans la figure (20) a été maintenue en violet dans tous les tubes. Aucun changement de teinte vers le jaune n'a été constaté. L'absence de virage de couleur a été considérée comme une absence de fermentation du sucre présent dans le milieu.



**Figure 20** résultat Des tubes a essais contenant un milieu BCPL.

### 3.5. Numération des streptocoques fécaux

Les tubes contenant le bouillon Rothe dans la figure (21) ne présentent aucun trouble visible après incubation, ce qui indique l'absence de croissance bactérienne. Ce résultat est interprété comme négatif au test présomptif de recherche de *streptocoques fécaux*.

L'absence de trouble suggère que les streptocoques fécaux ne sont probablement pas présents dans l'échantillon, et aucune confirmation sur milieu Litsky n'est nécessaire.



**Figure 21** résultat Des tubes a essais contenant un milieu Rothe.

### 3.6. Recherche de spores de *Clostridium sulfito-réducteurs*

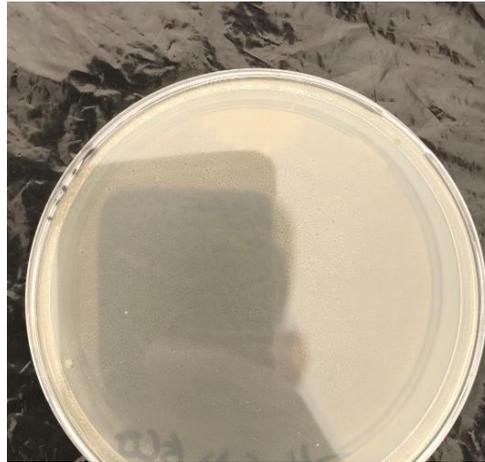
La figure (22) montre trois tubes de bouillon utilisés pour et la détection de *Clostridium*. Après incubation, les milieux restent clairs, sans ni noircissement, ce qui indique l'absence de développement de *Clostridium sulfito-réducteurs* dans l'échantillon analysé.



**Figure 22** résultat Des tubes a essais contenant un milieu de gélose Viande-Foie.

### 3.7. Numération des levures et moisissures

Des boîtes de Pétri dans la figure (23) contenant du milieu PDA a été ensemencées. Après incubation, aucune colonie de morphologie fongique n'a été observée, ce qui indique l'absence de micro-organismes fongiques détectables dans l'échantillon. Ce résultat est interprété comme négatif et suggère une charge fongique nulle ou inférieure au seuil de détection dans les conditions de culture utilisées.



**Figure 23** résultat de la boîte Pétri contenant un milieu PDA.

### 3.8. Recherche de Salmonella

La figure (24) montre trois tubes de milieux d'enrichissement pour la recherche de *Salmonella spp.* Après incubation, aucun changement de couleur caractéristiques n'est observé dans les milieux, ce qui indique l'absence de croissance bactérienne suspecte de *Salmonella*. Cette observation permet de conclure que l'échantillon analysé ne contient pas de *Salmonella spp.* Détectable par cette méthode.



**Figure 24** résultat Des tubes a essais contenant un milieu bouillon au sélénite et cystine.

### 3.9. Recherche de *Staphylococcus aureus*

Dans la figure (25) Après incubation, aucune colonie bactérienne n'a été observée à la surface du milieu de Chapman. La gélose conserve sa couleur rose-violet caractéristique, indiquant l'absence de fermentation du mannitol et aucune croissance visible de bactéries.



**Figure 25** résultat de la boîte Pétri contenant un milieu chapman

## Interprétation

Les résultats obtenus tout au long de cette étude permettent d'apprécier la qualité microbiologique et fermentaire d'un levain naturel préparé à partir de poudre de pomme de terre, d'eau. L'observation de la fermentation au fil du temps a montré une dynamique de développement microbien efficace, comme en témoignent l'augmentation de volume du levain, la formation de bulles de gaz et l'apparition d'une texture plus aérée. Ces signes visibles confirment l'activation du métabolisme des microorganismes présents, notamment les bactéries lactiques, responsables de la production de gaz et d'acides organiques. L'essai de panification a permis de valider la fonctionnalité du levain préparé, aboutissant à un pain présentant des caractéristiques attendues : texture alvéolée, croûte dorée et odeur agréable, témoignant d'une bonne fermentation. Sur le plan microbiologique, les ensemencements sur milieux spécifiques ont permis une analyse approfondie de la flore présente. L'absence de colonies sur gélose nutritive (GN) indique une faible présence de germes aérobies banals ou une flore sélective non adaptée à ce milieu. En revanche, le milieu MRS a révélé une forte croissance bactérienne, soulignant la présence abondante de bactéries lactiques, qui ont été confirmées par une observation microscopique montrant des formes variées (bacilles, cocci, et formes en Y) avec une coloration Gram positive avec catalase négative. Cela confirme une flore lactique diversifiée et fonctionnelle, essentielle pour le bon déroulement de la fermentation. L'analyse sur milieu BCP, resté violet, indique une absence de fermentation de sucre spécifique dans ce test, ce qui peut s'expliquer par la nature sélective du milieu ou le type de microorganismes présents. Par ailleurs, les tests de sécurité microbiologique ont donné des résultats rassurants. Aucun développement de *Clostridium sulfito-réducteurs*, de *streptocoques fécaux* ou de *Salmonella spp.* n'a été détecté, ce qui démontre une hygiène satisfaisante du processus de préparation. De même, l'absence de colonies fongiques sur le milieu PDA confirme une contamination fongique négligeable, voire nulle. L'ensemble de ces résultats suggère que le levain naturel obtenu est non seulement actif et performant sur le plan fermentaire, mais également sûr du point de vue microbiologique, ce qui le rend apte à une utilisation dans la fabrication artisanale ou semi-industrielle du pain. Ces données viennent renforcer l'intérêt de développer des alternatives naturelles aux levains industriels, en valorisant des souches indigènes bénéfiques tout en maîtrisant les risques sanitaires.

