

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES  
DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité/Option : Biologie moléculaire et cellulaire

**Valorisation d'un sous-produit de la pâte alimentaire (la pâte avariée)**

Présenté par : Bensalem Yassamine

Herga Oussama

Sebbak Insaf

Devant le jury composé de :

Président : Benyounes Abd el Aziz. Pr. Université de Guelma

Examineur : Braik Asma. M.C.B. Université de Guelma

Encadreur : Khallel Messaouda. M.C.A. Université de Guelma

Septembre 2020

## **Remerciements**

Nous remercions tout d'abord Allah tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour réaliser ce mémoire.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude au Pr. Benyounes A.A. d'avoir bien accepté de présider ce jury.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Dr. Braik A .pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.

A notre encadreur madame KHALLEF M., votre modestie, vos qualités scientifiques et pédagogiques, votre rigueur et votre dynamisme font de vous un maître tant apprécié. Cher encadreur, permettez-nous de vous renouveler l'expression de notre vive reconnaissance et de notre profond respect.

Nos considérables remerciements vont également au PDG des moulins Amor Ben Amor et de son personnels et spécialement Bouchareb K, Kacem et Zaki pour leur accueil , gentillesse, patience, compétence et une grande disponibilité, vous nous avez aidé dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui nous ont encouragé et soutenu depuis le début de notre premier cycle d'études jusqu'à la fin de la cinquième année universitaire.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues, et à tout ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire. A tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

---

# *Dédicace*

*Avant toute dédicace je tiens à remercier « Allah » le tout puissant qui m'a donné le courage pour mener ce travail à terme.*

*Je dédie ce modeste travail à ma chère mère, symbole du sacrifice et du dévouement, qui m'a accompagnée durant tout ce parcours laborieux.*

*A mon père , à qui je dois du respect, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et soutien incessant qui m'a toujours apporté.*

*A ma soeurs: Amina.*

*A mes frères: Mouhamed et Samir.*

*A mes princes :(Djawed et jad acile)*

*A ma princesse :(ilyna yasmine)*

*A mes amis et amies : Chaima ,Dorsaf ,Yasmine , Manel, Nihal ,Oussama.*

*A tous mes maitres qui ont jalonné ma scolarité et m'ont prodige leur savoir sans retenue.*

*A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.*

*Et toute ma familles .*

**INSAF**

## *Dédicace*

A mes chères parents *Saliha* et *Abdellah* pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Et pour tout l'efforts qui m'a toujours apporté

*A ma sœur* AYA

et *mon frère* ABDOU

pour leur encouragement et leur soutien moral .

*A mes petits amours* : Sara , Rahim et Aussi Merci d'être toujours là pour moi.

*A mes amis* : Zahra , Wided, Lydia , Insaf ,Manel .

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire et à tous mes amies que je n'ai pas citées et à tous ceux qui me connaissent

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible

Merci d'être toujours là pour moi.

**YASSAMINE**

# *Dédicace*

## **A Mes Très chers Parents**

Je dédie ce mémoire à mes parents, pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études.

Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération, et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être.

Chère mère et cher père, dans ce modeste travail, le fruit de tant de dévouements et de sacrifices ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour.

Puisse Dieu leur accorder santé, bonheur, prospérité et longue vie afin que je puisse un jour combler de joie leurs vieux jours.

## **Mes Frères et ma Sœur**

Je leur dédie ce travail pour tous les sacrifices qu'ils n'ont cessé de m'apporter tout au long de mes années d'études.

Que Dieu leur apporte le bonheur, les aide à réaliser tous leurs vœux et leur offre un avenir plein de succès.

## **A Mes Amis**

Nulle dédicace ne pourrait exprimer ma profonde affection et mon immense gratitude pour tous les encouragements et soutiens qu'ils ont consentis à mon égard.



***Herga oussama***

***Résumé :***

Les pâtes alimentaires sont des produits préparées par pétrissage, sans fermentation, de la semoule de blé dur additionnée d'eau et soumise à des traitements physiques appropriés. Dans tout processus de fabrication, la question de la pâte avariée reste une finalité qui nécessite une prise de décisions sur l'aptitude d'un système à valoriser ou réutiliser ce sous-produit (déchet). Dans ce travail, l'étude comparative des critères physicochimiques et microbiologiques des pâtes conformes et de la pâte avariée obtenues des moulins Amor Ben Amor (ABA) montre des différences significatives entre ces deux variantes de pâtes. La richesse de la pâte avariée en phénols peut suggérer une perspective de valorisation de ce sous-produit en d'autres industries comme le domaine cosmétique.

**Mots clés :** valorisation, pâte conforme, pâte avariée, sous-produit, critères physicochimiques, critères microbiologique.

***Abstract:***

Pasta is a product prepared by kneading, without fermentation, durum wheat semolina with the addition of water and subjected to appropriate physical treatments. Despite a simple manufacturing process, the issue of spoiled dough remains a finality that requires decision-making on the suitability of a system to reclaim or reuse this by-product (waste). The comparative study of the physicochemical and microbiological qualities of conform pasta and spoiled dough obtained from Amor Ben Amor (ABA) mills shows significant differences between these two doughs variants. The richness of the spoiled dough in phenols may suggest a prospect of valorization of this product in other industries such as cosmetics.

**Keywords:** valorization, conform dough, spoiled dough, by-product, physicochemical qualities, microbiological qualities.

## الملخص

المعكرونة هي منتج يتم تحضيره عن طريق عجن سميد القمح الصلب بدون تخمير مع إضافة الماء وإخضاعه لمعالجات فيزيائية مناسبة. في عملية تصنيع ، تظل مسألة العجين الفاسد يتطلب اتخاذ قرارات بشأن قدرة النظام على استعادة أو إعادة استخدام هذا المنتج الثانوي (النفائات) في مختلف المجالات . في هذا العمل ، أظهرت الدراسة المقارنة للمعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للمعكرونة المتوافقة (الصالحة للاستهلاك) والمعكرونة الفاسدة التي تم الحصول عليها من مطاحن عمر بن عمر (ABA) فروقاً معنوية بين هذين النوعين من المعكرونة. قد يوحي ثراء اعجين الفاسد في الفينول باحتمال ترقية هذا المنتج الثانوي في صناعات أخرى مثل مستحضرات التجميل.

**الكلمات الأساسية:** استعادة، العجين المطابقة العجين الفاسد، المنتج الفرعي ، المعايير الفيزيائية والكيميائية ، المعايير الميكروبيولوجية.



## Liste des figures

| Figure | Titre  | Page |
|--------|--|------|
| 1      | Processus de fabrication des pâtes alimentaires  | 03   |
| 2      | Diagramme général de la fabrication industrielle des pâtes                                     | 04   |
| 3      | Processus général de la valorisation   | 09   |
| 4      | Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage                 | 11   |
| 5      | Classification des déchets   | 14   |
| 6      | Diagramme d'ishikawa   | 16   |
| 7      | Pâte avariée chez Amor ben Amor  | 18   |
| 8      | Colorimètre avec calculateur pour mesurer la couleur   | 21   |
| 9      | Opératoire pour déterminer le temps de cuisson   | 22   |
| 10     | Echantillon écrasé entre deux plaques de verre   | 23   |
| 11     | Dimensions d'une pâte sèche  | 23   |
| 12     | Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales                                   | 25   |
| 13     | Etape de recherche des spores de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur                          | 27   |
| 14     | Etape de recherche et dénombrement des moisissures   | 29   |
| 15     | Détection des composés phénoliques pâte avariée et pâte conforme                               | 30   |
| 16     | Quantification des composés phénoliques  | 32   |
| 17     | Analyses de l'humidité des pâtes ABA (conforme et avariée)                                     | 34   |
| 18     | Analyses de l'indice de couleur des pâtes ABA (conforme et avariée)                            | 35   |
| 19     | Résultat de la culture sur gélose nutritif après 24h   | 38   |
| 20     | Résultat de la culture sur le gélose nutritif après 72h  | 38   |
| 21     | Résultat du gélose glucosé additionnée d'un antibiotique sélectif Oxytétracycline après 24h    | 38   |
| 22     | Résultat de la gélose glucosé additionnée d'un antibiotique sélectif Oxytétracycline après 72h | 38   |
| 23     | Résultat du gélose viande foie après 24h   | 38   |
| 24     | Résultat du gélose viande foie après 72h   | 38   |
| 26     | Histogramme qui compare le rendement de pâte conforme et avariée                               | 41   |

## Liste des tableaux

| <b>Tableau</b> | <b>Titre</b>   | <b>Page</b> |
|----------------|--|-------------|
| 1              | Comparaison entre la méthanisation et le compostage                  | 13          |
| 2              | Les données des produits utilisés                                    | 33          |
| 3              | Les analyses physicochimiques de la pâte conforme et la pâte avariée | 33          |
| 4              | Le taux d'humidité en plusieurs points de ligne                      | 34          |
| 5              | Test de cuisson d'un échantillon de pâte ABA                         | 36          |
| 6              | Résultats d'analyse microbiologique                                  | 37          |
| 7              | résultats microscopique et macroscopique des champignons             | 39          |
| 8              | Classification des moisissures                                       | 40          |

## **Listes d'abréviations**

**ABA** : Amor Ben Amor.

**CET** : Centre d'enfouissement technique.

**CHAP** : Chapman.

**Ci** : Micro cubique inch.

**CIE** : Echelle d'indice de couleur.

**DAS** : Déchets d'activités de soins.

**DH** : Les déchets hospitaliers.

**DIB** : Les déchets industriels banals.

**DIS** : Les déchets industriels spéciaux.

**DM** : Les déchets municipaux.

**DMA** : Les déchets ménagers et assimilés.

**DSM** : Déchets spéciaux des ménages.

**DTQD** : Déchets toxiques en quantités dispersées.

**DTQL** : Déchets toxique en quantités limitées.

**GN**: Gélose nutritive.

**KBq** : kilo Becquerel.

**MAC**: Mac Conkey.

**Mth** : Millithermie.

**OGA** : Gélose glucosé additionnée d'un antibiotique sélectif l'Oxytétracycline.

**OM** : Les ordures ménagères.

**PA** : Pâte avariée.

**PC** : Pâte conforme.

**SM** : Solution mère.

**VF** : Viande foie.

**CET** : centre d'enfouissement technique.

## Sommaire

|                    |   |
|--------------------|---|
| Introduction ..... | 1 |
|--------------------|---|

### Synthèse Bibliographique

#### Chapitre I: les pâte alimentaires

|   |   |
|---|---|
| 1. Définition .....   | 3 |
| 2. Technologie pastière .....                               | 3 |
| 2.1 Hydratation des pâtes alimentaires.....                 | 4 |
| 2.2. Malaxage.....  | 5 |
| 2.3. Forme.....   | 5 |
| 2.4. Extrusion .....  | 5 |
| 2.5. Laminage .....   | 5 |
| 2.6. Séchage .....  | 6 |
| 2.7. Emballage .....  | 6 |
| 3. Types et formes des pâtes alimentaires.....              | 7 |
| 4. Contrôle de la qualité de la pâte .....                  | 7 |
| 5. Problèmes liés à la qualité des pâtes alimentaires ..... | 8 |

#### Chapitre II: valorisation des sous-produits

|  |    |
|--|----|
| 1. Généralités.....  | 9  |
| 2. Sous-produit .....  | 9  |
| 3. Différents types de valorisation .....                          | 10 |
| 3.1. Valorisation de matières .....                                | 10 |
| 3.2. Valorisation biologique (Valorisation organique) .....        | 11 |
| 4. Les Caractéristiques des déchets .....                          | 13 |
| 5. Classification des déchets .....                                | 14 |
| 6. Les risques liés aux déchets.....                               | 16 |
| 7. Les causes responsables des déchets : Diagramme d'Ishikawa..... | 16 |

## partie expérimentale

### Materiel et methodes

|    |                                      |    |
|----|--------------------------------------|----|
| 1. | Le site de l'étude .....             | 18 |
| 2. | Les analyses physicochimiques.....   | 19 |
| 3. | Les analyses microbiologiques.....   | 24 |
| 4. | Dosage des composés phénoliques..... | 30 |

### Resultats et discussion

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Les pâtes de l'étude .....   | 33 |
| 2.   | Les analyses physicochimiques de la pâte conforme et la pâte avariée . ..... | 33 |
| 3.   | Les résultats des analyses microbiologiques .....                            | 37 |
| 2.1. | Résultats du dénombrement .....  | 37 |
| 2.2. | Identification de la moisissure .....  | 39 |
| 4.   | Extraction du phénol .....   | 40 |
|      | Discussion générale : .....  | 42 |
|      | Conclusion.....  | 45 |
|      | Liste des références .....   | 46 |

# *INTRODUCTION*

## **Introduction**

Les pâtes sont un produit originaire du Japon pour remplacer le pain. Ces produits ont un quantitatif assez complet du point de vue nutritionnel, grâce à leur apport en protéines, glucides, graisses et fer (**Feillet and Icard Vernière, 2000**).

La fabrication des pâtes est simple, la semoule est mélangée à l'eau puis malaxée pour donner une pâte. Cette dernière passe ensuite dans un moule qui va donner aux pâtes alimentaires la forme souhaitée : spaghetti, coquillettes, tagliatelles...etc. Les pâtes sont ensuite séchées puis conditionnées avant d'être expédiées dans les magasins (**"Du champ à l'assiette Le blé dur," 2010**)[1].

D'autre part, il existe un autre types du pâtes, la pâte avariée, ce type se forme suite à certains défauts qui surviennent au moment du processus de fabrication de la pâte conforme comme une coupure d'électricité ou l'entretien (nettoyage des lignes) ou bien au niveau du malaxage, ce qui conduit à la transformation de la pâte fraîche à une pâte avariée contaminée non consommable et devient donc un déchet (un sous-produit).

Les traitements des déchets alimentaires ou biodéchets est particulièrement coûteux. Il est donc plus intéressant pour les industriels de les recycler, de les composter ou de s'atteler véritablement à leur valorisation. Ces sous-produits peuvent cependant être réutilisé pour l'alimentation animale par exemple ou de valoriser les molécules de lignine, d'hémicellulose, cellulose, et des constituants plus minoritaires, comme des composés phénoliques, des cires, des protéines, etc. Ils peuvent également faire l'objet d'un compostage ou d'une méthanisation (**"Déchets de l'agroalimentaire," 2016**)[2].

La valorisation des déchets, lorsqu'elle est possible, permet d'en retirer des produits utiles ou de l'énergie. Les méthodes de valorisation tendent à être considérés comme des processus industriels, soumises à des normes de plus en plus rigoureuses qui, dès lors qu'elles seront respectées, devraient contribuer à résoudre cette problématique (**Boucherba, 2015**).

