

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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

Université Ibn Khaldoun, Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

**Diplôme de Master académique**

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**

Filière : **Biotechnologie**

Spécialité : **Biotechnologie microbienne**

Présenté par :

- Lattafi Djena
- Yagoubi Achoura
- Khelifa Abdia

### Thème

**Étude de l'Effet du Traitement par Micro-ondes sur la Flore Fongique Contaminant les Aliments**

Soutenu le **14/07/2020**, devant le jury composé de :

<b>Président</b>	:	Prof Acem K.	Prof	Université de Tiaret
<b>Examinatrice</b>	:	Dr. Moulay M.	M.C.A	Université de Tiaret
<b>Encadrant</b>	:	Dr. Yezli W.	M.C.A	Université de Tiaret
<b>Co-encadrant</b>	:	Dr. Ali-Nehari Aek	M.C.A	Université de Tiaret

Année Universitaire 2020-2021

## ملخص

الأرز هو النبات الزراعي الأكثر أهمية في العالم إذ تعتبر هذه الحبوب الغذاء الأساسي لما يقرب 58% من السكان ولكن في نفس الوقت يعد من أكثر الأطعمة القابلة للتلف بسبب احتمالية حدوث التلوث بالكائنات الحية كما إن طرق الحفظ والتخزين المستخدمة ليست فعالة دائما هذا ما يضع صحة المستهلك في دائرة الخطر. الهدف من عملنا هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للأرز الأبيض وكذلك تقييم فعالية العلاج بالميكروويف على الفطريات. أظهرت نتائج التحليل وجود الفطريات الهوائية وغياب تام للجراثيم المسببة للأمراض. اما بالنسبة لنتائج المعالجة بالميكروويف فان العامل الأساسي الذي يقضي على الفطريات هو وقت المعالجة.

كلمات دالة: الأرز الأبيض، الميكروويف، الجودة الميكروبيولوجية، الفطريات

## **RESUME**

Le riz est la plante agricole, la plus importante au monde si on considère que cette céréale est l'aliment de base de près de 58% de la population humaine en même temps, il est considéré parmi des nourritures les plus périssables en raison de la possibilité de contamination par des micro-organismes. Les méthodes de conservation ne sont pas toujours efficaces en termes de solubilité et la qualité nutritive c'est ce qui met la santé des consommateurs dans le cercle de risque. Le but de notre travail est d'évaluer la qualité microbiologique de riz blanc et étudier l'efficacité du traitement par micro- onde sur la flore fongique. Les résultats des analyses microbiologiques montrent la présence des moisissures aérobies, les germes aérobies mésophytes et l'absence totale des germes pathogènes (coliformes totaux, fécaux, Clostridium sulfito-réducteur). Quant aux résultats du traitement par micro-ondes, le facteur de base qui conditionne l'élimination des champignons est le temps de traitement.

**Mots clés :** Riz blanc, Micro-onde, qualité microbiologique, flore fongique

## **Abstract**

Rice Is the Most important agricultural crop in the World considering that this cereal is the staple Food of nearly 58% of the human population at the same time it is considered the most perishable food due of the possibility of contamination by micro-organisms the preservation methods are not always efficient in terms of solubility and nutritional quality this is what puts the circle of risk the aim of our work is to evaluate the microbiological quality of white rice and also to know the effectiveness of the microwave treatment on the fungal flora . The results of the microbiological analyze show the presence of aerobic molds, aerobic mesophyte germs and the total absence for pathogenic germs (total coliforms, feces *Clostridium* sulfito-reducing). As for the results of the microwave treatment on the fungi is time.

**Keywords:** White rice, Microwave, microbiological quality, fungal flora.

## **Remerciements**

*Avons tout, nous remercions Allah de nous avoir donné le courage, la patience et la chance pour réaliser ce Modest travail.*

*Nous tenons à remercier particulièrement notre en candeur **Dr. YEZLI W.** pour l'orientation, la confiance, la patience qui a consisté un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port, qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité, ses précieux conseils et ses encouragements et surtout sa grande compréhension.*

*Nous remercions profondément notre Co-encadreur **Dr. ALI NEHARI A.** qui n'a jamais cessé de nous conseiller, orienter et nous encourager, merci et pour votre disponibilité et votre contribution remarquable.*

*Nos vifs remerciements au **Pr. ACEM K** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider la commission d'examen de ce travail.*