## Conclusion

Ce travail s'inscrit dans une démarche innovante de valorisation des déchets organiques ménagers, à travers l'élaboration d'un levain naturel à base de substrats issus de résidus alimentaires. L'étude a permis de démontrer la faisabilité de produire un levain actif et stable à partir d'ingrédients simples et peu coûteux, notamment la poudre de pomme de terre, en tant que ressource organique alternative. Les différentes étapes expérimentales, de la préparation du levain à son utilisation dans la panification, ont montré que ce type de levain permettait une fermentation efficace, aboutissant à un pain aux caractéristiques sensorielles satisfaisantes.

Les analyses microbiologiques ont confirmé la prédominance d'une flore lactique bénéfique, indispensable à une fermentation de qualité, tout en excluant la présence de microorganismes pathogènes ou indésirables. Ces résultats soulignent non seulement la sécurité sanitaire du levain obtenu, mais aussi son potentiel technologique. Par ailleurs, ce projet contribue à une approche écoresponsable, en proposant une solution concrète pour la réduction et la valorisation des déchets alimentaires à travers leur transformation en produits fermentaires utiles.

Ainsi, ce mémoire met en lumière les opportunités offertes par l'utilisation des déchets organiques dans le domaine de l'agroalimentaire artisanal, en particulier pour la fabrication de produits sains, durables et respectueux de l'environnement. Des perspectives de recherche restent ouvertes, notamment pour l'identification fine des souches microbiennes impliquées, l'optimisation des conditions de fermentation et l'évaluation de la conservation du levain à moyen terme.

# Référence Bibliographique

## Référence Bibliographique

- Addou A. 2009. « Développement durable traitement des déchets valorisations. Élimination ».
- Ademe 2013. " Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie", a composition des ordures ménagères et assimilées en France. Campagne nationale de caractérisation.
- Aloueimine S O., 2006, méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : Contribution à la gestion des déchets et outils d'aide la décision. Thèse de Doctorat de l'Université de Limoges, 195p.
- Bethke, Jansky. 2008. The effects of boiling and leaching on the content of potassium and other minérales in potatoes. *Journal of Food Science*. 73 :H80-5.
- Bourgeois C.M. Mescle J.F. & Zucca J. 1989. Microbiologie alimentaire. Aspect Microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. P.216-244.
- Brochoire G., Castagna P., Josse T., Stephan C. 1997. Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie Supplément Technique I.N.B.P. N° 58. 22 p.
- Chauvin M, 2004. La réglementation française sur la valorisation agronomique des déchets organiques : Organisation et points principaux. ADEME Bretagne, pp 12.
- chavan,R.S, Chavan, S.R.2011. Soudough Technology-A Traditional Way for wholesome Foods : A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 10 ,169-182
- 61degrees. Faire naître et entretenir un levain.
- Damien E., 2013 -Guide du traitement des déchets. Ed. Dunod 3ème édition, Paris. 430p.
- Donnelly D, Kubow S. 2011. Role of Potato in Human Health. Colloque sur la pomme de terre. Plant Science Dept. & School of Dietetics and Human Nutrition. McGill University, Montreal.
- El-hafiane S, 2012. Gestion des déchets solides au niveau de la Commune Urbaine d'Agadir et leur impact sur le milieu naturel. Mémoire de Master. Université de Caddy Ayyad Marrakech, pp 20-21.
- Faostat, 2008. Statistical Databases (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Site web : <http://faostat.fao.org/> (consulté le 12/03/2018).
- Fredot E. 2005. Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edit TEC et DOC. Lavoisier. Pp 157 - 177.
- Friedman M. 2006. Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. *Journal of Science Food and Agriculture*. 54 :8655–8681.

- Galli V, Mazzoli L, Luti S, Venturi M, Guerrini S, Paoli P, Vincenzini M, Granchi L, Pazzagli L. 2018. Effect of selected strains of lactobacilli on the antioxidant and anti-inflammatory properties of sourdough. *Int J Food Microbiol.* 286 :55–65.
- Galliard, T. 1973. The biochemical basis of quality in processed potato products. *Potato Research*, 16(2), 123–144.
- Giannou. V., V. Kessoglou and C. Tzia 2003. Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough. *Trends in Food Science & Technology* 14 (2003) 99–108.
- Gillet R, 1985. *Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en Voie.*
- Gobbetti M, Rizzello CG, Di Cagno R, De Angelis M. 2014. How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods. *Food Microbiol.* 37 :30–40.
- Granchi L, Paoli P, et al. 2020. Antioxidant and anti-inflammatory properties of sourdoughs containing selected Lactobacilli strains are retained in breads. *Food Chem.* 322 :126710.
- Igor Sepelev, RutaGaloburda ‘INDUSTRIAL POTATO PEEL (Solanumtuberosum) WASTE PPLICATION IN FOOD 2015 vol 7[44].
- Jacob, H. 2007. *Le pain : histoire et recettes.* Éditions Ouest-France.
- Jaspard E. 2005. Disponible sur ead.univ-angers.fr (consulté le : 10/04/2018). Javed, A., Ahmad, A., Tahir, A., Shabbir, U., Nouman, M., &Hameed, A. 2019. Potato peelwaste—itsnutraceutical, industrial and biotechnological applications. *AIMS Agriculture and Food*, 4(3) : 807–823.
- Kumar D, Singh BP, Kumar P. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. 145 :247-56.
- La Maison Kayser, vendredi 13 septembre 1996, histoire de la Maison Kayser a commencé à s'écrire au 8 rue Monge un certain.
- Lisińska G, Leszczyński W. 1989. *Potato Science and Technology.* Elsevier Applied Science, London, New York.
- Loi N°01-19 du 12 décembre 2001. *Journal officiel Algérie.*
- Luti S, Mazzoli L, Ramazzotti M, Galli V, Venturi M, Marino G, Lehmann M, Guerrini S, Maystre L Y., 1994, *Déchets urbains : nature et caractérisation*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires Romandes, 219 p.
- Maystre Ly., 1994 -*Déchets urbains, naturel et caractérisation*, Lausanne., pp 01 et 02.
- Melini, V. ; Melini, F, 2018, *Strategies to extend bread and GF bread shelf-life : From Sourdough to antimicrobial active packaging and nanotechnology.* *Fermentation* 2018,4, 9.
- Méziane D. 1991. *Histoire de la pomme de terre.* *Diététique* n°25 pp : 29.