Pour répondre à la question de valorisation de la pâte avariée, nous avons évalué la qualité physico-chimique et microbiologique des pâtes Amor Ben Amor.

Le présent travail est divisé en deux parties :

La première partie, se résume en une recherche bibliographique portant sur des généralités au sujet des pâtes alimentaires et la valorisation.

La deuxième partie pratique, décrit le matériel et les méthodes utilisées dans cette étude.



La dernière partie rapporte les résultats obtenus et leur discussion.  
Enfin une conclusion qui regroupe les résultats les plus importants de ce travail.

*SYNTHÈSE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

*CHAPITRE I :*  
*LES PÂTES*  
*ALIMENTAIRES*

## 1. Définition

On entend par pâtes alimentaires les préparations obtenues par le pétrissage sans fermentation des semoules ou farines de blé, et de l'eau dans les proportions moyennes de 34 parties de semoules ou farines pour 6 à 10 parties d'eau. Le pétrissage est effectué soit à froid, soit à chaud, avec ou sans adjonction d'autres substances autorisées par les lois destinées à modifier soit la composition, soit le goût, soit l'aspect. Seuls les pâtes alimentaires, les produits prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage, sans fermentation, de semoule de blé dur additionnée d'eau potable et soumise à des traitements physiques appropriés tels que : tréfilage, laminage, et séchage leurs donnant l'aspect consacré par les usagés portent cette dénomination (**Vierling, 2003**).

## 2. Technologie pastière

Cette technique consiste à traiter la semoule mélangée pour la rendre uniforme et à retenir le moins d'air possible pour assurer l'uniformité de la pâte, puis à réaliser les différentes étapes successives mentionnées ci-dessous pour former la pâte alimentaire (**Smith and Hui, 2008**) (figure 1 ex : coudes)(**Bentley, 2005**).

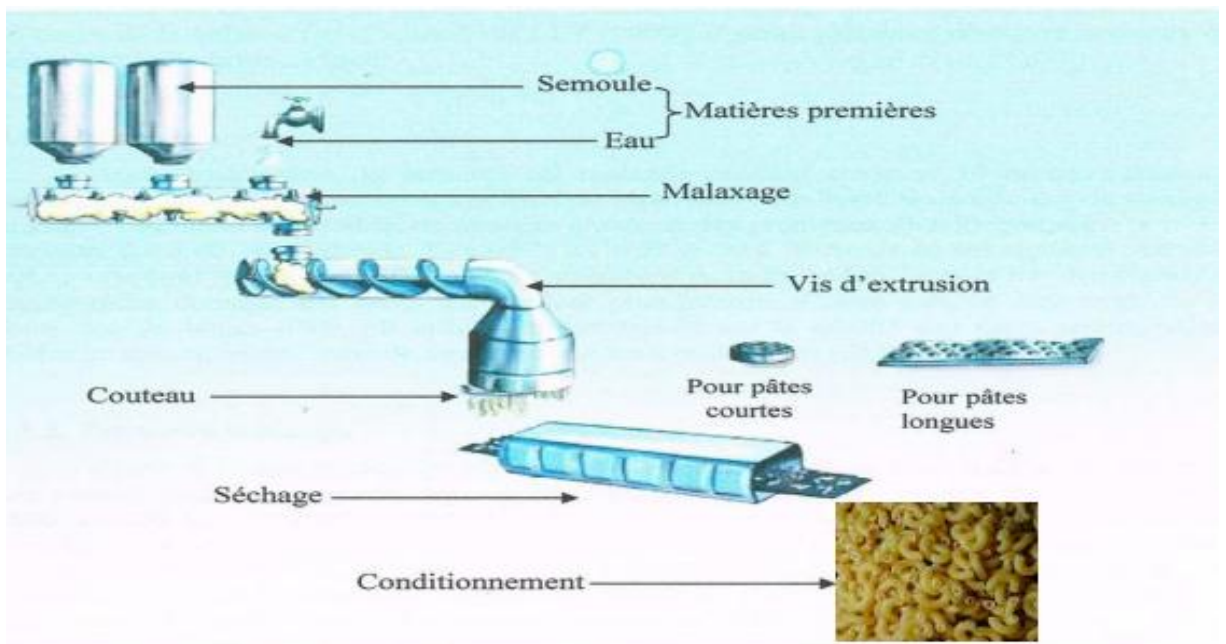


Figure 1: Processus de fabrication de pâtes alimentaires (**Bentley, 2005**).

Il existe différentes voies technologiques industrielles de plastification (figure 2) (Jeantet, 2006).

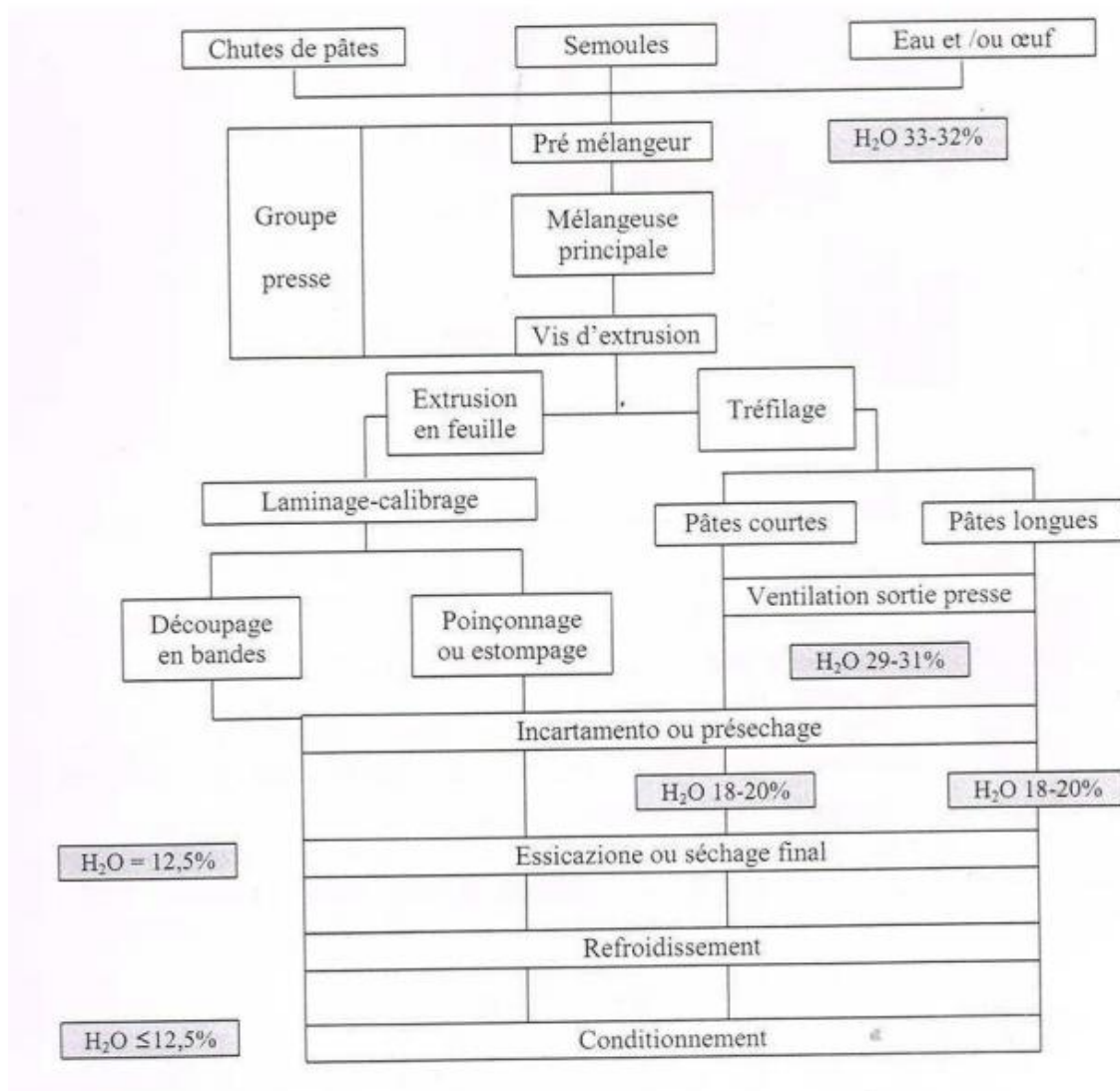


Figure 2 : Diagramme général de la fabrication industrielle de pâtes (Jeantet, 2006).

### 2.1. Hydratation des pâtes alimentaires

La première étape consiste à mélanger l'eau et la semoule. Dans les usines modernes les proportions d'ingrédients sont contrôlées automatiquement grâce à des doseurs qui déterminent la quantité d'eau à ajouter pour une qualité optimale de pâtes alimentaires (Smith and Hui, 2008). On cherche par cette étape d'amener l'humidité de la semoule qui est d'environ 14,5% de matière sèche à une humidité finale de 30% de matière sèche.

## **2.2. Malaxage**

Après avoir hydraté le produit, il est ensuite malaxé pendant environ 15 min à l'aide d'un malaxeur afin de bien incorporer l'eau dans le produit (semoule) de manière à obtenir des grumeaux de différentes tailles tout en laissant au niveau de la presse un vide permettant de réduire l'oxydation des pigments caroténoïdes donnant aux pâtes une mauvaise couleur et d'autre part empêcher la formation de bulles d'air qui dégradent la qualité des pâtes (pâte de texture collante) (**Smith and Hui, 2008**).

## **2.3. Forme**

La forme de la pâte peut être assurée par des principes de laminage ou d'extrusion (les plus couramment utilisés). Utiliser une extrudeuse pour convertir la semoule en pâte. A la sortie de l'extrudeuse, on peut choisir de placer différents moules. Le moule donnera une forme à la pâte (Coquillettes, torsades, coudes, vrilles, etc.) ("**La fabrication des pâtes – Ferme d'Allicoud,**") [3].

## **2.4. Extrusion**

La semoule hydratée est reprise par une vis sans fin dont la fonction est d'assurer l'avancement des pâtes tout en les comprimant de manière à provoquer leur extrusion à travers un moule situé en tête de vis. Les pressions auxquelles est soumise la pâte au cours de cette opération peuvent dépasser 100kg/cm<sup>2</sup> et semblent être essentielles pour donner la compacité nécessaire au produit final pour une meilleure tenue à la cuisson (**Kruger et al., 1996**). Un système de refroidissement à circulation d'eau situé au tour du cylindre d'extrusion et de la tête de presse permet d'éviter un accroissement excessif de la température qui doit rester inférieure à 45-50°C afin d'éviter une dégradation des constituants de la semoule (**Petitot et al., 2010**). La forme des filières, la vitesse d'extrusion et les conditions de découpe déterminent le format des produits finis (spaghetti, macaroni, pâtes courtes, papillons, farfalles).

## **2.5. Laminage**

Dans le processus de laminage, la pâte est pétrie et laminée en feuille entre deux cylindres rotatifs. Trois à cinq paires de rouleaux sont utilisés jusqu'à ce que la feuille atteigne l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitées.

Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique dont elles utilisent pour la formation de la pâte (**Abécassis et al, 1995**).

L'énergie transférée à la pâte est plus élevée avec le procédé d'extrusion qu'avec celui de laminage et une partie de celle-ci est dissipée sous forme de chaleur. En outre, lors de l'extrusion, la pâte est soumise à un stress de cisaillement alors que pendant le laminage, un stress lors de l'élongation est appliqué. Ces différences dans les paramètres (le stress, la chaleur et la pression) peuvent entraîner la formation des pâtes de structures différentes (**Petitot et al., 2010**).

## **2.6. Séchage**

Une fois les pâtes formées, elles sont transportées dans une chambre de séchage permettant aux pâtes de bien sécher grâce aux procédés de température élevée pendant environ 12h d'où ce séchage permet d'améliorer la qualité organoleptique et de réduire les contaminations bactériennes mais d'autre part il réduit la valeur nutritionnelle des pâtes qui se traduit par un déficit en lysine (**Hui, 2008**).

Ce séchage s'effectue généralement en deux étapes :

- Le pré séchage :

Le pré séchage est une phase très importante dans le séchage des pâtes, il permet d'éliminer 30 à 40% de l'eau contenue dans la pâte en un minimum de temps (30% pour les pâtes courtes et 40% pour les pâtes longues) dans cette phase l'évaporation est irrégulière, les parties périphériques étant plus sèches que l'intérieur, ce qui assure une texture de carton, évite le collage et permet d'améliorer la stabilité de la forme.

- le séchage définitif :

C'est un séchage qui se fait de manière progressive avec une alternance de phase de séchage et de rééquilibrage d'humidité, ce qui réduit les tensions à l'intérieur du produit et prévient l'apparition des gerçures, fêlures ou rupture de la pâte (**Jeantet, 2006**).

## **2.7. Emballage**

Les pâtes alimentaires sont souvent emballées dans des sacs en polyéthylène ou en cellophane ou encore dans des boîtes en carton. Ces emballages ont pour but de protéger le produit fini contre toutes atteintes microbiennes ou réactions enzymatique et oxydative ainsi que les dommages pouvant subvenir lors de la livraison ou stockage (**Kulp, 2000**).

### **3. Types et formes des pâtes alimentaires**

En Algérie, la consommation de pâtes alimentaires est de l'ordre de 3 kg par an pour chaque individu, cette quantité est relativement faible en comparaison à d'autres pays maghrébins (15 ,26 kg/ ans) (**Kellou et al., 2010**).

Les principales variétés produites par l'industrie sont :

- Les pâtes pleines : préparées par extrusion (vermicelles, spaghetti, nouilles, tagliatelles) ;
- Les pâtes creuses extrudées (coudes, coquilles, coquillettes) ;
- Les pâtes roulées ou découpées (langue de oiseau, lettres, caractères, etc.).

Ces variétés de pâtes sont classées en 3 familles qui sont : Les pâtes longues, courtes et pâtes potages avec une production de 20%, 45%, 35% respectivement (**Kellou et al., 2010**). Certains fabricants de pâtes alimentaires mélangent les grains ou semoules de différentes variétés de blé dur pour maintenir une force de gluten et des produits finis à des coûts de productions moindres(**James, 2005**).

### **4. Contrôle de la qualité de la pâte**

Le contrôle se fait au niveau de plusieurs points de prélèvements :

Point de prélèvement P1 : mélange eau semoule ; dans ce niveau on fait analyse des matières premières (Humidité, teneur en protéines, taux de cendre).