*Nous tenons également à présenter nos vifs remerciements au **Dr. MOULAY M.** d'avoir accepté d'examiner ce travail .c'est un grand honneur pour nous que vous jugiez notre travail.*

*Nos remerciements vont également à Mr. Bouattou K. pour sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Nous adressons aussi nos sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de l'Université Ibn Khaldoun-Tiaret, qui ont contribué à notre formation. En fin, nous ne remercions toute personne qui a participé de près ou de loin, de façons direct ou indirect, à la réussite de ce travail pour lequel nous avons tant consacré en y mettant aussi tout notre cœur.*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce Modest travail à :*

*Ma mère pour sa présence ses sacrifices, son amour  
et ses prières Que Dieu nous la garde encore  
pour longtemps près de nous.*

*Mon père pour ces encouragent et sa confiance*

*A ma sœur Nawal, qui m'adonne confiance, courage et force pour  
atteindre ce niveau*

*A ma sœur Bouchra avec un sourire permanent qui 'm'a rendu  
beaucoup*

*A ma sœur Amel et son mari Ali qui m'a donné courage afin de  
compléter ce travail*

*A mon neveu Amine Aaron*

*A mes frères Mohammed, Moustafa , Monder*

*A Mon professeur, Nadjia, Am somaya, Amina, Am Zahra, de  
l'école cornique*

*A mes meilleures amies Hajer, Achouak, Fayza, Abdia, Bakhta*

**Rihab Ijena**



## **Dédicaces**

" و ما توفيقى إلا بالله عليه توكلت واليه أنيب "

*Je tiens à remercier en premier lieu dieu le tout puissant  
qui m'a donné le courage et la patience et qui a éclairé mon  
chemin pour achever ce travail.*

*A ma très chère mère :*

*Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse  
et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon très cher père :*

*Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la  
profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous  
n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être.*

*A ma très chère amie : Rihab Ijana*

*Tu es toujours pour moi une sœur bien aimée que j'apprécie énormément. Que tous tes  
rêves soient réalisés et que rien ne te manque.*

*A mes sœurs houria, Saad A mes frères Oussama, Hossein*

*A toute ma famille*

*À mes collègues : Hadjer, Abdia, Sabrina Nasira Rafia, Malika*

*En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous  
avons passé ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé  
et de bonheur*

## **Achouak**



## **Dédicaces**

*Je dédie ce mémoire*

*Au meilleur des pères*

*à ma très chère maman*

*qu'ils en moi la source de leur fierté et m'ont permis de vivre ce jour.  
A qui étaient mon soutien dans cette vie et un morceau de ma mère mes  
sours Siham, Mona, Hanene, Aya,  
et les petits Anes Khouloude, Djana Rihab, pour leur amour et leur  
encouragement.*

*A ceux dont on disait qu'une main sure et un bras ferme qui ne s'incline  
pas Chahra et Kenza*

*A qui je Souhait un avenir radieux plein de réussite.*

*A tous la promo de Biotechnologie microbienne 2020/2021*

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire du moyen du  
secondaire ou de l'enseignement supérieur*

**Abdia**





# Tables des Matières

Résumés.....	ii
Tables des matières.....	ix
Liste des Abréviations.....	xi
Liste des Tableaux.....	xii
Liste des Figures.....	xiii

## 1<sup>ère</sup> partie : Introduction Générale

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

## Partie expérimentale

### Chapitre 1 : Matériel & Méthodes

I. Matériel et Méthodes .....	6
I.1. Objectif du travail.....	6
I.2. Date et lieu de travail.....	6
I.3. Matériel et produits utilisés .....	6
I.3.1. Matériel du laboratoire .....	6
I.3.2. Matériel biologique .....	7
I.4. Protocole expérimentale .....	8
I.5. Échantillonnage.....	9
I.6. Étude microbiologique .....	10
I.6.1. Germes recherchés .....	10
I.6.2. Préparation de la solution mère de dilutions décimales .....	10
I.6.3. Dénombrement des germes .....	11
I.6.3.1. Dénombrement des moisissures.....	11
I.6.3.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile .....	11
I.6.3.3. Dénombrement des coliformes .....	11
I.6.3.4. Recherche et dénombrement des anaérobie sulfito- réducteur.....	12
I.7. Étude de l'activité antifongique des micro-ondes .....	12
I.8. Analyse statistique .....	13