- Moletta R, 2009. Le traitement des déchets, Edition TEC&DOC. P685.
- Montel M.C., Beranger C., Bonnemaire J. 2005. Les fermentations au service des produits de terroir. Edit INRA. Pp 151 - 154.
- Montemurro M, Coda R, Rizzello CG. 2019. Recent advances in the use of sourdough biotechnology in pasta making. *Foods*. 8(4) :129.
- NASA. 2009. SpaceSpuds to the Rescue. <http://209.85.229.132/search?q=cache:Ju862q55T5QJ:www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/> (consulté le : 03/03/2018).
- Nionelli, L. ; Rizzello, C, 2016, Sourdough-Based Biotechnologies for the Production of Gluten-Free Foods. *Foods* 2016, 5, 65.
- P. Lenihan, A. Orozco, E. O'Neill, M.N.M. Ahmad, D.W. Rooney, G.M. Walker "Diluteacidhydrolysis of lignocellulosicbiomass" octobre 2009 vol 9.
- Palta JP. 1996.Role of calcium in plant responses to stresses:Linking basic research to the solution of practicalproblems. *Horticultural Science*. 31 :51-7.
- Pierre Boisseleau (APABA) en 2013. FRAB Midi-Pyrénées - Fédération régionale des agriculteurs biologiques 61 allée de Brienne - BP 7044 - 31069 Toulouse Cedex.
- Pilarbini, 8 Novembre 2017, File : Saccharomyces cerevisiae 100x phase-contrast microscopy.jpg - Wikimedia Commons.
- Roussel, S. 2020. Levains et panifications au levain : de la matière première aux produits finis. Paris : Lavoisier - Tec & Doc.
- Rousselle P, Robert Y, Crosnier JC. 1996. La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. INRA. Paris : Ed QUAE GIE. ISBN 2-7380-0676-0.
- Talbert, W. F., & Smith, O. 1987. Potato processing (4th ed.). New York : Van Nostrand Reinhold.
- Ugent D, Peterson L. 1988.Archaeologicalremains of potato and sweetpotato in Peru. *CIP circular*, 16 (3) : 1-10.
- UPADHYAY R., GHOSAL D., MEHRA A., 2012, Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure. *Journal of Food Engineering*, 109,1, 2012 : 104-113.
- Wu ZG, Xu HY, Ma Q, Cao Y, Ma JN, Ma CM. 2012.Isolation, identification and quantification of unsaturatedfattyacids, amides, phenolic compounds and glycoalkaloidsfrompotatopeel. *Food Chemistry*. 135 : 2425 – 242.
- Yefsah F. 2017. Contribution au traitement des déchets ménagers par le compostage. Mémoire de fin d'étude.3-17 p.

**Premier axe : Présentation  
du projet**



## Carte d'information



### 1- Équipe d'encadrement

| Équipe d'encadrement                |  |
|-------------------------------------|--|
| Encadrant 1:<br>Dr. AZZOUZ Fatima   | Spécialité:<br>Ecologie et Environnement |
| Encadrant 2:<br>Dr. LAREF Nora      | Spécialité:<br>Microbiologie appliquée   |
| Co-encadrant 01:<br>Dr. TAMERT Asma | Spécialité:<br>Ecologie et Environnement |

### 2- Équipe de projet

| Équipe de projet               | Équipe de projet                | Faculté                 | Spécialité |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------|
| Étudiant 01:<br>Yahia Benyahia | Étudiant 01 :<br>Yahia Benyahia | Sciences et Technologie | Ecologie   |
| Étudiant 02:<br>Seddiki Ayyoub | Étudiant 02 :<br>Seddiki Ayyoub | Sciences et Technologie | Ecologie   |





## Table des matières

### PREMIERE AXE : PRESENTATION DU PROJET

|   |    |
|---|----|
| 1. L'IDEE DE PROJET (SOLUTION PROPOSEE) ..... | 50 |
| 2. LES VALEURS PROPOSEES .....                | 51 |
| 3. ÉQUIPE DE TRAVAIL .....                    | 51 |
| 4. OBJECTIFS DU PROJET .....                  | 52 |
| 5. CALENDRIER DE REALISATION DU PROJET .....  | 53 |

### DEUXIEME AXE : ASPECTS INNOVANTS .....

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1. NATURE DES INNOVATIONS ..... | 55 |
| 2. DOMAINES D'INNOVATION .....  | 55 |

### TROISIEME AXE : ANALYSE STRATEGIQUE DU MARCHÉ

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. LE MARCHÉ POTENTIEL .....          | 58 |
| 2. LE MARCHÉ CIBLE (LE SEGMENT) ..... | 58 |
| 3. ANALYSE DE LA CONCURRENCE .....    | 58 |
| 4. ANALYSE SWOT .....                 | 59 |
| 5. LA STRATEGIE MARKETING .....       | 60 |

### QUATRIEME AXE : PLAN DE PRODUCTION ET D'ORGANISATION

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. LE PROCESSUS DE PRODUCTION .....  | 62 |
| 2. APPROVISIONNEMENT : .....         | 62 |
| 3. MAIN D'ŒUVRE .....                | 62 |
| 4. PRINCIPAUX PARTENAIRES .....      | 63 |
| 1. CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE ..... | 63 |
| 1. LES COÛTS ET CHARGES .....        | 65 |
| 2. LE CHIFFRE D'AFFAIRES .....       | 67 |

### SIXIEME AXE : PROTOTYPE EXPERIMENTAL .....

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 70 |
|-------|----|



## Première axe : Présentation du projet

### 1. L'idée de projet (solution proposée)

Ce projet porte sur l'essai de fabrication d'un levain naturel à partir des déchets ménagers organiques, en particulier les pelures de pommes de terre.