Point de prélèvement P2 : trabatto (agitateur à étages vibrants) ; l'aspect visuelle de la pâte fraîche formé à cette étape se fait par un contrôleur laborantin avec un pied à coulisse pour mesurer les dimensions (longueur, largeur, épaisseur) de la pâte sèche.

Point de prélèvement P3 : pré-séchoir : dans ce stade on va mesurer l'humidité avec un dessiccateur halogène mais on avance il faut broyer (3g-5g) de la pâte cette expérience se fait a 130°C pendant 25 min. Le résultat doit être supérieur de 15 %.

Point de prélèvement P4 : produit semi fini le contrôle porte sur les mesures de :

- 1- l'humidité : a partir d'un produit broyé en utilisant un dessiccateur halogène qui mesure le taux de humidité qui doit être entre 11 et 12,5%.
- 2- Aspect visuel : dimensions de la pâte sèche formée à cette étape.



3- Analyse de couleurs : déterminée à l'aide d'un Chromamètre qui va indiquer échelle de couleur (“**Manuel Moulin Amor Ben Amor,**”):

- Clarté :  $L^* = 55-60$ .
- Indice de rouge :  $a^* = 5-7$ .
- Indice de jaune :  $b^* = 30-40$ .

## **5. Problèmes liés à la qualité des pâtes alimentaires**

Les pâtes alimentaires sont susceptibles à des problèmes au cours de leur processus de fabrication qui peuvent être dues au mauvais malaxage ou à un séchage incomplet, parmi ces facteurs on cite :

L’indice de brun (brunissement des pâtes); les piquûres, les gerçures.

➤ L’indice de brun :

Le brunissement des pâtes alimentaires est un caractère indésirable multifactoriel. Il serait fortement influencé par: la variété du blé dur mis en œuvre, par l’activité polyphénoloxydasique et peroxydasique des semoules (qui augmentent lors d’une contamination par les parties périphériques); ainsi que par des températures de séchage élevées lors de la pastification qui intensifient les réactions de Maillard (**Feillet and Icard Vernière, 2000**).

➤ Les gerçures :

Ce sont des brisures (fêlures) qui apparaissent dans les pâtes sèches suite à un mauvais séchage. Elles se produisent sous l’effet de tensions internes, et il en résulte un aspect déplaisant et une faible résistance à l’empaquetage (**Abécassis et al., 1995**).

➤ Les piquûres :

Il existe trois sortes de piquures : les blanches qui sont le résultat d’une hydratation insuffisante lors de la pastification; les brunes, qui témoignent d’une contamination des semoules par des particules de son (produits de la mouture de blé ); et les noires, qui proviennent généralement des blés ergotés ou mouchetés non éliminés lors de la mouture (**Feillet and Icard Vernière, 2000**).

*CHAPITRE II :*  
*VALORISATION*  
*DES SOUS-*  
*PRODUITS*

### 1. Généralités

On entend par la valorisation, toute transformation de résidus ou de sous-produits industriels alimentaires en vue de les réintroduire sur le marché à titre de nouveaux ingrédients ou comme nouveaux produits. L'agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (A.D.E.M.E, 2019) définit la valorisation comme "le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie".

Chaque procédé de valorisation permet de réaliser des économies de matières premières et contribue de façon directe au respect et à la sauvegarde de l'environnement. Le concept de valorisation des déchets est né de l'idée que l'entreprise doit considérer ses déchets comme une ressource à exploiter et non comme des rebuts dont il faut se débarrasser. En effet beaucoup de matériaux sont réutilisables dans diverses applications après leur fin de vie attribuée (Boucherba, 2015).

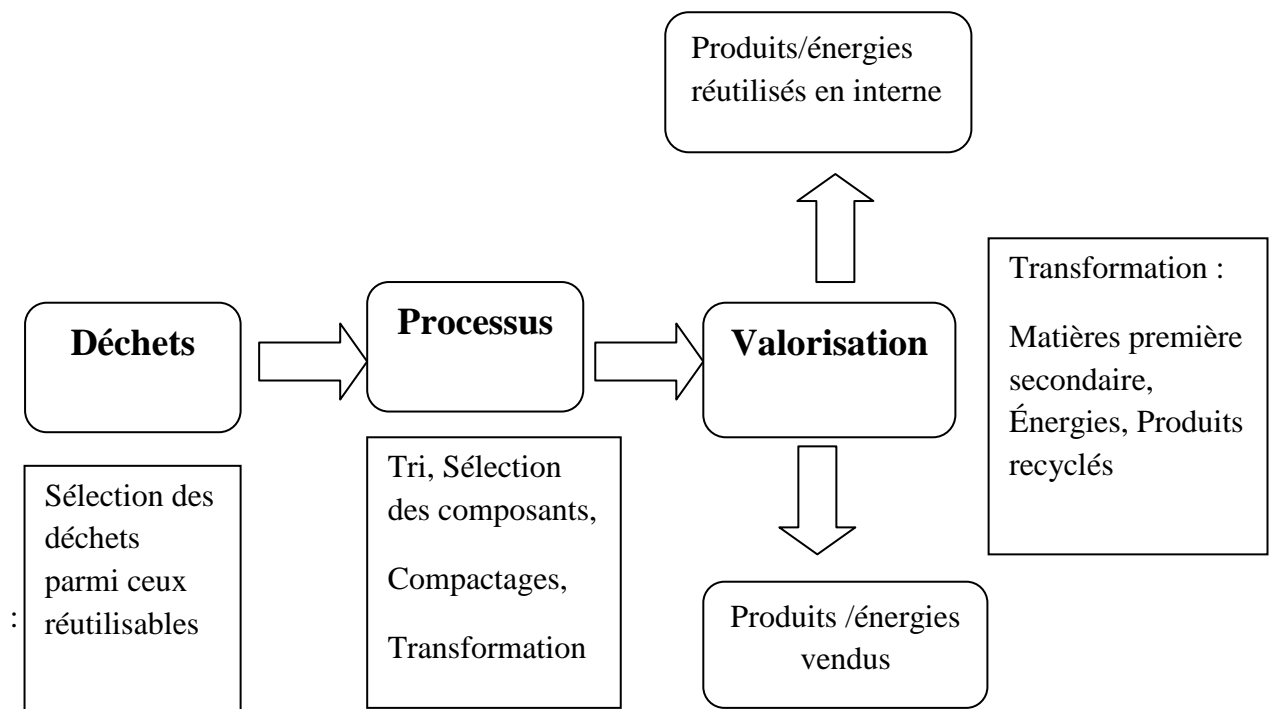


Figure 03 : processus générale de la valorisation.

### 2. Sous-produit

Un sous-produit est un produit résiduel qui apparaît durant le processus de fabrication, de transformation ou de distribution d'un produit fini. Il est non intentionnel, non prévisible, et

accidentel. Il peut être utilisé directement ou bien constituer un ingrédient d'un autre processus de production en vue de la fabrication d'un autre produit fini. Il ne faut pas confondre sous-produit et coproduit, un sous-produit ou résidu peut être selon **(Boucherba, 2015)** :

En alimentaire : Un sous-produit des récoltes ou de la transformation des aliments.

En biologie : L'un des composants à la base d'une macromolécule : les bases azotées pour les acides nucléiques, les acides-aminés pour les polypeptides, ou encore les sucres simples constituant les polysaccharides.

En chimie : Un matériau obtenu après un chauffage plus ou moins intense d'un échantillon, voir par exemple en chimie analytique : extrait sec et taux de cendres ; un produit de la distillation.

En écologie : Les restes d'une opération chimique ou physique.

### **3. Différents types de valorisation**

#### **3.1. Valorisation de matières**

La valorisation de la matière recouvre la récupération, la réutilisation, la régénération et le recyclage des matériaux extraits des déchets et consiste à introduire en entier ou en partie de la matière déjà existante dans un nouveau processus de production. Les nouveaux matériaux générés sont appelés « matières premières secondaires » ou « matières premières recyclées »

##### **a. Le recyclage matière et organique:**

Le (ou l'un des) matériau(x) du déchet, après transformation, devient la matière première d'un nouveau produit. Le recyclage consiste à trier les déchets de manière à isoler les différentes matières présentes afin de les réutiliser. Ainsi, on parle de recyclage lorsque l'on fait fondre des bouteilles en plastique pour les transformer en fibres synthétiques.

b. Le réemploi: le produit usagé, après réparation ou remise à l'état neuf, est à nouveau utilisé pour le même usage ou un usage différent, le réemploi se définit comme l'utilisation d'un déchet pour un même usage. L'exemple type est la consigne de bouteilles.

c. La réutilisation : le produit est utilisé plusieurs fois pour le même usage.

d. La régénération : le déchet, après transformation, retrouve les mêmes caractéristiques physico-chimiques et peut être utilisé comme une matière vierge **(Boucherba, 2015)**.

### 3.2. Valorisation biologique (Valorisation organique)

Le traitement biologique a pour effet de transformer les matières fermentescibles en un plus stable : le compost, susceptible d'être utilisé en tant qu'amendement organique ou support de culture, deux modes de dégradation de la matière organique sont possible : en présence d'oxygène (aérobie), il s'agit de compostage et en absence d'oxygène (anaérobie), on parle de méthanisation (A.D.E.M.E, 2019).

a- Le compostage: ( En présence d'oxygène « aérobie »), est un processus biologique qui favorise et accélère l'oxydation de la matière organique par fermentation aérobie micro-organismes préexistants dans les déchets, le principe du compostage des déchets biologique est divisé en deux étapes principales (Mustin, 1987).

La phase oxydative se caractérise par la dégradation aérobie de la matière organique fraîche. Ce qui engendre une production intense de chaleur et élève ainsi la température du compost. Afin d'assurer cette étape, un maintien minimal de la température à 60°C pendant 4 jours est préconiser pour éliminer les germes pathogènes contenus dans le flux de matières organiques. L'activation microbienne et l'élévation de la température entraînent une consommation importante d'oxygène et d'eau, donc pour satisfaire les besoin microbiens, il faut effectuer un arrosage périodique et une aération de la matière à traiter. La phase de maturation constructive où apparaissent lentement des éléments précurseurs de l'humus. La dégradation lente des composés résistants ne nécessite ni arrosage ni aération. Il se traduit par la synthèse d'un produit stable : le compost (Mustin, 1987).

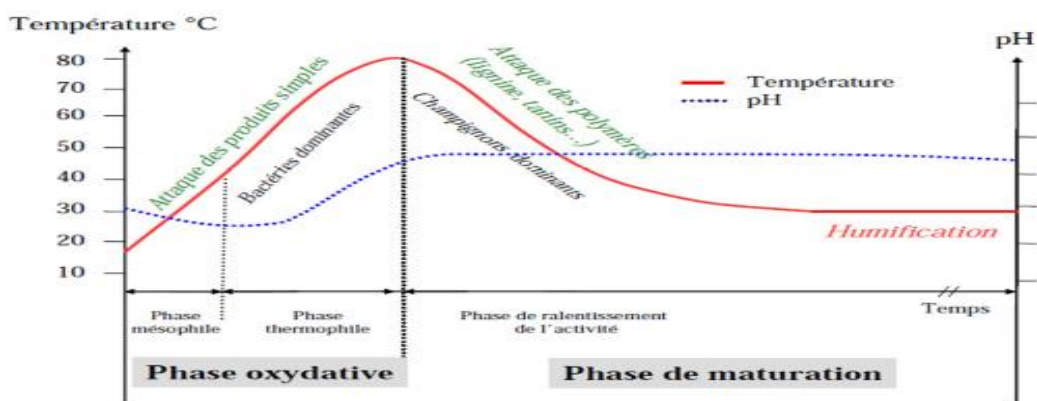


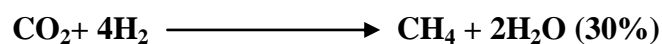
Figure 04 : Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage d'après (Mustin, 1987).

b- La méthanisation : En l'absence d'oxygène « anaérobiose », elle consiste en une décomposition anaérobie de déchets organiques, de parties fermentescibles: déchets ménagers, déchets verts, déchets alimentaires et produit un gaz combustible principalement composé de méthane (CH<sub>4</sub>) (**Rogaume, 2006**).

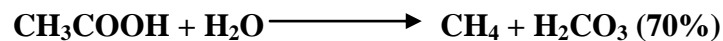
La méthanisation s'opère en quatre phases (**Damien, 2016**) :

- ❖ Avec l'hydrolyse, le polymère se dégrade en monomères et de petites molécules solubles absorbées par les bactéries apparaissent: la cellulose se transforme en glucose et en cellobiose;
- ❖ La transformation des monomères en gaz carbonique et acide organique constitue l'acidogénèse ou fermentation, il apparaît alors les acétates, de l'éthanol, de l'ammoniaque, de l'hydrogène et des acides gras volatils comportant de 2 à 5 atomes de carbone ;
- ❖ Au niveau de l'acétogénèse, les micro-organismes transforment les acides gras volatils et alcools de l'étape précédente en hydrogène, gaz carbonique et acétates, l'hydrogène sulfuré se trouve généré lors de cette phase de transformation ;
- ❖ Les bactéries méthanogènes interviennent ensuite pour élaborer le méthane (méthanogénèses) à partir d'hydrogène de gaz carbonique et des acétates suivant les réactions :

- De réduction de CO<sub>2</sub> :



- De décarboxylation de l'acide acétique :



Comparaison entre les deux modes de traitements biologiques :

La méthanisation tout comme le compostage ne constituent pas une filière de traitement des ordures ménagères, mais concernent seulement leur fraction organique (**Desachy, 2001**). Ces deux modes de traitements sont complémentaires, présentent des atouts et des contraintes (Tab. I).

Tableau 1 : Comparaison entre la méthanisation et le compostage (A.D.E.M.E, 2019).

| <b>Mode de traitement</b>                                | <b>Compostage</b>  | <b>Méthanisation</b>   |
|--|--|--|
| <b>Nature de déchet traité</b>                           | Tous déchets organiques  | Les déchets organiques exception des déchets ligneux.  |
| <b>Produit résultants</b>                                | Compost organique  | Biogaz + di-gestation qui après compostage servira comme amendement organique.   |
| <b>Atouts spécifiques à chaque filière de traitement</b> | -Cout de traitement réduit.<br>-Permet la gestion de petites quantités de déchets. | -Traitement de déchets difficile (ceux qui sont riches en eau).<br>-Production du biogaz.<br>-Risques d'odeurs réduites. |

#### **4. Les Caractéristiques des déchets**

On caractérise les déchets par quatre paramètres essentiels : la densité, le degré d'humidité, le pouvoir calorifique, le rapport des teneurs en carbone et azote (C/N) (Joel et al., 2008 ; Ngnikam and Tanawa, 2006).