## Chapitre 2 : Résultats et discussions

<b>II. Résultats et Discussions</b> .....	15
II. 1. Résultats des analyses microbiologie.....	15
II.1.1. Moisissures aérobie.....	16
II.1.2. Flore aérobie mésophile.....	18
II.1.3. Coliformes fécaux et totaux .....	19
II.1.4. Anaérobies sulfite- réducteurs (Clostridium).....	21
II.2. Interprétation des résultats d'analyse microbiologique .....	22
II.3. Traitement au four à micro-ondes .....	23
II.3.1. Analyse de variance : un facteur (durée 30s et 1 min).....	23
II.3.2. Analyse de variance : un facteur (durée 30s et 1 min + témoin).....	23
II.3.3. Analyse de variance un facteur (3min +5min).....	25
II.3.4. Analyse de variance un facteur (3min +5min + Témoin).....	25
II.3.5. Analyse de variance un facteur (90°, 360°, 600°) watts.....	25
II.4. Interprétation des résultats de traitement par micro-ondes .....	27
<b>Conclusion</b> .....	30
<b>Références bibliographiques</b> .....	32
<b>Annexes</b> .....	35

## Liste des abréviations

**R** : Riz

**PDA**: Poato Dextrose Agar

**Sp.** : Espèce

**PCA** : plate court Agar

**T** : Tiaret centre

**KH** : ksar chellala

**SM** : Solution Mère

**E** : Echantillon

**UFC** : unité formant Colonies

**VF** : bouillon Viande de fois

**M** : Moisissures

**BC** : Bacillus Creus

**ISO** : organisation Intestinal de Standardisation

**EC** : *Escherichia Coli*

**C°** : degré Celsius

**VRBL** : violet Red Bile Lactose Agar

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**QMS** : Qualité microbiologie satisfaisant

**QMA** : Qualité microbiologie acceptable

**T°** : Température

**CF** : coliformes fécaux

**CT** : coliformes totaux

**FAO** : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**DGCCRF** : direction générale de la concurrent de la consommation et de la Réparés

**FAM** : Flore aérobie mésophile

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	Matériel et méthode qui utilisé dans laboratoire	6
<b>Tableau 2 :</b>	Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité de riz selon les normes algériennes.	20
<b>Tableau 3 :</b>	Niveau de contamination du produit par la Clostridium sulfito – réducteurs et la qualité du riz selon les normes Algérienne	21
<b>Tableau 4 :</b>	Analyse de variance un facteur (durée 30s et 1 min+ témoin)	29
<b>Tableau 5 :</b>	Analyse de variance un facteur (Durée 30 secondes + 1 minute témoin)	29
<b>Tableau 6 :</b>	Analyse de variance un facteur (3min +5min)	30
<b>Tableau 7 :</b>	Analyse de variance un facteur (3min +5min+témoin)	30
<b>Tableau 8 :</b>	Analyse de variance un facteur (90, 360, 600) watts	30

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b>	Schéma du protocole expérimental	8
<b>Figure 2 :</b>	Échantillons de riz blanc utilisés	9
<b>Figure 3 :</b>	Solutions mères des différents échantillons.	10
<b>Figure 4 :</b>	Niveau de contamination du riz par les moisissures aérobies	17
<b>Figure 5 :</b>	Champignon ( <i>Aspergillus fumigatus</i> ) trouvé dans le riz	17
<b>Figure 6 :</b>	Niveau de contamination du riz par les FAM	18
<b>Figure 7 :</b>	Les colonies de la FAM présentes dans le riz	19
<b>Figure 8 :</b>	Absence des coliformes totaux et fécaux dans le riz	20
<b>Figure 9 :</b>	Résultat de la recherche des Clostridium sulfite – réducteurs dans le riz	22
<b>Figure 10 :</b>	Détection des moisissures aérobies d'une portion de riz blanc (10 grains) pendant 30s et 1 minute	24
<b>Figure 11 :</b>	Germes qui sont présents dans le riz avant (témoin) et après traitement « échantillon 02 »	24
<b>Figure 12 :</b>	Détection de moisissure aérobies chauffage d'une portion de riz (10grains) à (90, 360,600) watts pendant 3min ,5min.	26
<b>Figure 13 :</b>	Germes présents dans le riz avant et après le traitement par micro-onde échantillon 03	27