L'idée de ce projet est adoptée après avoir constaté qu'elle s'aligne parfaitement avec notre spécialité en sciences de l'environnement. Etant donné que nous sommes des étudiants dans ce domaine, nous sommes particulièrement sensibles aux problématiques liées à la gestion durable de ressources naturelles et à la valorisation des déchets organiques.

C'est dans ce contexte que nous avons envisagé de recycler les déchets ménagers, notamment les pelures de pommes de terre, pour produire un levain naturel, tout en réduisant l'impact environnemental et en promouvant l'économie circulaire.

#### Objectif

Ce projet a pour objectif principal la valorisation et le recyclage des déchets ménagers organiques, cas des pelures de pommes de terre, en vue de limiter leur impact environnemental et de promouvoir une gestion durable des ressources.

De ce fait, notre projet vise l'exploitation de ces déchets pour la fabrication d'un produit agroalimentaire.

#### Solution proposée

La solution proposée consiste à fabriquer un levain naturel à partir des pelures de pommes de terre. En recyclant ces déchets, nous visons à produire un milieu de culture nutritif qui favorisera la croissance des micro-organismes bénéfiques, tels que les bactéries lactiques et les levures.

Le processus de fabrication du levain naturel repose sur les étapes suivantes :

- **Collecte des déchets organiques** : Les pelures de pommes de terre, principalement récupérées auprès de restaurants et marchés locaux, serviront de matière première.

- **Tri des déchets** : Les déchets sont triés pour éliminer les matériaux non organiques et autres contaminants.

- **Traitement des déchets** : Les déchets organiques (les pelures de pommes de terre) sont séchés et broyés

▪ **Préparation et fermentation** : Les pelures sont transformées en un milieu nutritif et mises en fermentation pour permettre le développement des micro-organismes.

▪ **Utilisation du levain naturel** : Ce levain sera ensuite utilisé dans le processus de fermentation, dans la panification.

## 2. Les valeurs proposées

▪ **Écologie et développement durable** : Le projet repose sur l'utilisation des déchets organiques ménagers pour produire un levain naturel, contribuant ainsi à la réduction des déchets et à la protection de l'environnement.

▪ **Respect de la biodiversité** : L'objectif est de promouvoir l'utilisation de micro-organismes bénéfiques pour la santé humaine et l'environnement, en minimisant l'utilisation de produits chimiques et de procédés industriels polluants.

▪ **Réduction des coûts d'élimination des déchets** : Le recyclage des déchets organiques pour la production de levain permet de réduire les coûts liés à leur élimination (comme les frais de transport et de traitement des déchets), tout en créant une ressource utile.

▪ **Sensibilisation à la protection de l'environnement** : Ce projet sensibilise le public et les communautés à l'importance du recyclage et de la gestion des déchets organiques. Il encourage les comportements responsables et la prise de conscience environnementale, tout en démontrant les avantages concrets de telles pratiques.

## 3. Équipe de travail

L'équipe du projet est composée des membres suivants :

▪ **Étudiant 01** : Yahia Ben Yahia spécialité Ecologie a suivi des formations dans le laboratoire d'analyse industriel au niveau du complexe laitier (SIDI DAADA YELLEL WILAYA DE RELIZANE).

▪ **Étudiant 02** : Seddiki ayyoub spécialité Ecologie, responsable du suivi de l'évolution de la production de levure naturelle au sein du laboratoire de l'Université Ahmed Zabana de Relizane.

### Les rôles

▪ Le rôle de Yahia Ben Yahia sera la préparation du levain naturel et la réalisation de différentes analyses de contrôle de qualité du produit final.

▪ Le rôle de Seddiki ayyoub se résume dans la préparation de la matière première (la collecte des déchets organiques, lavage, séchage, broyage et tamisage).

#### 4. Objectifs du projet

▪ **Production de levain naturel à partir des déchets organiques ménagers** : Utiliser les pelures de pommes de terre comme matière première pour créer un levain naturel riche en micro-organismes bénéfiques, tels que les levures et les bactéries lactiques.

▪ **Valorisation des déchets organiques** : Recycler les déchets ménagers organiques, contribuant ainsi à la réduction de la pollution et à la promotion de l'économie circulaire.

▪ **Réduction des coûts** : Proposer une alternative locale et peu coûteuse par rapport aux levains commerciaux, permettant une réduction des dépenses dans les secteurs agricoles et alimentaires.

▪ **Amélioration de la durabilité des produits** : Fournir un levain naturel durable, respectueux de l'environnement, qui puisse être utilisé dans la Production alimentaire, notamment pour la panification ou d'autres procédés de fermentation.

▪ **Renforcement de la recherche et de l'innovation** : Développer des techniques de fermentation à partir de matières premières locales, afin de favoriser l'innovation dans le domaine de la biotechnologie appliquée à l'agriculture et à l'industrie alimentaire.