##### **a. La densité**

La connaissance de la densité est très importante pour choisir la méthode de collecte et de stockage. Cependant, comme les déchets sont compressibles, la densité n'a un sens que si on Définit certaines conditions. C'est pourquoi on peut avoir une densité en poubelle, une densité en benne.

##### **b. Le degré d'humidité**

La quantité d'eau contenue dans les ordures varie selon la saison et le milieu environnemental. Cette eau a un certain effet sur le taux de décomposition des matériaux contenus et du pouvoir calorifique des déchets.

##### **c. Le pouvoir calorifique**

Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en millithermie par kilogramme d'ordures (mth/Kg).

**d. Le rapport des teneurs en carbone et azote Le rapport C/N**

Le rapport C/N a été choisi comme norme de qualité pour les produits obtenus par le compostage des ordures. Ceci est très important pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets pendant la fermentation peut être déterminée périodiquement par ce rapport.

**5. Classification des déchets**

On distingue les déchets urbains, les déchets des entreprises (appelés aussi déchets industriels), les déchets hospitaliers, les déchets agricoles et les déchets particuliers en quantité limitée, appelés autrefois DTQD (déchets toxiques en quantités dispersées), désignés actuellement sous les noms de DSM (déchets spéciaux des ménages), DTQL (déchets toxique en quantités limitées). La distinction entre ces diverses catégories fait référence aux autorités responsables de l'élimination, sauf en ce qui concerne les déchets dispersés que l'on retrouve dans toutes les catégories (fig5) (Leroy, 1994).

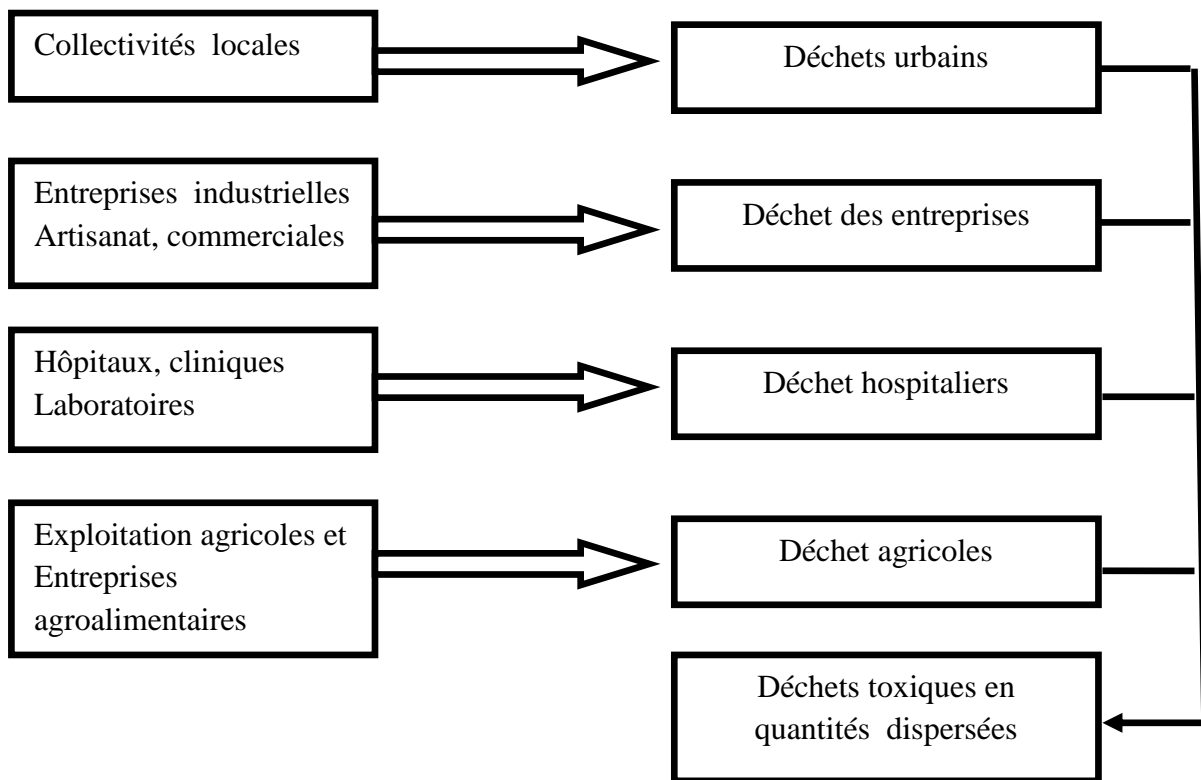


Figure 05 : Classification des déchets (Leroy, 1994).



Les différents types de déchets en tenant compte de certains aspects des déchets (**Damien, 2016**) :

1. Caractère dangereux ou non.
2. Caractères physiques, chimiques et biologiques (fermentescible, inflammable, etc....).
3. Secteur producteur (industrie, collectivités, particuliers).
4. Composition, usage (emballage, électroménager, véhicule).

**a. Les déchets ménagers et assimilés (DMA)**

Cette catégorie recouvre :

1. Les ordures ménagères (OM).
2. Les déchets municipaux (DM) ou urbains, les résidus urbains (déchets du nettoyage).
3. Les déchets occasionnels (déchets verts, encombrants et déchets de bricolage).

**b. Les déchets des collectivités locales**

Les collectivités locales produisent 22,5 tonnes de boues par an de boues à partir de stations d'épuration, déchets, déchets verts, résidus de nettoyage des rues et divers documents pour les lieux administratifs (**Damien, 2016**).

**c. Les déchets industriels**

On distingue :

- Les déchets industriels toxiques : de multiples précautions doivent être prises comme leur collecte, transport, stockage, traitement fait l'objet d'un contrôle renforcé, au niveau européen, plusieurs critères définissent un déchet dangereux: inflammable, explosif, facilement inflammable, corrosif, nocif, infectieux, cancérigène (**"Acronymes des déchets ?," 2019**)[4]

- Les déchets industriels banals (DIB) ou déchets non dangereux : ils sont issus d'activités commerciales, artisanales, industrielles ou de service. Ils regroupent principalement les plastiques, les papiers cartons, les textiles, le bois non traité, les métaux, les verres et matières organiques.

- Les déchets industriels spéciaux (DIS) : Ils regroupent les déchets dangereux autres que les déchets dangereux des ménages et les déchets à risque d'infection (**Damien, 2016**).

**d. Les déchets fermentescibles**

Ce sont des matières organiques biodégradables: la pâte avariée, épluchures de fruits, déchets de viande, de charcuterie, tonte de gazon, les papiers et cartons, le bois et les textiles naturels (**Damien, 2016**).

## 6. Les risques liés aux déchets

Les déchets sont à la fois un risque et une ressource, s'ils sont éliminés sans mesures préventives deviennent non seulement un danger dégradant le paysage, mais aussi un polluant de l'environnement qui expose l'homme à des nuisances et à des dangers, dont certains peuvent être très graves. Selon leurs propriétés, les déchets présentent un risque pour la santé quand ils peuvent porter une atteinte directe à l'homme du fait qu'ils possèdent une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : irritants, nocifs, toxiques, cancérigènes, infectieux, inflammables, mutagènes... etc. (Desachy, 2001).

## 7. Les causes responsables des déchets : Diagramme d'Ishikawa

C'est un outil qui permet d'identifier les causes d'un problème, une vision globale des causes génératrices d'un problème avec une représentation structurée de l'ensemble des causes qui produisent un effet. Il y a une relation hiérarchique entre les causes et les mesures d'identification des racines d'un problème (Bouaiti et al., 2016).

Le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme en arête de poisson, diagramme cause-effet ou 5M) permet de limiter l'oubli des causes et de fournir des éléments pour l'étude des solutions. Cette méthode permet d'agir sur les causes pour corriger les défauts et donner des solutions en employant des actions correctives (Bouaiti et al., 2016).

Ce diagramme s'applique pour tirer plus d'information et solutions pour notre thème exemple: pour le déchet de la pâte avariée, Pourquoi on obtient beaucoup de déchets.

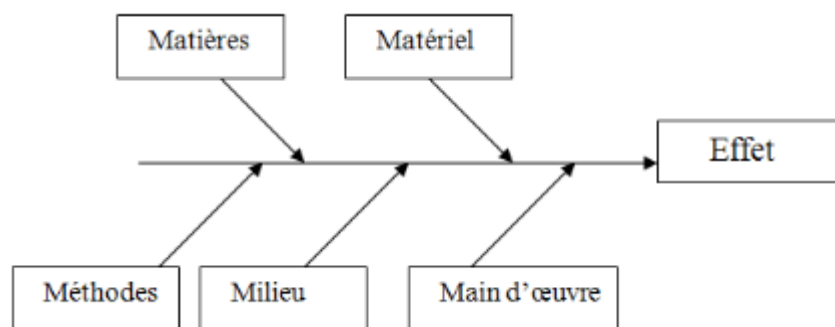


Figure06 : Diagramme d'Ishikawa (les 5M).

Les 5M dans notre étude sont :

- **La main d'œuvre** : le nombre insuffisant des agents pour recycler 200 kg de pâtes.
- **La matière** : la pâte avariée a une durée de vie très courte.
- **Le matériel** : manque de moyen pour réutiliser la pâte.
- **La méthode** : la méthode utilisée dans la conservation de la pâte avariée augmente la vitesse de la fermentation.
- **Le milieu** : la température élevée de l'usine joue le rôle d'un catalyseur de fermentation , densité en décharge, une densité en fosse, etc... .

*PARTIE*  
*EXPÉRIMENTALE*

*MATÉRIEL ET  
MÉTHODES*

## 1. Le site de l'étude

Le groupe Amor Ben Amor (ABA) est le premier producteur des semoules, couscous et pâtes alimentaires au niveau national (**“Manuel Moulin Amor Ben Amor,”** ).

Ce groupe implanté à la zone industrielle d'El Fedjoudj-Wilaya de Guelma l'année 2000, nous a accueillis durant 2 mois (Février-Mars 2020) au sein de l'unité moulins Amor Ben Amor. Ce stage pratique dans cette structure nous a permis de suivre les procédés de transformation fabrication adopté par le groupe ABA de l'étape (semoule + eau) jusqu'à la fabrication du produit fini (la pâte alimentaire conforme) et aussi de réaliser les analyses physicochimiques sur la pâte conforme.

## 2. Pâtes de l'étude

L'échantillon et le matériel biologique faisant l'objet de ce travail ces deux types de pâtes issues des moulins ABA :

- 1- La pâte conforme destinée à la consommation.
- 2- La pâte avariée considérée comme un déchet et qui est sujette directement après son extraction aux décharges au niveau de l'usine ou transférée au centre d'enfouissement technique sans aucun traitement préalable localisé à la commune d'Héliopolis en changeant chaque 3 ans l'endroit de dépôt.



Figure 07 : pâte avariée et conforme chez Amor ben Amor.

### **3. Les analyses physicochimiques**

Le contrôle physicochimique de la pâte conforme réalisé aux moulins ABA de façon régulière c'est un contrôle de routine qui a pour but d'assurer au consommateur la qualité organoleptique et nutritionnelle du produit alimentaire et d'assurer que l'unité de production respecte les normes et la confiance des clients.

Pour ce contrôle physico-chimique on a opté pour les paramètres suivants dont certains sont communs aux deux types de pâtes objet de notre travail et certains sont spécifiques à la pâte conforme.

#### **3.1. Taux d'humidité**

Cette analyse est effectuée selon les normes : **AFNOR (NF V03-706), ISO (712) ICC (109/1) et NA (1132.1990).**

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts principaux :

**Intérêt technologique** : la détermination et la conduite rationnelle de l'opération de récolte, de séchage ou de la transformation industrielle.

**Intérêt analytique** : rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).

**Intérêt commercial et réglementaire** : les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneurs en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections.

#### **Principe**

La détermination du taux d'humidité se fait par séchage à 130°C par un humidimètre halogène selon le principe thermogravimétrique à pression atmosphérique.

L'humidité est le pourcentage (%) :  $\text{poids initial} - \text{poids final} / 100$  (**“Manuel Moulin Amor Ben Amor,”**).

#### **Mode opératoire**

Allumer le dessiccateur halogène, puis appuyer sur la touche (reset) qui permet de revenir au menu de base, on pose le porte échantillon, tarer en appuyant sur la touche O/T, ensuite on pèse 3 grammes de produit à analyser, une fois l'analyse de l'humidité terminée un indicateur sonore l'indiquera, lire le résultat affiché sur l'écran.

### **3.2. Colorimétrie**

La couleur se caractérise par des composantes : l'indice de jaune et l'indice de brun, dans tous les cas, plus l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible, le résultat est meilleur (**I.T.C.F, 2001**)

**Intérêt :** détermination des différents couleurs.

**Principe :** La détermination des différents indices de couleur (Indice de clarté  $L^*$ , Indice de brun  $a^*$  et Indice de jaune  $b^*$ ) est utilisé pour le contrôle de les pâtes alimentaires (**Cassan, 2015**).

L'échelle de couleur CIE est dans les normes suivantes :

- Clarté :  $L^* = 55-60$ .
- Indice de brun :  $a^* = 5-7$ .
- Indice de jaune :  $b^* = 30-40$ .

Les origines de cette coloration sont:

- Pour la composante jaune, la teneur en pigments caroténoïdes des semoules (peuvent être oxydées par les lipoxygénases malaxage et extrusion sous vide).
- Pour la composante brune, l'activité enzymatique : le brunissement enzymatique est un processus chimique, impliquant des polyphénoloxydases telles que tyrosinase et catéchol-oxydase et d'autres enzymes qui dégradent les tannins des tissus végétaux blessés ou vieillissants, et créent des mélanines et des benzoquinones, donnant une couleur brune.
- Pour la composante rouge, les réactions de Maillard : brunissement non enzymatique, avec le temps l'indice de brun augmente et le taux d'humidité diminuer avec un odeur défavorable.

#### **Mode opératoire**

Le test de coloration est effectué à l'aide du spectrocolorimètre en respectant les étapes suivantes :

Placer l'échantillon après broyage dans le compartiment nécessaire fourni avec l'appareil, puis on met la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon, on appuyont sur la touche Mesure/Entre (ou la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant est allumé ne pas bouger la tête pendant la mesure, lire directement le résultat sur l'écran LCD du colorimètre.



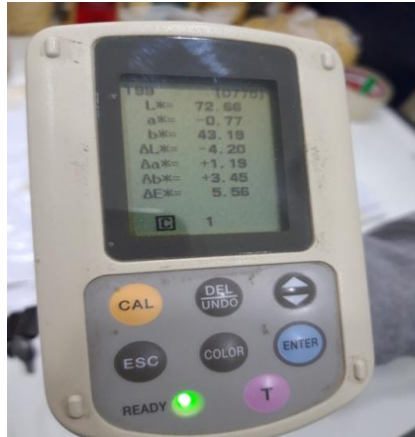


Figure 08: Colorimètre avec calculateur pour mesurer la couleur.