# ***Introduction Générale***

### Introduction générale

Chacun est en droit d'avoir accès à une nourriture sûre, nutritive et suffisante. Aujourd'hui dans le monde, près d'une personne sur dix tombe malade après avoir consommé des aliments contaminés. Si la nourriture est malsaine, les enfants ne sont pas en mesure d'apprendre les adultes ne sont pas en mesure de travailler et aucun développement humain ne peut avoir lieu. Une nourriture sûre est essentielle pour une bonne santé et pour l'élimination de la faim dans le monde deux des principaux objectifs de l'Agenda 2030. Il n'y a pas de sécurité alimentaire sans sécurité sanitaire des aliments, et dans un monde où la chaîne d'approvisionnement alimentaire est toujours plus complexe tout incident lié à la sécurité sanitaire des aliments pourrait avoir des répercussions sur la santé publique, le commerce et l'économie au niveau mondial .Et pourtant, la sécurité sanitaire des aliments est considérée comme allant de soi. Elle reste souvent invisible tant que vous n'êtes pas victime d'une intoxication alimentaire causées par l'ingestion d'aliments contaminés par certains agents infectieux tels que les bactéries peuvent produire des toxines qui, même à faible dose peuvent entraîner la mort lors de leur ingestion. Ces toxines peuvent résister aux traitements thermiques détruire les bactéries .ce qui fait qu'un produit microbiologiquement correct peut être dangereux par la présence de toxine comme *E. Coli* staphylococcie. Il contient également des Champignons ou des virus **(FAO et OMS, 2020)**.

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires produits par des moisissures appartenant principalement au genre *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* et *Alternaria*. Elles sont susceptibles d'être présentes dans une large gamme d'aliments végétaux ou animaux, milieu favorable à leur développement tout en provoquant une perte de leur valeur nutritive et commerciale. Leur élaboration et leur toxinogénicité sont influencées par plusieurs paramètres intrinsèques et extrinsèques comme l'espèce fongique, la température et la nature du substrat. Les aflatoxines produites par les *Aspergille* section *Flavie* retiennent dans le monde une attention particulière. Elles peuvent induire un effet toxique au niveau de plusieurs organes humains et animaux, et l'Agence Internationale de Recherche sur le Cancer (IARC) a classé les aflatoxines parmi les cancérogènes. Les mycotoxines présentent donc un risque de santé publique .Les champignons formant un règne à part entière : le règne des Fungi ou des Eumycota. Ce sont des micro-organismes eucaryotes, généralement filamenteux, saprophytes ou parasites, hétérotrophes dépendant d'une source de carbone organique. La colonie fongique est constituée d'un réseau d'hyphes appelé mycélium. Ils produisent un grand nombre de spores leur assurant un pouvoir de

## Introduction Générale

---

contamination considérable. Elles sont susceptibles d'être présentes dans le sol (habitat primaire), l'air atmosphérique, l'eau et notamment sur une large gamme d'aliments variés, végétaux ou animaux, les céréales (maïs, riz, orge, blé, etc.) **(Nadjet et al, 2016)**.

L'Homme a toujours cherché des moyens de conserver les denrées alimentaires pour assurer sa survie en période de disette. La conservation des aliments est le procédé qui consiste à traiter et manipuler les aliments d'une manière telle que leur altération soit arrêtée ou fortement ralentie afin d'éviter une éventuelle intoxication alimentaire. Certains traitements de conservation ont pour but de les priver d'un de ces éléments rendant ainsi le milieu non favorable à leur croissance alors que d'autres visent l'élimination totale des micro-organismes. Plusieurs techniques sont utilisées pour la conservation des aliments **(Biton, 1997)**.

Comme, par exemple : la séparation et l'élimination de l'eau par ajout de sel (salage saumurage) ou de sucre (confisage), par séchage (déshydratation). Le but de la déshydratation est d'éliminer suffisamment d'eau du produit pour empêcher le développement de micro-organismes. Les lyophilisations autrefois appelée cryodesiccation. Elle consiste en une congélation, une mise sous vide, puis une sublimation de la glace et une désorption de l'eau intracellulaire. Cette technique permet d'obtenir un produit sec en préservant forme, dimension, couleur et surtout qualités organoleptiques de l'aliment frais. Le salage fumage Autre procédé de conservation traditionnel. Selon les cas, les deux techniques sont ou non associées : tous les produits fumés sont préalablement salés, alors que les produits salés peuvent être non fumés. En diminuant l'activité bactérienne liée à la présence d'eau, le salage fumage freine ou bloque le développement microbien.