▪ **Promotion de l'autonomie locale** : Permettre aux artisans boulangers, et chercheurs locaux de produire leur propre levain naturel de manière indépendante, réduisant ainsi leur dépendance aux produits importés.



## 5. Calendrier de réalisation du projet

|                                  | Mois |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|                                  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <b>Etude préalable</b>           | ✗    | ✗ | ✗ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Réalisation du prototype</b>  |      | ✗ | ✗ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Développement de produits</b> |      |   |   | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |   |   |    |    |    |
| <b>La fondation</b>              |      |   |   |   |   |   | ✗ |   |   |    |    |    |
| <b>Demende de financements</b>   |      |   |   |   |   |   |   | ✗ |   |    |    |    |
| <b>Cammande des équipement</b>   |      |   |   |   |   |   |   | ✗ |   |    |    |    |
| <b>Loué</b>                      |      |   |   |   |   |   |   |   | ✗ |    |    |    |
| <b>Installation</b>              |      |   |   |   |   |   |   |   |   | ✗  |    |    |
| <b>Production</b>                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ✗  | ✗  |
| <b>Marketing</b>                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ✗  |

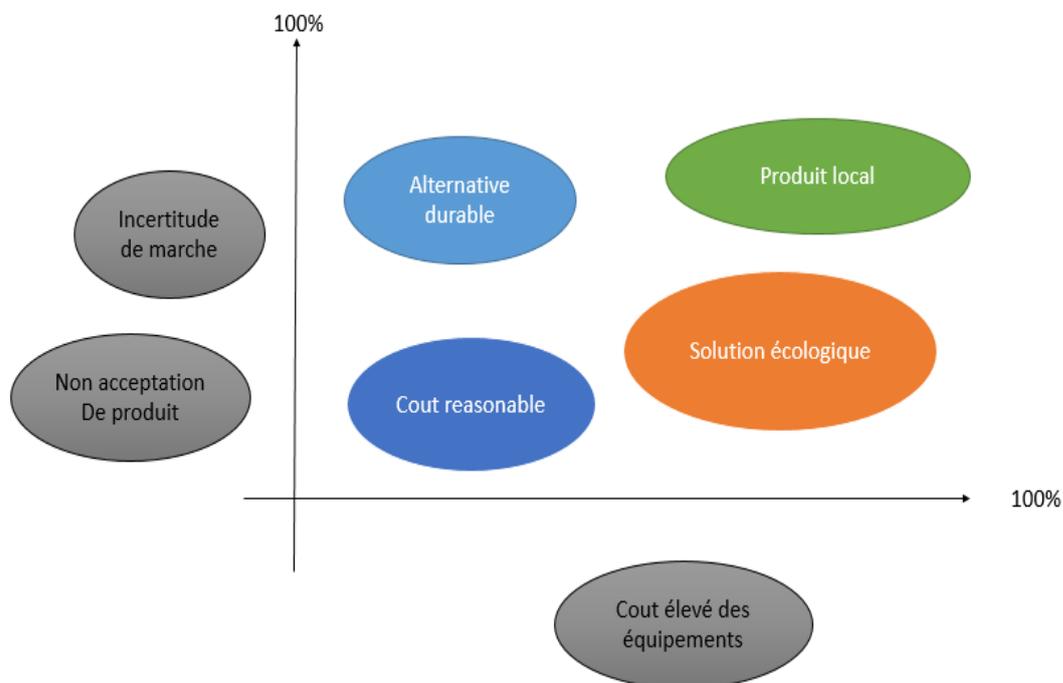


**Deuxième axe : Aspects  
innovants**

## Deuxième axe : Aspects innovants

### 1. Nature des innovations

Ce travail présente une innovation à la fois écologique et technologique en proposant la fabrication d'un levain naturel à partir des déchets ménagers organiques, notamment la poudre des pelures de pomme de terre. Cette approche permet de valoriser des résidus alimentaires dans un processus fermentation simple, sûr et efficace. L'étude introduit également une méthode accessible et durable, tout en garantissant une bonne qualité microbiologique du levain et son efficacité en panification. Elle s'inscrit pleinement dans une démarche d'économie circulaire et de réduction du gaspillage alimentaire.



### 2. Domaines d'innovation

#### 2.1. Recyclage des déchets organiques :

- Utilisation directe de déchets ménagers (comme les épluchures ou restes de pommes de terre) pour créer un levain naturel.
- Réduction de la quantité de déchets alimentaires envoyés en décharge ou en compost, en les transformant en produits fermentés utiles.
- Innovation dans la valorisation domestique ou artisanale des résidus alimentaires.

## **2.2. Production locale et durable :**

- Fabrication d'un levain naturel à partir de ressources disponibles localement, sans dépendance aux intrants industriels.
- Renforcement de l'autonomie alimentaire par des pratiques simples, reproductibles et peu coûteuses.
- Promotion d'un modèle de production artisanale ancré dans le territoire.

## **2.3. Approche écologique :**

- Réduction de l'empreinte carbone liée au transport des déchets, à la production industrielle de levure et aux emballages.
- Encouragement à l'utilisation de matières premières renouvelables et biodégradables.
- Intégration du concept d'économie circulaire dans les pratiques alimentaires quotidiennes.

## **2.4. Soutien à l'agriculture locale :**

- Valorisation de produits agricoles locaux (pommes de terre, farine, eau de source, etc.).
- Création de débouchés supplémentaires pour des produits agricoles à faible valeur marchande ou invendus.
- Promotion des circuits courts et des savoir-faire artisanaux.

## **2.5. Éducation et sensibilisation :**

- Support pédagogique pour enseigner la fermentation naturelle, la microbiologie appliquée et les enjeux du gaspillage alimentaire.
- Sensibilisation des citoyens à la réduction des déchets et leurs recyclages, à l'alimentation durable.
- Outil pratique pour intégrer la science dans des projets éducatifs, communautaires ou environnementaux.