### **3.3. Le temps de cuisson (résistance de pâtes)**

Les temps minimal, optimal et maximal de cuisson qui correspond respectivement à la durée à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée et le temps au-delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson (Abécassis et al., 1995).

**Intérêt :** l'état de délitescence des pâtes, c'est à dire l'état de désagrégation superficielle de la pâte cuite.

**Principe:** écraser la pâte cuite entre deux plaques en verre, la disparition d'une ligne centrale blanche est révélatrice de l'état de cuisson minimum.

Temps minimal (T) : temps à partir duquel l'amidon est entièrement gélatinisé.

Temps optimal (T + 1 min) : temps pour donner à la pâte la texture recherchée.

Temps maximal (T + 6 min) : temps au-delà duquel les produits se désintègrent (Cassan, 2015).

#### **Mode opératoire: Protocole standardisé (NF ISO 7304)**

Un échantillon de 100 g de pâtes (non fissuré, non malformé) est plongé dans 2 litres d'eau à 100°C, définir le temps de cuisson aldente par chronomètre (entre 15s et 30s),

on prélève l'échantillon puis écrase entre deux plaques de plexiglas, la visualisation de la ligne blanche correspondant à l'amidon non gélatinisé. Le temps optimal de cuisson (TOC) correspond au temps à partir duquel la ligne blanche a totalement disparu (amidon complètement gélatinisé).



Figure 09 : mode opératoire pour déterminer le temps de cuisson

(1) Plaque chauffante + 100 g de produit+ 2 l d'eau + la casserole.

(2) Deux plaques en verre.

(3) Chronomètre pour mesurer le temps de cuisson.

(4) Plonger la pâte alimentaire dans la casserole.

(5-6) Vérifier la cuisson de produit

(7-8-9-10-11-12) A la fin de la cuisson, les pâtes sont versées dans une passoire, égouttées puis rincées avec 500 mL d'eau froide et vérifier la résistance ou non résistance du produit. (ISO 7304-2:2008)



Figure 10 : Plaques de plexi glasses.

### 3.4. Aspect visuel (la taille du produit)

Cet aspect correspond à la longueur, la largeur et l'épaisseur des pâtes alimentaires mesurée par un pied à coulisse (appareil de mesure directe, entièrement en acier inoxydable).

**Intérêt :** Permet de détecter les malformations et les irrégularités dans la fabrication et les mesures de la longueur, largeur et l'épaisseur (Cassan, 2015).

**Mode opératoire :**

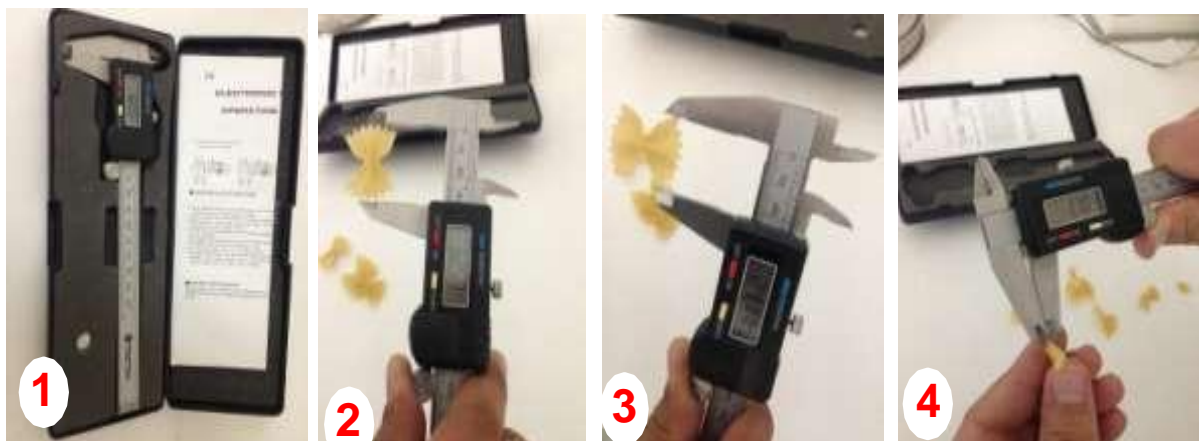


Figure 11 : dimension d'une pâte sèche.

#### **4. Les analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques ont été réalisées uniquement pour la pâte avariée au niveau du laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université 8 Mai 1945 Guelma, la pâte conforme n'a pas été soumise à cette analyse, elle est considérée propre à la consommation.

Cette analyse microbiologique a été entreprise dans un but biotechnologique pour la recherche de microorganismes d'intérêt industriel (le screening).

##### **a) Préparation des solutions mères**

Pour préparer une solution mère, nous avons procédé comme suit :

Tirer un récipient stérile que l'on pourra utiliser pour le broyage, puis introduire aseptiquement 25 g de produit à analyser, on ajoute environ 225 ml d'eau physiologique stérile et broyer le mélange (produit + eau physiologique), ce broyage permet d'extraire tous les micro-organismes qui se trouvent dans le produit, ensuite verser la solution obtenue dans le flacon qui contient le reste de l'eau physiologique (environ 155ml), il faut bien homogénéiser la solution pour assurer une meilleure dispersion des micro-organismes (J.O.A, 2016).

##### **b) Préparation des dilutions décimales**

La préparation des dilutions décimales s'est effectuée comme suit :

Préparer une série de tubes contenant chacun 9 ml d'eau physiologique stérile, on introduit aseptiquement et à l'aide d'une pipette graduée 1 ml de la solution mère dans le 1<sup>er</sup> tube de la série préparée précédemment, on obtient donc la 1<sup>ère</sup> dilution de concentration  $10^{-1}$ , puis prélever en suite 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  et la porter dans le 2<sup>ème</sup> tube de eau physiologique, ensuite on obtient donc la 2<sup>ème</sup> dilution à  $10^{-2}$  de concentration, on procède de la façon jusqu'à l'obtention de la dilution  $10^{-3}$  (J.O.A, 2016).

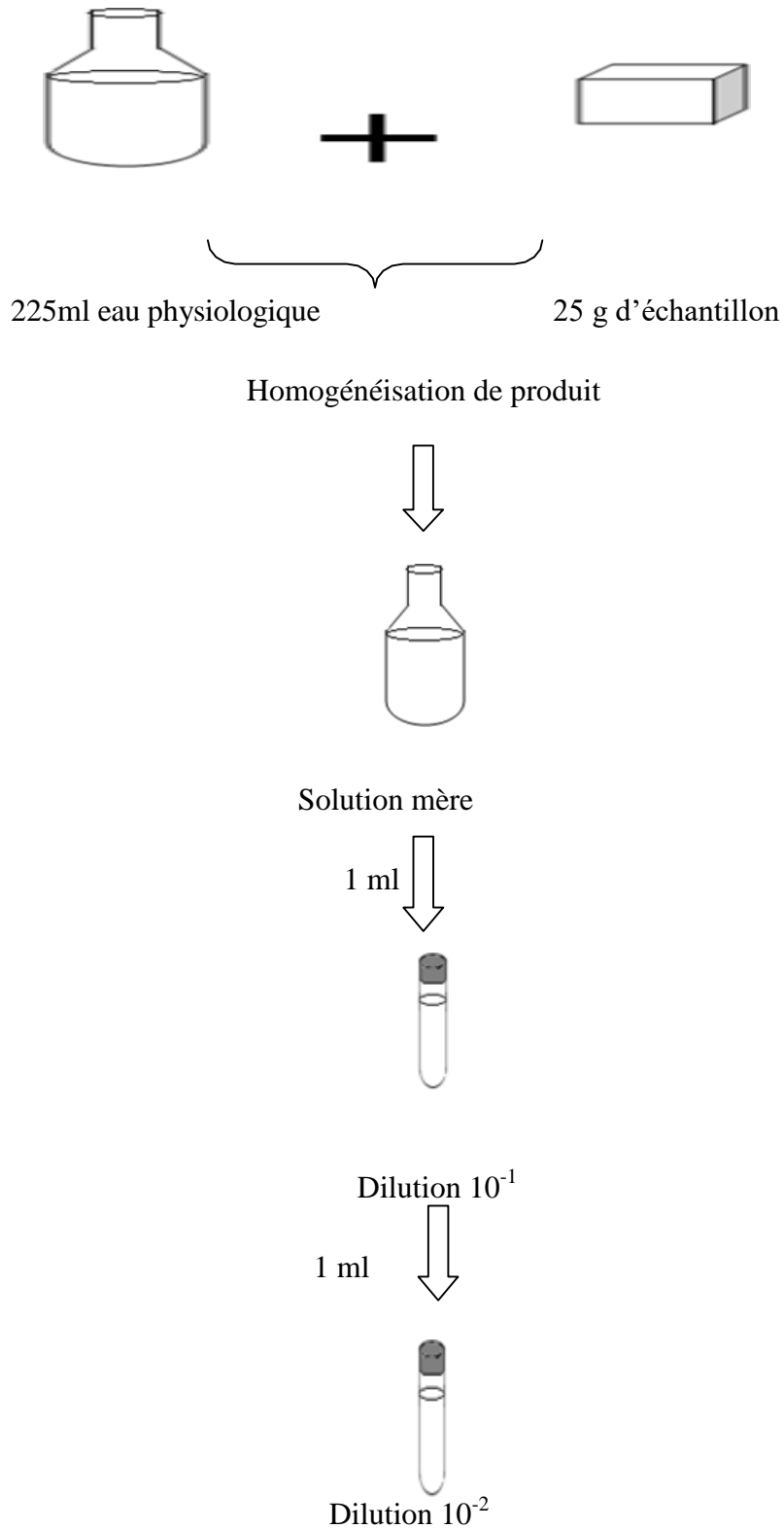


Figure12 : Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales

#### **4.2. Recherche des spores de *Clostridium* sulfito-Réducteur (ISO 66 49)**

##### **Principe :**

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont mis en évidence en utilisant la gélose viande foie (VF) à laquelle on ajoute le sulfite de sodium (milieu sélectif des *Clostridium* qui réduisent les sulfites en sulfures) et l'alun de fer qui permettent la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfite réduit par les *Clostridium*.

##### **Mode opératoire :**

Fondre un flacon de gélose de VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C et ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium mélanger soigneusement et aseptiquement, le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

##### **Ensemencement :**

Les tubes contenant les dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  seront soumis, d'abord à un chauffage dans un bain marie à 80°C pendant 8 à 10 min, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis de 16 mm de diamètre, puis ajouter dans chaque tube environ 15 ml de la gélose VF prête à l'emploi. Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 min puis incuber les tubes à 37°C pendant 16, 24 et 48 heures.

##### **Lecture :**

La première lecture doit se faire impérativement à 16 h car :

- Il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5mm.
- Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 h et 48h.

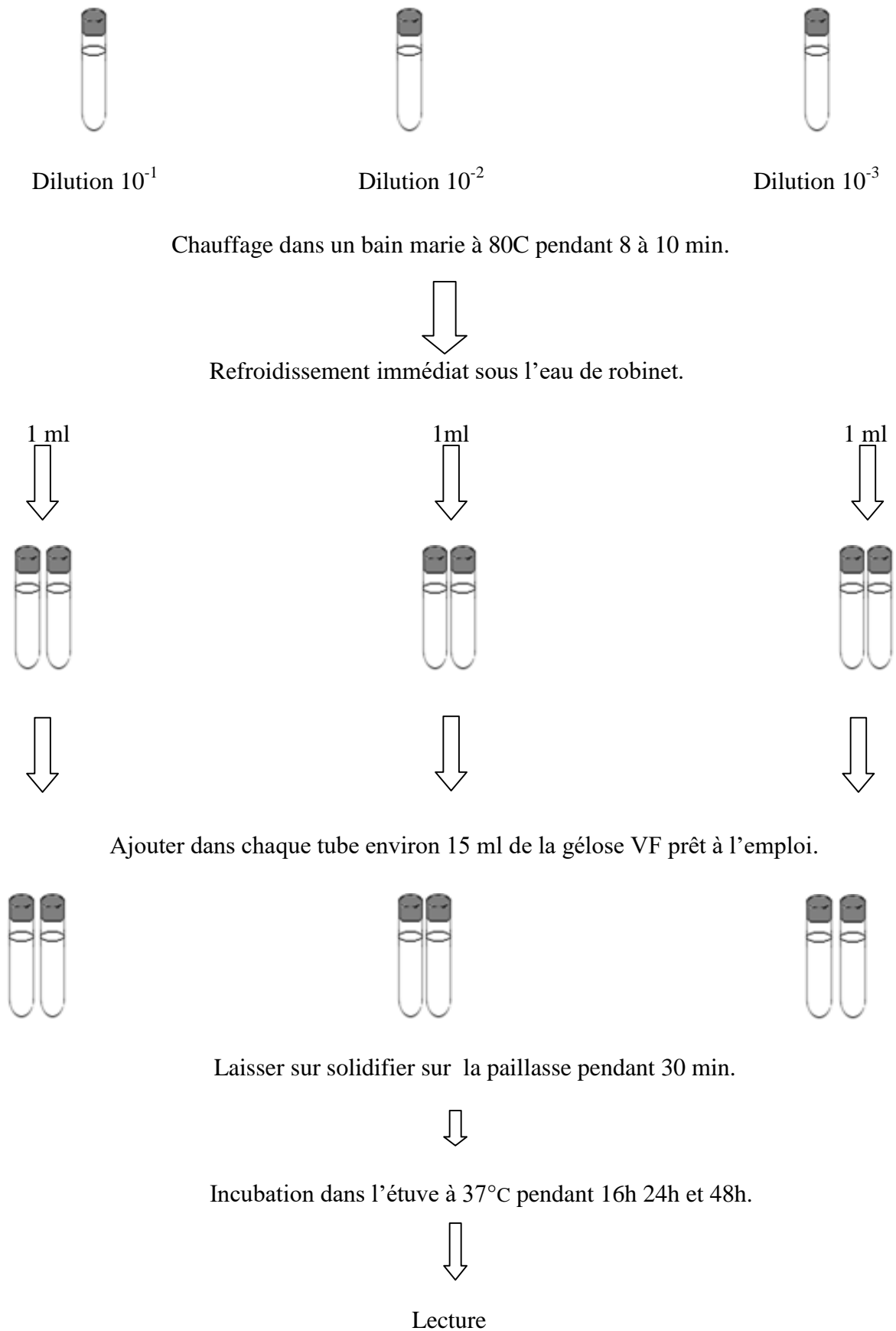


Figure13 : Etapes de recherche des spores de *Clostridium sulfito-Réducteur*.