La conservation par chaleur consiste à détruire par la chaleur des micro-organismes contenus dans les denrées alimentaires, et à conditionner ces dernières dans un emballage étanche pour éviter les décontaminations microbiennes ultérieures. Le traitement thermique peut être effectué soit sur le produit conditionné soit sur le produit en vrac. On distingue la pasteurisation et l'appertisation, qui diffèrent par la température maximale appliquée et la durée du traitement. La pasteurisation Elle porte les produits traités à des températures entre +70 et +100°C, afin de détruire les flores bactériennes thermosensibles. L'appertisation Cette technique porte les produits à plus haute température (+115 à +140°C) que la pasteurisation. Elle détruit toutes les flores bactériennes, permettant ainsi une conservation à température ambiante et une durée de vie longue.



## Introduction Générale

---

La conservation au froid, pratique très ancienne, s'est répandue au début du XXème siècle avec le développement des techniques de production du froid artificiel. On distingue la réfrigération et la congélation/surgélation. La réfrigération Elle freine le développement des principales bactéries pathogènes par entreposage des denrées à +3°/+4°C. La réfrigération retarde de quelques jours l'évolution d'une denrée périssable et permet d'allonger la durée de distribution des produits frais. La surgélation consiste à abaisser très rapidement la température d'une denrée en deçà de -18°C, pour bloquer l'activité microbienne. L'abaissement rapide à -40°C dans des cellules de refroidissement ou des surgélateurs, entraîne la formation de très petits cristaux de glace où se conserve la structure cellulaire des produits (**Bernard et Carlier, 1992**).

Il y a aussi l'utilisation de rayonnements ionisants L'irradiation détruit des bactéries pathogènes et limite les risques de maladies d'origine alimentaire. L'irradiation est en outre une méthode viable de lutte contre les ravageurs, car elle assure la sécurité phytosanitaire des produits frais commercialisés en empêchant les insectes et autres ravageurs de se développer et de se reproduire.

Le four à micro-ondes est un appareil électroménager. Il est composé d'une cage métallique à l'intérieur de laquelle on place un aliment destiné à être chauffé. Pour cela, le four génère des micro-ondes .elles rayonnent dans la structure moléculaire de l'aliment et agitent ses molécules d'eau qui s'échauffent. Cette chaleur se propage par conduction à l'ensemble de l'aliment (**Spencer, 1947**).

Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques qui changent de sens plus de milliards de fois par seconde. Les molécules d'eau, sensibles à cette agitation, voient leur température augmenter. Un four à micro-ondes génère ses ondes via un magnétron, onde cylindrique composée de cavités et alimentée électriquement. Lemagnétron, fonctionne sur le principe du tout ou rien, il faut jouer sur la durée d'alimentation électrique quand la puissance maximale du four est 800 w, le fait de choisir l'option de cuisson 400 w indique que l'alimentation du magnétron sera effective pendant 7,5 secondes puis coupée pendant la même durée. Une fois que les ondes existent, elles attirent les molécules d'eau qui s'échauffent. Mais la quantité d'eau n'étant pas la même dans tout l'aliment, certaines de ses parties sont moins chaudes. Enfin, si la molécule d'eau passe à l'état de vapeur, elle ne peut pas être contenue dans l'aliment (**Spencer, 1947**).

## **Introduction Générale**

---

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité des micro-ondes contre la contamination fongique dans les aliments où nous avons choisi le riz blanc comme échantillon parce qu'il est plus consommé au monde selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Notre mémoire est subdivisé en deux chapitres :

- Chapitre I : est consisté à la description de la technique expérimentale et présentant le matériel et les méthodes utilisées.
- Chapitre II : qui comprend des résultats et des discussions contenant les éléments suivants :
  - *Analyse microbiologique.*
  - *Traitement aux micro-ondes.*

Nous terminons ce travail par une conclusion générale qui résume les résultats trouvés.

# *Partie expérimentale*

# **Chapitre 1**

## **Matériel & Méthodes**

## I. Matériel et Méthodes

### I.1. Objectif du travail

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité des microondes comme moyen de lutte contre la contamination fongique dans les aliments, où nous avons choisi le riz comme échantillon.