**Troisième axe : Analyse  
stratégique du marché**



## Troisième axe : Analyse stratégique du marché

### 1. Le marché potentiel

Le levain naturel, en tant que produit artisanal, sain et écologique, s'adresse à plusieurs catégories de clients :

- Les boulangers artisanaux et semi-industriels, soucieux de proposer des pains plus naturels et de qualité supérieure.
- Les particuliers, notamment ceux intéressés par la cuisine maison, la fermentation, le pain fait main ou les produits biologiques.
- Les magasins bio et circuits courts, qui proposent des ingrédients naturels et locaux à leur clientèle.
- Les restaurants et hôtels, recherchant des produits authentiques pour une boulangerie maison ou des produits de terroir.
- Les établissements scolaires ou centres de formation, pour des usages pédagogiques dans des ateliers de fermentation, de cuisine durable ou d'écologie.

### 2. Le marché cible (le segment)

Nous visons en priorité :

- Les boulangers et pâtisseries artisanaux souhaitant se différencier par des produits plus naturels.
- Les consommateurs engagés dans une démarche écologique (zéro déchet, bio, local).

### 3. Analyse de la concurrence

#### 3.1. Concurrents directs :

Ce sont les acteurs qui proposent des produits similaires :

Levains naturels artisanaux vendus par des boulangers ou producteurs spécialisés.

#### 3.2. Concurrents indirects :

Ceux qui offrent des alternatives au levain, mais pas forcément équivalentes :

Levure boulangère industrielle (Levure de boulanger sèche ou fraîche) : très utilisée, facile d'accès, bon marché, mais moins naturelle.



### 3.3. Forces des concurrents :

- Réputation établie pour certains boulangers ou marques bio.
- Produits pratiques, standardisés et bien distribués.
- Confiance du consommateur envers des marques connues.
- Action rapide : active dès le mélange

### 3.4. Faiblesses des concurrents :

- Produits souvent issus de filières industrielles, peu engagées dans une logique de recyclage.
- Manque d'innovation écologique : peu (voire aucun) n'utilisent des déchets alimentaires comme substrat.
- Certains levains commerciaux peuvent contenir des stabilisants ou être moins actifs après conservation.

## 4. Analyse Swot

| Opportunités (Opportunities)  | Menaces (Threats)   |
|---|---|
|  Croissance du marché bio  |  Concurrence des levures industrielles bon marché                  |
|  Tendence forte vers les produits artisanaux et locaux             |  Manque de réglementation claire sur les produits fermentés maison |
|  Sensibilisation à la réduction des déchets alimentaires           |  Résistance de certains consommateurs aux produits "non standards" |
|  Intérêt croissant des magasins bio, cooperatives                  |   |
|  Intégration dans des programmes éducatifs ou projets territoriaux |   |



| Forces (Strengths)  | Faiblesses (Weaknesses)   |
|---|---|
|  Innovation écologique : valorisation des déchets organiques   |  Production artisanale à faible capacité initiale                |
|  Produit 100 % naturel, sans additifs                          |  Temps de fermentation un peu long que les levures industrielles |
|  Approche locale et durable                                    |  Conservation limitée comparée aux produits industriels          |
|  Répond aux attentes des consommateurs écoresponsables         |  Moins connu du grand public                                     |
|  Potentiel pédagogique et éducatif (ateliers, sensibilisation) |  Complexité possible dans la normalisation du produit            |

## 5. La stratégie marketing

- **Marketing online** : signe des contrats avec les WEBSTORE
- **Marketing traditionnelle** : présentation du produit à des boulangeries artisanales et les commerces de produits naturels.
- **Promotion online** Publicités payantes sur les plateformes de médias sociaux telles que Facebook, Instagram...
- **Expositions** : Participation à des séminaires et des journées de formation, présentation de produit dans les évènements scientifiques et dans les salons nationaux, présentations pour les personnes intéressées.
- **Prix** : Le prix du produit est déterminé en fonction du coût du recyclage et de la Production.

**Quatrième axe : plan de  
production et d'organisation**

## **Quatrième axe : plan de production et d'organisation**

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

Collecte des déchets organiques :

#### **1.1. Prétraitement des déchets :**

- **Triage et nettoyage** : Séparation des déchets organiques des autres types de déchets, Le nettoyage vise à éliminer les impuretés physiques, chimiques ou biologiques susceptibles d'interférer avec la suite du processus de valorisation (comme la production de levain expérimental).

- **Séchage des épluchures de pommes de terre** : Réduire l'humidité des épluchures pour éviter la décomposition microbienne indésirable.

- **Broyage et homogénéisation** : Transformation des déchets en une poudre.

- **Contrôle des paramètres** : Température, humidité, aération, etc., pour optimiser la production du notre produit.

#### **1.2. Préparation du levain :**

- 100 grammes de poudre des épluches de pomme de terre sont mélangés avec 130 millilitres d'eau distillée.

- 20 grammes de sucres sont incorporés au mélange.

- Le mélange est ensuite laissé à fermenter dans un environnement bien ventilé.

#### **1.3. Conditionnement et emballage :**

- Utilisation de contenants recyclables.

- Utilisation des matériaux naturels (papier kraft, verre).

- Étiquettes biodégradables imprimées avec encres végétales.

### **2. Approvisionnement :**

Sources de matières premières :

- **Partenariats** : Établissement de partenariats avec des restaurants, des marchés et des collectivités locales pour la collecte régulière des déchets organiques.

- **Logistique** : Mise en place d'un système logistique pour la collecte et le transport des déchets vers le site de production.