#### **4.2. Recherche et dénombrement des moisissures**

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobies, acidophiles (pH=3 à 7 et mésophile, se développent sur les aliments à faible activité d'eau (**JO n°35/1998**)).

##### **Principe :**

Pour l'isolement des moisissures, on utilise le milieu sélectif OGA (gélose glucosée additionnée d'un antibiotique sélectif l'Oxytétracycline).

##### **Mode opératoire :**

Préparation du milieu : fondre préalablement un flacon de gélose OGA, puis le refroidir à 45°C et couler dans 3 boîtes de pétri et laisser solidifier sur paillasse.

##### **Ensemencement :**

La technique d'ensemencement en surface c'est-à-dire 4 gouttes de dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , sont mises sur milieu solide OGA.

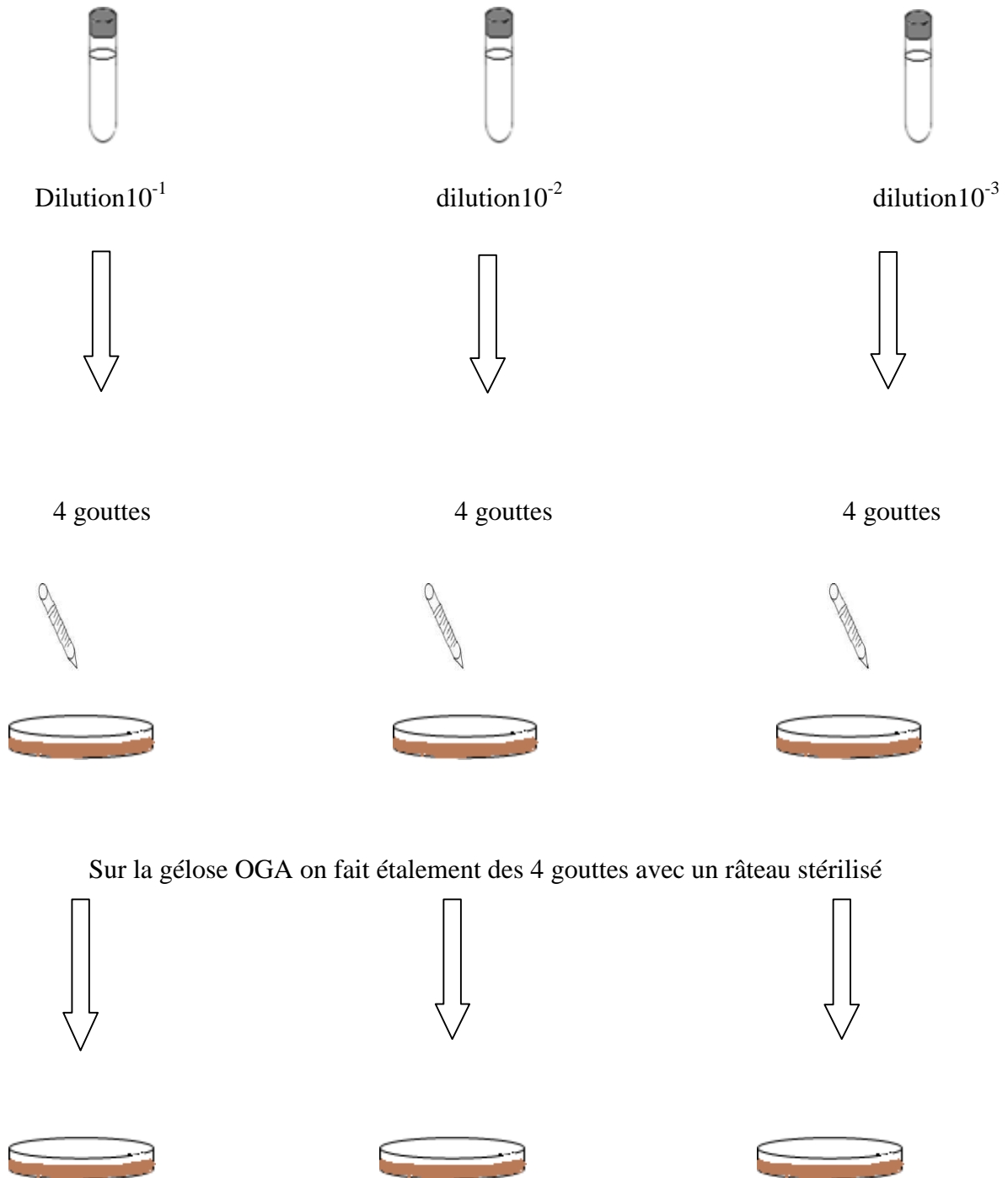
À l'aide d'un écouvillon on place quatre gouttes pour chacune des boîtes.

Deux autres boîtes de pétri sont considérées comme témoins de OGA et de l'eau physiologique stérile (ensemencement en surface après avoir mis 4 gouttes de eau physiologique stérile).

**Incubation :** à 20-25°C pendant 5 jours.

**Lecture :** des colonies sont épaisses, pigmentées ou non, parfois envahissantes.





Incubation des boîtes avec les couvercles en haut à une température ambiante ( $25^{\circ}\text{C}$ ) pendant 5 jours

Figure 14 : Etape Recherche et dénombrement des moisissures.

## 5. Dosage des composés phénoliques

### 5.1. Mise en évidence des composés phénoliques (Réaction au $\text{FeCl}_3$ )

Cette réaction a été réalisée pour la détection des composés phénoliques en utilisant le broyat de la pâte.

#### Protocole :

Peser 400 mg du broyat de chaque pâte dans un récipient en verre (tube à essai), puis additionner 4 ml d'eau distillée et 12 ml d'acétone ; le tout est placé dans un bain marie à température  $60^\circ\text{C}$  pendant 5 min avec agitation de temps en temps. Une filtration sur un papier filtre «type Whatman n°1» est appliquée, 2 ml du filtrat obtenu sont mélangés à quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$  à 10% et la présence des composés phénoliques est indiquée par l'apparition de la couleur vert noirâtre (Bouquet, 1968).



Pâte avariée (PA)



Pâte conforme (PC)

Figure 15 : Détection des composés phénoliques.

## **5.2. La quantification des composés phénolique**

L'extraction des composés phénoliques est réalisée avec du méthanol 80% comme solvant d'extraction. Quand une matrice est au contact d'un solvant, les composants solubles migrent vers le solvant. Ainsi l'extraction est un transfert du principe actif de la matrice vers le solvant selon un gradient de concentration (**Khanaki et al., 2017**).

Pour extraire les polyphénols du poudre de la pâte, nous avons opté pour le protocole de macération décrit par (**Oomah et al., 2011a**) avec quelques modifications.

Mélanger 1.25g de la (PA) avec 50ml du solvant d'extraction (méthanol 80%), faire un agitation pendant 2h à température ambiante, filtration sous vide est appliqué, faire une centrifugation à 4500tr/15min, évaporation du solvant dans une étuve a à 40°C, détermination du rendement d'extraction.

Dans cette étude, le rendement (l'extrait sec, obtenu après évaporation, contenant les composés phénoliques) a été déterminé par rapport à 1.25g de poudre de pâtes de chaque échantillon (PA, PC). Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre la boîte plein (après évaporation) et le poids de la boîte vide (avant évaporation). Le rendement d'extraction est calculé par la formule suivante (**Falleh et al., 2008**).

$$R(\%) = (M \text{ ext}/M \text{ éch}) \times 100$$

R : est le rendement en %.

M ext : est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg.

M éch : est la masse sèche de l'échantillon en mg.

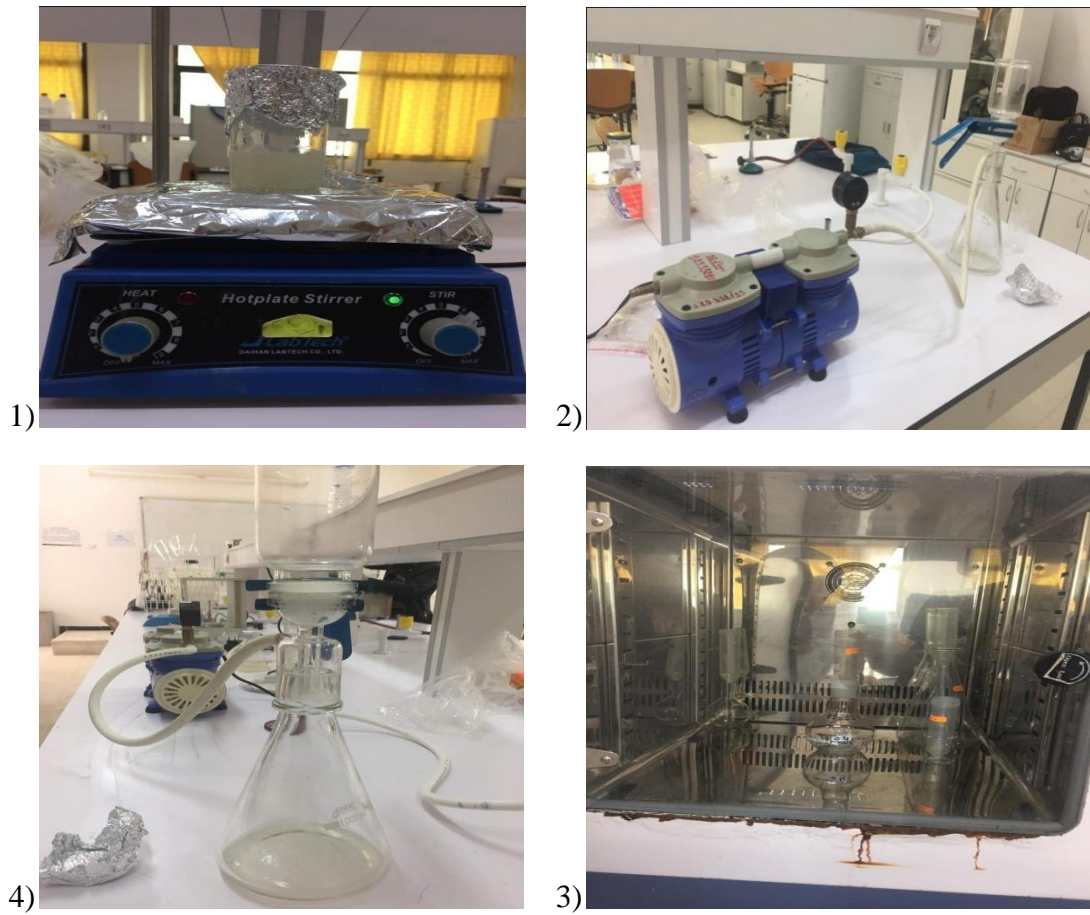


Figure16 : Quantification des composés phénoliques.

*RÉSULTATS ET  
DISCUSSION*

**Résultats :**

- 1. Les pâtes de l'étude :** les propriétés et les données des pâtes d'étude sont présentées dans le tableau II.

Tableau 2: les donnée des produits utilisés PC et PA.

| Produit                           | Pâte conforme ABA Coude 6 |             | Pâte avariée |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------|--------------|
| Date de fabrication               | 18/02/2020                |             | 18/02/2020   |
| Date d'expiration                 | 18/02/2022                |             | /            |
| Poids                             | 506 ,08g                  |             | 1,5kg        |
| Aspects du produit                | Homogène                  |             | Amorphe      |
| Scellage                          | Conforme                  |             | Avariée      |
| Valeurs nutritionnelle<br>(100 g) | Protéines :               | 12%(= 12 g) | /            |
|                                   | Glucides :                | 72%(= 72 g) |              |
|                                   | Lipides :                 | 2%(= 2 g)   |              |
| Valeurs énergétiques<br>(100 g)   | 356K cal                  |             | /            |

- 2. Les analyses physicochimiques de la pâte conforme et la pâte avariée :** les résultats des analyses physicochimiques sont présentés dans le tableau III.

Tableau 3: les analyses physicochimiques de la pâte conforme et la pâte avariée.

| Propriétés physicochimiques | La norme  | Pâte conforme coude 6               | Pâte avariée |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|--------------|
| Forme                       | Selon le moule  | Selon le moule                      | Amorphe      |
| Température                 | 25-28   | 26                                  | /            |
| Humidité %                  | H%<12 ,5%   | 11.5%                               | 32,34%       |
| Couleur                     | -Clarté : L* = 55-60.<br>-Indice de rouge : a* = 5-7.<br>-Indice de jaune : b* = 30-40. | L*=59 ,24<br>a*+=5 ,96<br>b*=30 ,34 | /            |
| Cuisson                     | Aldente   | 7 min                               | /            |

**1.1 Humidité :**

Le taux d'humidité représente la teneur d'eau dans les pâtes, il est mesuré continuellement sur plusieurs points de la ligne de production des pâtes.

Tableau 4: le taux d'humidité pour plusieurs types de pâte.

| Humidité% |               |              |
|-----------|---------------|--------------|
|           | Pâte conforme | Pâte avariée |
| 1         | 12,3          | 32,31        |
| 2         | 11,42         | 32,28        |
| 3         | 11,01         | 32,52        |
| 4         | 11,00         | 32,25        |
| Moy       | 11,43         | 32,34        |

Les chiffres de 1 à 4 correspondent aux résultats du produit fini des COUDE 6 ABA pour pâte conforme et quatre échantillons de différents points de prélèvements de pâte avariée.

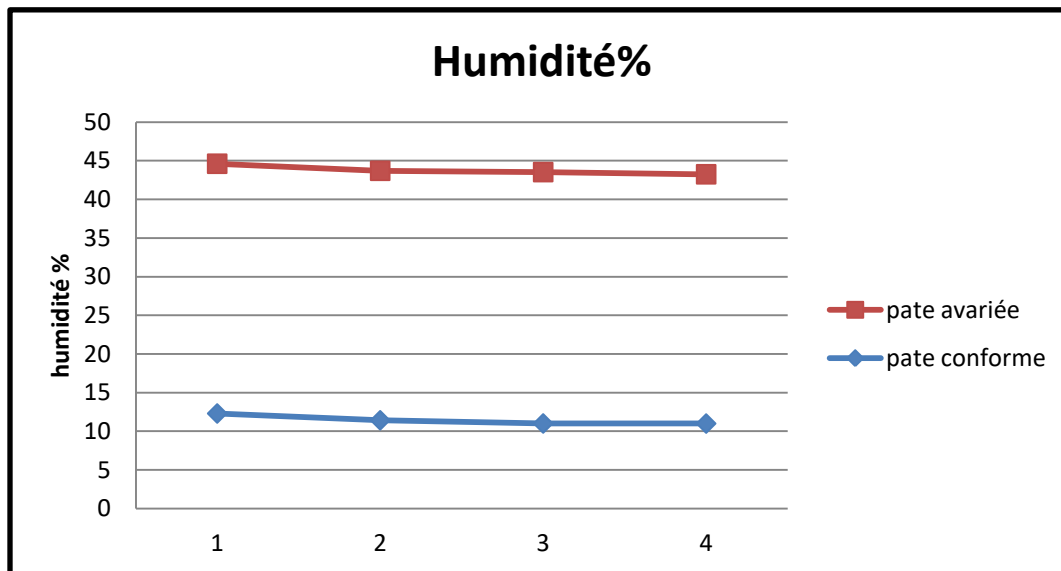


Figure17 : Analyses d'humidité des pâtes ABA (conforme et avariée).