### I.2. Date et lieu de travail

Il s'agit d'une étude expérimentale, durant une période étalée du 02/05/2021 jusqu'à 30/5/2021, réalisée au sein du laboratoire de microbiologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun, Tiaret.

### I.3. Matériel et produits utilisés

#### I.3.1. Matériel du laboratoire

Le matériel utilisé dans cette étude, ainsi que les produits et les milieux de culture, sont regroupés dans le Tableau 01.

**Tableau 01:** Matériel et produits utilisés dans le laboratoire

Verreries	Appareillages	Produits et réactifs	Milieux de culture	Autres
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bécher ;</li> <li>– Entonnoir ;</li> <li>– Flacon ;</li> <li>– Pipette graduée ;</li> <li>– Tube à visse ;</li> <li>pipette pasteur</li> <li>papier film</li> <li>pince en bois</li> <li>spatule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agitateur magnétique ;</li> <li>– Balance ;</li> <li>– Autoclave ;</li> <li>– Bain Marie ;</li> <li>– Incubateur ;</li> <li>– Microonde (Samsung) ;</li> <li>– Camera ;</li> <li>– Vortex.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Eau distillée ;</li> <li>–Alun de fer ;</li> <li>–Sulfite de sodium ;</li> <li>– Céfasoline ;</li> <li>–Glucose ;</li> <li>_Agar-agar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– PCA ;</li> <li>– PDA ;</li> <li>– VF ;</li> <li>– VRBL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Micropipette ;</li> <li>– Boîtes Pétri ;</li> <li>– Bec Bunsen ;</li> <li>– Pincés ;</li> <li>– Supports ;</li> <li>– Seringues ;</li> <li>– Anse d'ensemencement</li> <li>_ Boites en verre</li> </ul>

**I.3.2. Matériel biologique**

Dans ce travail, et pour étudier l'effet antifongique des micro-ondes sur les aliments, nous avons choisi le riz comme aliment, pour la raison qu'il présente une grande fréquence de contamination fongique ; ainsi, on peut réaliser des isolements et aussi il peut être mis à la micro-onde pour subir des traitements.