### **3. Main d'œuvre**

- Dans le cadre du projet de fabrication de levain naturel à partir des épluchures de pommes de terre ,plusieurs postes de travail peuvent être créés. Ce projet innovant alliant la valorisation des biodéchets et la production alimentaire permettrait de générer entre 4 et 8

emplois directs, selon la capacité de l'unité de production.

- Les profils recherchés couvrent différents domaines : agents de tri et de nettoyage des matières premières, opérateurs de séchage, broyage et de fermentation, personnel chargé du conditionnement, ainsi que des techniciens en microbiologie pour assurer le contrôle de qualité du levain. La majorité de ces postes seront localisés sur le site de production, idéalement situé à proximité des zones d'approvisionnement en déchets organiques.

#### **4. Principaux partenaires**

- **Collectivités locales et restaurants** : Partenariats pour la collecte : Collaboration pour la gestion des déchets organiques et la fourniture régulière de matières premières.

- **Laboratoires et centres de recherche** : Pour développement de nouvelles formulations et amélioration des procédés de production.

- **Distributeurs et points de vente** : Mise en place de canaux de distribution pour assurer la disponibilité des produits sur le marché.

### **1. Calendrier de mise en œuvre**

#### **4.1. Phase de préparation :**

- Études de faisabilité spécifiques au levain naturel à base d'épluchures de pomme de terre : 2 à 3 mois.

- Obtention des autorisations sanitaires et financements pour le projet : 2 à 4 mois.

#### **4.2. Phase de mise en place :**

- Installation des infrastructures adaptées à la collecte, au traitement et à la fermentation du produit : 6 à 9 mois.

- Recrutement et formation du personnel pour le tri, la fermentation et le contrôle de qualité : 2 à 3 mois.

#### **4.3. Phase de production pilote :**

- Tests et optimisation des procédés de fermentation du levain à partir des épluchures : 1 mois au maximum.

- Production des premiers lots de levain naturel pour essais en condition réelle : 1 mois.

#### **4.4. Phase de lancement :**

- Marketing et commercialisation du levain naturel issu de déchets organiques : 2 à 3 mois.

- Distribution, suivi qualité et amélioration continue : Phase continue.

**Cinquième axe : Plan  
financier**

## Cinquième axe : Plan financier

### 1. Les Coûts et charges

#### 1.1. Coûts des besoins de machine et équipements :

| <b>Équipements</b>                    | <b>Nombre</b> | <b>Cout unitaire</b> | <b>Cout total</b> |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
| <b>Autoclave</b>                      | <b>2</b>      | <b>200000</b>        | <b>400000</b>     |
| <b>Broyeur</b>                        | <b>2</b>      | <b>35000</b>         | <b>70000</b>      |
| <b>Balance</b>                        | <b>2</b>      | <b>6000</b>          | <b>12000</b>      |
| <b>Agitateur magnétique chauffant</b> | <b>7</b>      | <b>22000</b>         | <b>154000</b>     |
| <b>Barreaux Mégantic</b>              | <b>7</b>      | <b>900</b>           | <b>6300</b>       |
| <b>Becher</b>                         | <b>10</b>     | <b>1200</b>          | <b>12000</b>      |
| <b>Ph mètre</b>                       | <b>1</b>      | <b>18000</b>         | <b>18000</b>      |
| <b>Frigo</b>                          | <b>2</b>      | <b>50000</b>         | <b>100000</b>     |
| <b>Totale</b>                         |               |                      | <b>633700</b>     |

#### 1.2. Coûts des besoins de transport (achat) :

| <b>Besoin</b> | <b>Nombre</b> | <b>Cout</b>     |
|---------------|---------------|-----------------|
| <b>Camion</b> | <b>1</b>      | <b>15000000</b> |

### 1.3. Cout de besoin man-d 'ouvrés :

| <b>Fonction</b>                  | <b>Nombre</b> | <b>Cout unitaire (DA)</b> | <b>Mensuel</b> | <b>Annuels</b> |
|----------------------------------|---------------|---------------------------|----------------|----------------|
| <b>Technicien de laboratoire</b> | <b>1</b>      | <b>45000</b>              | <b>45000</b>   | <b>540000</b>  |
| <b>Transporteur (livreur)</b>    | <b>1</b>      | <b>40000</b>              | <b>40000</b>   | <b>480000</b>  |
| <b>Totale annuel</b>             |               |                           |                | <b>1020000</b> |

### 1.4. Cout de de matière primaire et emballage (par mois) :

| <b>Besoin</b>           | <b>Cout</b>  |
|-------------------------|--------------|
| <b>Produit chimique</b> | <b>12000</b> |
| <b>Flacon on verre</b>  | <b>11000</b> |
| <b>Etiquetage</b>       | <b>5000</b>  |
| <b>total</b>            | <b>28000</b> |

### 1.5. Cout d'Investissements :

| <b>Besoins</b>                | <b>Cout</b>      |
|-------------------------------|------------------|
| <b>Machine et équipements</b> | <b>620000</b>    |
| <b>Transport</b>              | <b>1500000</b>   |
| <b>Totale</b>                 | <b>2,120,000</b> |

### 1.6. Cout de fonctionnement :

| <b>Besoins</b>                       | <b>Cout</b>    |
|--------------------------------------|----------------|
| <b>Frais de loyer</b>                | <b>150000</b>  |
| <b>Matière primaire et emballage</b> | <b>25000</b>   |
| <b>Salaire</b>                       | <b>1000000</b> |
| <b>Gaz et électricité</b>            | <b>100000</b>  |
| <b>Total</b>                         | <b>1275000</b> |

### 1.7. Structure financière du projet :

| <b>Capital prive 25 %</b> | <b>Banque</b>  | <b>total</b>   |
|---------------------------|----------------|----------------|
| <b>1000000</b>            | <b>3000000</b> | <b>4000000</b> |