Le taux d'humidité représente la teneur d'eau dans les pâtes ; le taux de la pâte conforme varie entre 11-12,5% donc elle est dans la norme alimentaire algérienne **N.A.6396** adopté pour les pâtes industrielles. Par contre la pâte avariée a un taux d'humidité égale à 32.34% qui est excessivement élevée et dépassant la limite par rapport au norme, avec une grande déférence significative comparé la pâte conforme (aliment sensible); cela affecte négativement sur la qualité de la pâte et devient pâte contaminée avec une odeur défavorable, inconsommable et considérée comme un déchet. Nous concluons que l'humidité est le facteur qui détermine la qualité de la pâte c'est-à-dire que l'augmentation du taux humidité affecte la qualité de la pâte conforme qui transforme en avariée.

### 1.2 La coloration des pâtes :

La figure18 représente les résultats de la coloration des pâtes coude 6 ABA :

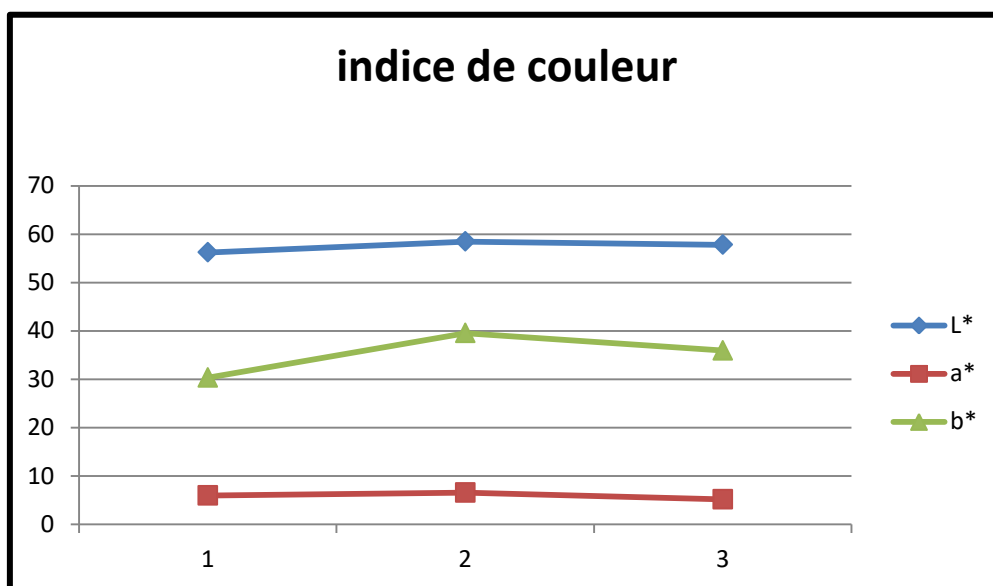


Figure18 : analyses indices de couleur des pâtes ABA (conforme).

L'échelle des indices de couleurs de la pâte alimentaire est dans les normes suivantes :

Clarté l\* : 55-60

Indice de brun a\* : 5-7

Indice de jaune b\* : 30-40

Ces indices sont des paramètres standards de la pâte alimentaire ABA, les indices des couleurs de la pâte conforme sont en règle de la norme alimentaire donc les pâtes ABA sont



de couleur jaune ambré. Concernant la pâte avariée, on ne peut pas mesurer son indice de couleur puisque elle est fermentée.

### **1.3 Cuisson :**

Les résultats obtenus du test de cuisson sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Test de cuisson de la pâte ABA.

| <b>Paramètres</b>                                    | <b>Pâte conforme ABA<br/>Coude 6</b>                   | <b>Pâte avariée</b> |
|--|--|---------------------|
| <b>Temps de cuisson</b>                              | <b>7min</b>  | /                   |
| <b>Poids initial</b>                                 | <b>100g</b>  | /                   |
| <b>Poids final</b>                                   | <b>100g</b>  | /                   |
| <b>Comportement lors<br/>de la<br/>réhydratation</b> | <b>Particule uniforme non<br/>collante</b>             | /                   |
| <b>Tenus à la cuisson</b>                            | <b>Bonne, ligne blanche,<br/>amidon non gélatinisé</b> | /                   |

D'après ce tableau, notre pâte conforme analysée présente des propriétés acceptable par le consommateur comme particule uniforme non collante, la durée de cuisson est 7 min coïncidant avec la disparition de la ligne blanche qui indique que l'amidon s'est gélatinisé. On ne peut pas faire le test de cuisson sur la pâte avariée puisque elle n'est pas uniforme et contaminée donc inconsommable.

### **1.4. Morphologie :**

Les résultats de la morphométrie (longueur, largeur et épaisseur) sont illustrés sur la figure 13. La longueur des pâtes ABA se situe entre (30- 40 mm), la largeur est de 2 -30 mm, alors que l'épaisseur est inférieure à 5 mm. On ne peut pas mesurer la taille de la pâte avariée puisque elle n'est pas uniforme donc malformé.

### 3. Les résultats des analyses microbiologiques

L'isolement et l'identification des souches à partir des pâtes prélevées des sites industriels a permis d'identifier et de distinguer deux types de microorganismes différents sur des milieux spécifiques d'isolement. Les résultats obtenus à partir des dilutions  $10^{-2}$ .

#### 2.1. Résultats du dénombrement

Après le temps nécessaire d'incubation des souches bactériennes, nous avons obtenu les résultats de dénombrement suivants (tableau VI).

Tableau 6: Les analyses microbiologiques effectuées de la pâte avariée.

| Résultats des analyses microbiologiques |             |         |                         |                      |                                       |
|---|-------------|---------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|
|   | Moisissures |         | Bacilles à Gram négatif | Bactéries halophiles | <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> |
|   | OGA         | GN      | MAC                     | CHAP                 | VF                                    |
| 24h                                     | $10^4$      | Saturé  | Absence                 | Absence              | $10^{14}$                             |
| 48h                                     | $10^4$      | Saturé  | Absence                 | Absence              | $10^{80}$                             |
| 72h                                     | $10^4$      | Saturé  | Absence                 | Absence              | Saturé                                |
| 132h                                    | $10^4$      | Saturé  | Absence                 | Absence              | Saturé                                |
| Norme (Na)<br>(JO :n35,1998)            | $<10^2$     | $<10^2$ | Abs                     | Abs                  | $<10^2$                               |



Figure 19: resultat du GN après 24h

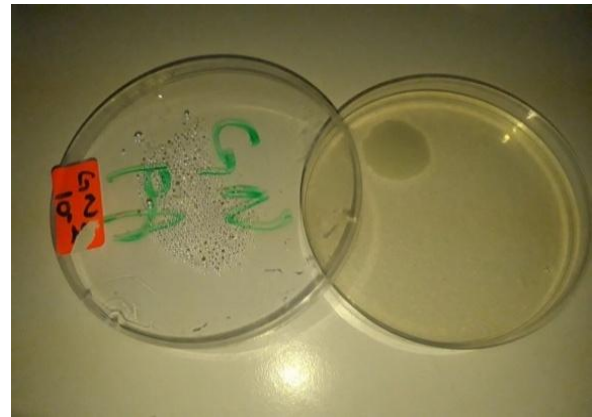


Figure 20: resultat du GN après 72h



Figure 21 : resultat d'OGA après 24h



Figure 22: resultat d'OGA après 72h



Figure 23 : resultat du VF après 24h




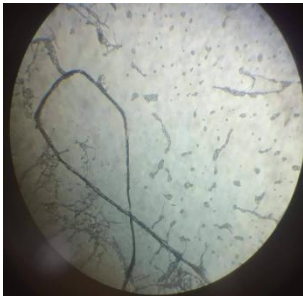
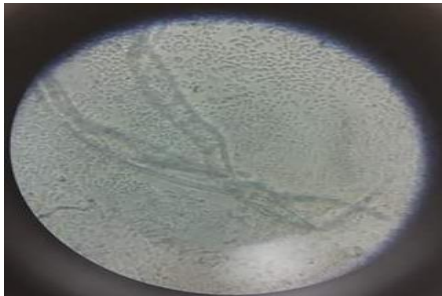
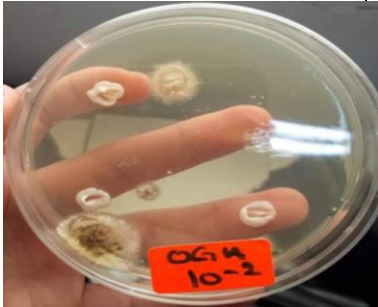

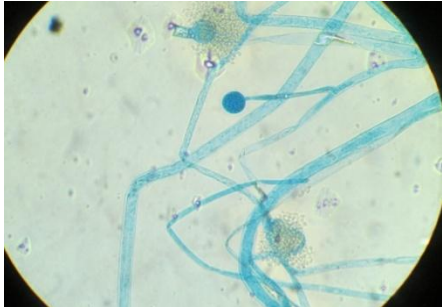
Figure 24 : resultat du VF après 72h

D'après les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur la PA, ils révèlent que les échantillons analysés contiennent des moisissures, des *clostridium* sulfito- réducteurs et ne contiennent pas bacilles à gram négatif et les bactéries halophiles.

## 2.2. Identification de la moisissure

Cette identification est basée principalement sur la morphologie macro- et microscopique.

Tableau 7 : résultats microscopique et macroscopique des champignons.

|                         | Aspect macroscopique  | Aspect microscopique   |   |
|-------------------------|---|--|---|
|                         |   | sans coloration  | avec coloration   |
| OGA<br>SM               |   |   |   |
| OGA<br>10 <sup>-2</sup> |  |  |  |

D'après les résultats obtenus un seul types de micromycètes a été isolé et identifié dans la pâte avariée :

- L'observation macroscopique des colonies à croissance très rapide (2 à 5 jours) et extensive, sur milieu OGA avec une texture cotonneuse de couleur blanches au départ et deviennent grises et foncées en vieillissant avec un optimum thermique de 25 °C ou 37 °C.

➤ L'observation microscopique Ce champignon est caractérisé par un filament large non ou peu septé. Il comprend aussi des nœuds qui prennent la naissance des Stolons, rhizoïdes et sporocystophores qui sont bien différenciés ces sporocystophores bruns sont isolés ou disposés en bouquets de 2 à 6 éléments. Les sporocystes sont globuleux avec une columelle globuleuse ou cylindrique et une apophyse courte et anguleuse. Après rupture du sporocyste, la columelle s'affaisse sur le sporocystophore (aspect en parapluie). Les spores sont ovoïdes donc les chlamydospores peuvent être présentes, isolées ou disposées en chaînes. Ce résultat montre que la moisissure qui pousse dans la PA est de la famille *Mucoraceae* selon (“**MycoBankDatabase,**”).

Tableau 8 : classification de moisissure identifiée.

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Règne               | Fungi                  |
| Embranchement       | Incertae sedis         |
| Sous- embranchement | Mucoromycotina         |
| Ordre               | Mucorales              |
| Famille             | Mucoraceae             |
| Genre               | <i>Rhizomucor</i>      |
| Espèce              | <i>Rhizopus oryzae</i> |

#### 4. Extraction du phénol

L'extraction des polyphénols faite avec la filtration sous vide en suivant le protocole décrit par (Oomah et al., 2011) avant et après évaporation pour arriver à mesurer le poids net du polyphénol extrait, on applique l'équation suivante :

$$\text{Poids tube vide} - \text{Poids tube après évaporation} = \text{Poids de l'extrait sec}$$

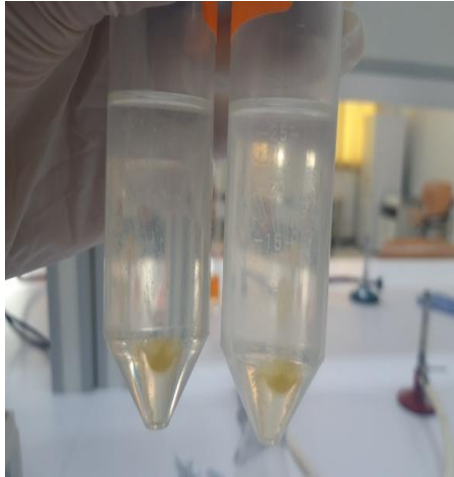


Figure 25 : tube après centrifugation et avant évaporation.

### 5. Taux de rendement

**Pâte conforme :**

$$R\% = (0.1362/1.25) \times 100 = 10,90\%.$$

**Pâte avariée :**

$$R\% = (0.2165/1.25) \times 100 = 17,32\%.$$

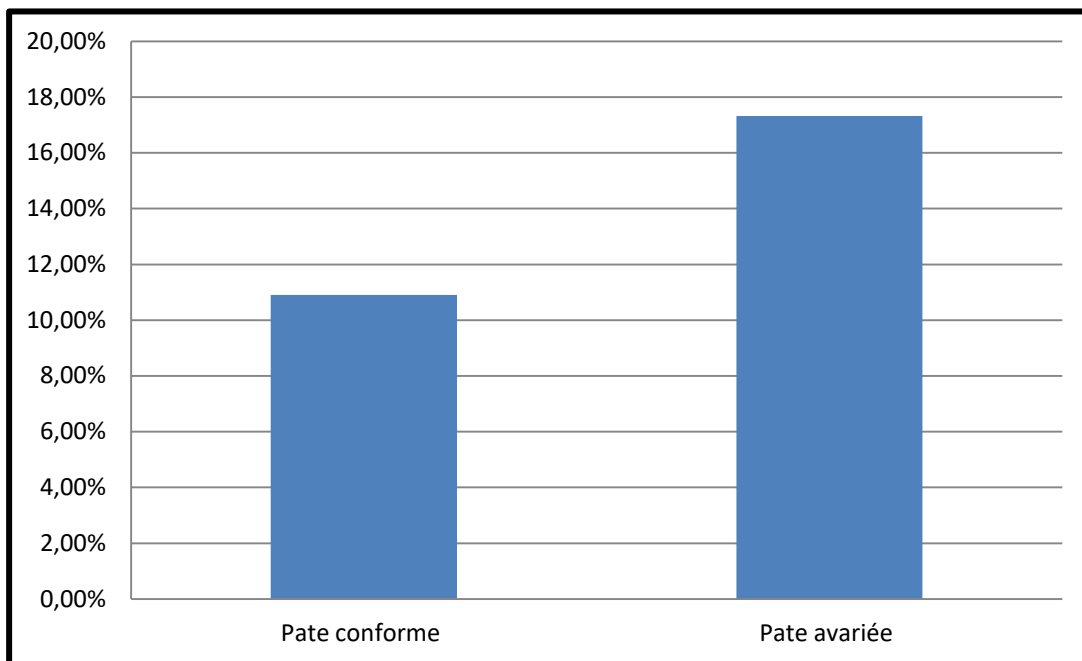


Figure 26 : un histogramme de rendement de la PC et PA.

Les résultats de quantification des phénols montrent que la pâte avariée est plus riche que la pâte conforme en ces composés de valeur importante.

**Discussion générale :**

Notre étude a montré que la PA ne répond pas aux normes algériennes de qualité (**JORADP, 2007**) à cause du taux d'humidité 32.35% comparé à la pâte conforme à 11.5% et la présence importante de moisissures (*Rhizomucor*) et les bactéries *clostridium* sulfite-réducteurs.

Selon les travaux de **Pilmis et al., 2013** et **Bausset et al., 2011**, les moisissures de type mucormycoses sont les principaux agents thermophiles, ils sont responsables des atteintes rhinocérébrales, mais aussi pulmonaires et intestinales. En règle générale, on différencie bien les *Rhizopus* des autres Mucorales par la présence de rhizoïdes bien développés, situés au niveau des nœuds et par la disposition fréquente des sporocystophores en bouquets. Ces données sur ces moisissures nous démontrent que le terrain du centre d'enfouissement technique (CET) est contaminé à longue durée par le *Rhizopus* même si la zone d'enfouissement reste fermée et sécurisée pendant 2 à 3 ans puis il va être réouverte. La contamination par les moisissures reste des années donc il existe un risque de santé publique d'atteinte par les mucormycoses. Bien que le *Rhizopus* est un agent responsable des mucomycoses, il a aussi une très grande utilisation dans le domaine de biotechnologie selon **Amorim et al., 2001**, une production de chitosan a été réalisé à l'aide de deux souches mucorales, *Mucor racemosus* et *cunninghamella elegans*. Le chitosan a été extrait à partir du mycélium qui a un intérêt dans le déstockage des graisses donc joue un rôle dans la perte du poids.

Dans notre travail on n'a pas eu la chance d'utiliser ces caractères microbiologique dans la valorisation de la pâte avariée à cause des conditions de la pandémie de Corona virus (COVID-19).

De plus, la PA est riche en polyphénols comparée à la PC (taux de rendement) ce qui en accord avec les travaux de **Lettner et al., 2018**, qui ont obtenu des taux de valorisation en phénol supérieur à 15% de même que notre travail dont le taux de rendement de la PA est de 17,32%. D'autres travaux de **Millogo and Hassanata, 2012** et de **Sy et al, 2018**, ont aussi démontré que l'incorporation de poudre de feuilles de *Moringa Oleifera* a conféré aux pâtes une plus forte teneur en composés phénolique jusqu'à le dédoublement de rendement ce qui permis d'utiliser en plusieurs domaines. La valorisation de cette pâte en résine, produits cosmétique, antioxydants, pigments et teinture est possible.

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES



## **Conclusion**

Notre étude est originale et peut être considérée comme la première au monde qui traite un type pareil de valorisation de pâte avariée, un déchet toujours destiné à la décharge. Ce travail nous a permis de faire le point sur des connaissances concernant les qualités physico-chimiques des pâtes alimentaires ABA. Elle nous a permis également de réaliser une comparaison entre la pâte conforme et avariée. L'analyse de nos résultats montre que les paramètres physico-chimiques analysés répondent aux normes algériennes et internationales concernant la pâte conforme contrairement à la pâte avariée.

Le produit fini du groupe Amor Ben Amor est un produit de bonne qualité, apte à la consommation et il satisfait les besoins des consommateurs par contre la pâte avariée est de mauvaise qualité non consommable. Indépendamment de l'inconvénient de la pâte avariée, cette dernière est une source d'utilisation dans des différents domaines tels que la valorisation du phénol qui est un composant important le domaine pharmaceutique et cosmétique. De plus, du côté microbiologique la présence des microorganismes permet de faire d'autres études pour la pâte tel que le compostage et la méthanisation.

Pour arriver à des résultats fiables, il est nécessaire de développer des études précises dans ce domaine pour obtenir des résultats et des découvertes grâce auxquelles nous pouvons utiliser cette pâte de manière sécurisée dans de nombreux domaines et atteindre la suffisance et l'équilibre entre l'échelle économique et industrielle .

Notre étude est considérée comme une étape initiale sur l'étude de cette pâte qui peut ouvrir plusieurs recherches qui peut comprend :

- Valeur nutritionnelle de cette pâte avariée.
- Utiliser comme un aliment de bétail.
- Utilisation dans le domaine biotechnologique.
- Utilisation comme pesticide dans les pépinières après avoir décontaminé la pâte après élimination d'humidité.

**Liste des références :**

- Abécassis, J., Vergnes, B., Chaurand, M., Le Roux, D., 1995.** A thermomechanical approach to pasta extrusion. *Journal of Food Engineering* 26, 351–368.  
[https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)00060-M](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)00060-M)
- Acronymes des déchets ? Suivez le guide [WWW Document], 2019.** . EasyRecyclage, spécialiste du recyclage des déchets de bureau et du tertiaire. URL <https://www.easyrecyclage.com/blog/acronymes-des-dechets-suivez-le-guide/> (accessed 9.18.20).
- A.D.E.M.E, 2019.** Le compostage [WWW Document]. ADEME l'Agence de la transition écologique. URL <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-organique/compostage> (accessed 8.25.20).
- Amorim, R.V., de, S., Fukushima, K., de, C.-T., 2001.** Faster chitosan production by Mucoralean strains in submerged culture. *Brazilian Journal of Microbiology* 32.  
<https://doi.org/10.1590/S1517-83822001000100005>
- Bausset, O., Darles, C., Pons, S., Morvan, J.-B., Mimouni, O., Collet, C., Gaillard, T., Brisou, P., 2011.** Mucormycose rhino-cérébrale à *Rhizopus oryzae* : à propos d'un cas. *Immuno-analyse & Biologie Spécialisée* 26, 82–86.  
<https://doi.org/10.1016/j.immbio.2011.01.002>
- Bentley, J., 2005.** Pasta .Ed .Chrysalis Education. USA.
- Bouaiti, E., Zidouh, S., Boufaress, A., Kessouati, J., Elkafssaoui, S., Mrabet, M., Belyamani, L., 2016.** Proposition d'un diagramme d'Ishikawa pour évaluer la satisfaction des patients consultant aux urgences. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 10e Conférence Francophone d'Épidémiologie Clinique 64, S140.  
<https://doi.org/10.1016/j.respe.2016.03.064>
- Boucherba, N., 2015.** Valorisation des résidus agro-industriels. Université Abderrahmane Mira de Béjaïa Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Microbiologie 80.
- Bouquet, A., 1968.** Recherches chimiques préliminaires sur quelques plantes médicinales du Congo-Brazzaville. *Médecine Tropicale* 28, 49–58.
- Cassan, D., 2015.** Procédés de structuration des pâtes alimentaires et outils de contrôle de la qualité 21.
- Damien, A., 2016.** Guide du traitement des déchets - 7e édition. Dunod.
- Damien, A., 2016.** Guide du traitement des déchets: réglementation et choix de procédés.

- Déchets de l'agroalimentaire : comment les valoriser ?**, 2016. . Agro Media. URL <https://www.agro-media.fr/analyse/dechets-de-lagroalimentaire-valoriser-21246.html> (accessed 9.4.20).
- Desachy, C., 2001.** Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique, 2.éd. ed. TEC&DOC, Paris, France.
- Du champ à l'assiette Le blé dur [WWW Document], 2010.** . Du champ à l'assiette Le blé dur. URL <https://www.passioncereales.fr/> (accessed 9.12.20).
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdelly, C., 2008.** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biol.* 331, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.02.008>
- Feillet, P., Icard Vernière, C., 2000.** Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires.
- Hui, Y.H., 2008.** Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Applications. DEStech Publications, Inc.
- I.T.C.F, 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux: guide pratique. ITCF.
- J. Scott Smith, Y. H. Hui, 2008.** Food Processing Principles and Applications, in: Food Processing. John Wiley & Sons, Ltd, pp. i–xii. <https://doi.org/10.1002/9780470290118.fmatter>
- James E, D., 2005.** Historique de l'amélioration du blé dur au Canada et sommaire des recherches récentes de la Commission canadienne des grains sur certains facteurs associés à la transformation du blé dur (scientifiques No. 1404–303), Commission canadienne des grains. Laboratoire de recherches sur les grains, rue Main Winnipeg (Manitoba) R3C 3G8 Canada.
- Jeantet, R., 2006.** Science des aliments: Tome 1, Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec & Doc Lavoisier.
- J.O.A, 2016.** journal officiel de la republique algerienne n 63.
- Joel, S., Parrot, L., Kamgnia, B., 2008.** Gestion des déchets ménagers et agriculture dans les bas-fonds de Yaoundé au Cameroun\_Agricultures et développement urbain en Afrique subsaharienne. Environnement et enjeux sanitaires. pp. 63–78.
- JORADP, 2007.** Réglementation | Ministère du Commerce Algérie [WWW Document]. Décret exécutif n°07-402 du 16 Dhou El Hidja 1428 correspondant au 25 décembre

- 2007 fixant les prix à la production et aux différents stades de la distribution des semoules de blé dur (JO N°80 du 26 Décembre 2007, P8). URL <https://www.commerce.gov.dz/reglementation/decret-executif-n-deg-07-402> (accessed 8.28.20).
- Kellou, K., Bouzerzour, H., Benderradji, L., Ykhlef, N., Brini, F., Masmoudi, K., Djekoun, A., 2010.** ETUDE DES MECANISMES DE TOLERANCE A LA SALINITE CHEZ DEUX VARIETES DE BLE TENDRE (*Triticum aestivum* L.) SOUMISES A UN STRESS SALIN. *STC* 23–30.
- Khanaki, K., Abedinzade, M., Gazor, R., Norasfard, M., Jafari-Shakib, R., 2017.** Effect of *Lamium Album* on Mitochondrial Oxidative Stress in Diabetic Rats. *Research in Molecular Medicine* 5, 9–13. <https://doi.org/10.29252/rmm.5.2.9>
- kruger, J.E., Robert B, M., Joel W, D., 1996.** Pasta and noodle technology.
- Kulp, K., 2000.** Handbook of Cereal Science and Technology, Second Edition, Revised and Expanded. CRC Press.
- La fabrication des pâtes** – Ferme d’Allicoud [WWW Document], n.d. URL <https://www.fermeallicoud.com/la-fabrication-des-pates/> (accessed 8.28.20).
- Leroy, J.-B., 1994.** Les Déchets et leur traitement, 2e éd. ref. ed. PUF, Paris.
- Lettner, M., Solt, P., Rößiger, B., Pufky-Heinrich, D., Jääskeläinen, A.-S., Schwarzbauer, P., Hesser, F., 2018.** From Wood to Resin—Identifying Sustainability Levers through Hotspotting Lignin Valorisation Pathways. *Sustainability* 10, 2745. <https://doi.org/10.3390/su10082745>
- Manuel Moulin Amor Ben Amor,**
- Millogo, D., Hassanata, K.,.** Etudes de la phytochimie et de l’activité antimicrobienne in vitro des feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae). 16.
- Mustin, 1987.** Le compost, Valorisation de la matière organique. François DU BOSCH, Paris, France.
- MycoBank Database** [WWW Document],. URL <https://www.mycobank.org/defaultinfo.aspx?page=home> (accessed 8.28.20).
- Ngnikam, E., Tanawa, E., 2006.** Les villes d’Afrique face à leurs déchets. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Belfort.
- Oomah, B.D., Caspar, F., Malcolmson, L.J., Bellido, A.-S., 2011.** Phenolics and antioxidant activity of lentil and pea hulls. *Food Research International* 44, 436–441. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.027>

- Oomah, B.D., Caspar, F., Malcolmson, L.J., Bellido, A.-S., 2011.** Phenolics and antioxidant activity of lentil and pea hulls. *Food Research International* 44, 436–441. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.027>
- Petitot, M., Barron, C., Morel, M.-H., Micard, V., 2010.** Impact of Legume Flour Addition on Pasta Structure: Consequences on Its In Vitro Starch Digestibility. *Food Biophysics* 5, 284–299. <https://doi.org/10.1007/s11483-010-9170-3>
- Pilmis, B., Lanternier, F., Lortholary, O., 2013.** Mucormycoses - Actualités thérapeutiques. *Med Sci (Paris)* 29, 25–30. <https://doi.org/10.1051/medsci/201329s106>
- Rogaume, T., 2006.** Gestion des déchets : Réglementation, organisation, mise en oeuvre. ELLIPSES.
- Sy, A.N., Diorfall, A., Ndiaye, M., Ndiaye, K., Gueye, R.S., Bassene, E., Dieye, A.M., Sy, G.Y., 2018.** Evaluation de l'activité antioxydante des feuilles de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) du Sénégal. *Int. J. Bio. Chem. Sci* 12, 1816. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.23>
- VIERLING, É., 2003.** Aliments et boissons [WWW Document]. Unithèque. URL <https://www.unitheque.com/aliments-boissons/biosciences-techniques/doin/Livre/63666> (accessed 8.28.20).

## 2. Webologie

[1] <https://www.passioncereales.fr/> Du champ à l'assiette Le blé dur

[2] <https://www.agro-media.fr/analyse/dechets-de-lagroalimentaire-valoriser-21246.html>  
Déchets de l'agroalimentaire : comment les valoriser ?, 2016. . Agro Media.

[3] <https://www.fermeallicoud.com/la-fabrication-des-pâtes/> La fabrication des pâtes –  
Ferme d'Allicoud.

[4] <https://www.easyrecyclage.com/blog/acronymes-des-dechets-suivez-le-guide/> Acronymes  
des déchets ? Suivez le guide.