## 2. Le Chiffre d'affaires

### 2.1. Chiffre d'affaires optimiste :

|                           | <b>PREVISION</b> |               |               |               |               |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                           | <b>N-1</b>       | <b>N-2</b>    | <b>N-3</b>    | <b>N-4</b>    | <b>N-5</b>    |
| <b>Quantité produit</b>   | <b>1000</b>      | <b>2000</b>   | <b>3000</b>   | <b>4000</b>   | <b>2500</b>   |
| <b>Prix HT produit</b>    | <b>100</b>       | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    |
| <b>Chiffre d'affaires</b> | <b>100000</b>    | <b>200000</b> | <b>300000</b> | <b>400000</b> | <b>250000</b> |

## 2.2. Chiffre d'affaires pessimiste :

|                           | <b>PREVISION</b> |               |               |               |               |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                           | <b>N-1</b>       | <b>N-2</b>    | <b>N-3</b>    | <b>N-4</b>    | <b>N-5</b>    |
| <b>Quantité produit</b>   | <b>500</b>       | <b>1000</b>   | <b>1500</b>   | <b>2000</b>   | <b>1250</b>   |
| <b>Prix HT produit</b>    | <b>100</b>       | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    |
| <b>Chiffre d'affaires</b> | <b>50000</b>     | <b>100000</b> | <b>150000</b> | <b>200000</b> | <b>125000</b> |

**Sixième axe : Prototype  
expérimental**

## **Sixième axe : Prototype expérimental**

### **Le prototype expérimental**

#### **1. Objectif**

Créer un levain naturel stable, actif et panifiable à partir de déchets organiques, notamment les épluchures de pommes de terre, riches en amidon, et minéraux.

#### **2. Matériaux nécessaires**

- Épluchures de pommes de terre (non traitées, bio de préférence).
- Eau (filtrée ou bouillie/refroidie, sans chlore).
- Un bocal en verre ou pot.
- Gazes ou tissus fins + élastique
- Spatule ou cuillère.
- Sucre.

#### **3. Étapes**

- Tri et collecte des déchets organiques.
- Transformation initiale en laboratoire pour subir un lavage rigoureux.
- Séchage des pelures de pomme de terre.
- Broyage des pelures séchées.
- Préparation du levain naturel.
- Suivi de la fermentation du levain préparé.
- Contrôle microbiologique.

#### **4. Évaluation**

- Activité fermentaire visible : Formation de bulles, expansion du mélange (1-2 jours).
- Texture : Mélange aéré et mousseux.
- Stabilité : Levain conservé et réactivé avec succès plusieurs jours.

#### **5. Améliorations possibles**

##### **• Optimisation du support nutritif :**

Tester différents types de farine avec la poudre (seigle, épeautre, blé complet).

##### **• Maîtrise de l'humidité et de la température :**

Utilisation d'un incubateur ou chambre tempérée pour stabiliser la fermentation.

- **Test de conservation :**

Étudier la durée de vie du levain au réfrigérateur et sa capacité à être réactivé.

## 6. Attentes

- **Innovation durable :** Transformation d'un déchet en produit fermentaire à valeur ajoutée.

- **Impact économique local :** Production artisanale, vendable aux boulangers.

- **Réduction du gaspillage :** Utilisation intelligente de pelures jetées en restauration ou industrie agroalimentaire.



## Modèle d'affaires

| <b>Bloc</b>                      | <b>Contenu spécifique au projet</b>  |
|----------------------------------|--|
| <b>1. Partenariats clés</b>      | - Restaurants, marchés et ménages pour la collecte des épluchures- Municipalités- Laboratoires de contrôle qualité- Fournisseurs de nutriments et emballages |
| <b>2. Activités principales</b>  | - Collecte et tri des épluchures- Préparation du substrat- Fermentation et suivi- Conditionnement- Commercialisation et distribution                         |
| <b>3. Valeur fournie</b>         | - Produit écologique et naturel- Valorisation des déchets organiques- Alternative aux levains industriels- Contribution à l'économie circulaire              |
| <b>4. Relation client</b>        | - Accompagnement des boulangers et artisans- Services personnalisés pour les utilisateurs professionnels- Sensibilisation écoresponsable                     |
| <b>5. Segments de clientèle</b>  | - Boulangers artisanaux- Pâtisseries biologiques- Coopératives agricoles- Magasins bio et circuits courts- Consommateurs engagés                             |
| <b>6. Ressources clés</b>        | - Matières premières (épluchures)- Équipements de fermentation- Main-d'œuvre qualifiée- Connaissances techniques en microbiologie                            |
| <b>7. Canaux de distribution</b> | - Vente directe aux boulangers- Marchés locaux- Magasins bio- Plateformes de vente en ligne / réseaux sociaux  |

| <b>Bloc</b>                   | <b>Contenu spécifique au projet</b>  |
|-------------------------------|--|
| <b>8. Structure des coûts</b> | - Collecte et transport des déchets- Traitement et fermentation- Matériel et emballages- Salaires et charges- Contrôle qualité |
| <b>9. Sources de revenus</b>  | - Vente de levain naturel (en vrac ou conditionné)- Contrats avec artisans boulangers- Ateliers ou formations (optionnel)      |

### Matériel non biologique

|                    |  |
|--------------------|--|
| Verrerie et autres | Appareils  |
| Boîtes de Pétri    | Autoclave  |
| Bec Bunsen         | Etuve  |
| Eprouvette graduée | Balance (Ohaus, avec une Capacité de lecture de 0,01g) |
| Bécher             | Bain-marie   |
| Tubes à essai      | Réfrigérateur  |
| Pipettes Pasteur   | Plaque chauffante Agitatrice Magnétique                |
| Spatule            | Vortex   |
| Pipettes graduées  | Broyeur électrique                                     |