I.4. Protocole expérimentale

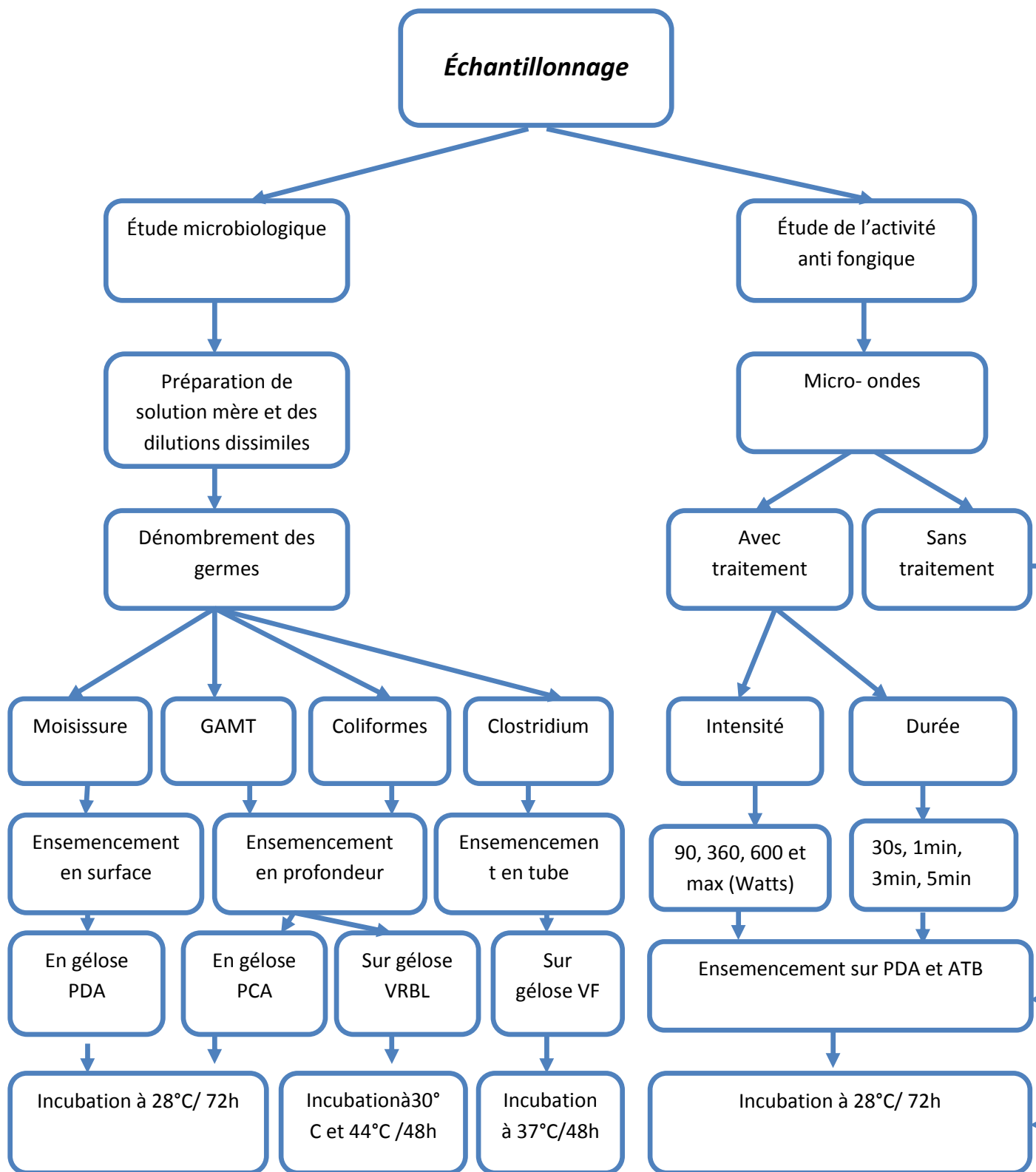


Figure 01 : Schéma du protocole expérimental.

### I.5. Échantillonnage

Les analyses microbiologiques ont été portées sur 5 échantillons de 100 g, achetés au hasard au niveau de différents points de vente à Tiaret (Ksar Chellala, Ain Dehab, Tiaret centre).

Une fois prélevés, les échantillons ont été transportés directement vers le laboratoire de microbiologie, ainsi analysés.



**Figure 02** : Échantillons de riz blanc utilisés.



## I.6. Étude microbiologique

### I.6.1. Germes recherchés

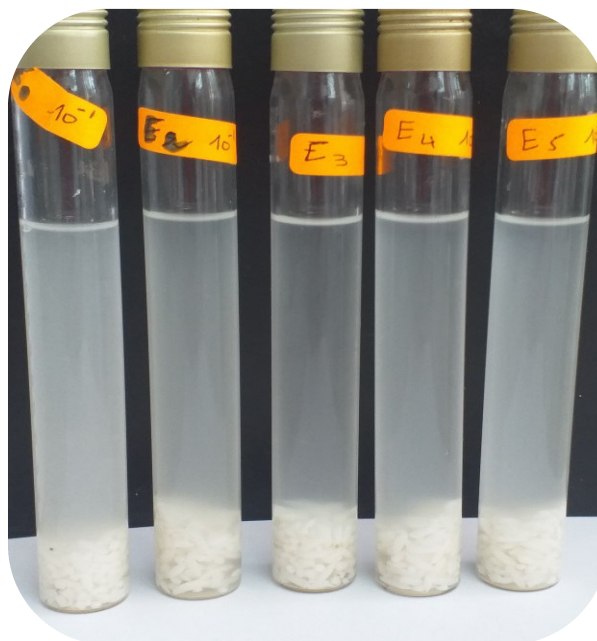
Les germes recherchés dans le riz, selon le JOA (2017) (Annexe 3), sont spécialement les moisissures, sur milieu PDA et les germes anaérobies sulfito-réducteurs, sur milieu VF.

En plus de ces germes, nous avons dénombré les germes aérobies à 30°C, sur milieu PCA ; les coliformes, sur milieu VRBL.

### I.6.2. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

Pour la préparation de la solution mère (SM), nous avons introduit 2g à partir de chaque échantillon de riz dans un tube stérile, contenant 18ml d'eau distillée stérile. Le mélange est homogénéisé en utilisant un vortex pendant 2 minutes. Cette solution de  $10^{-1}$  est appelé SM. Elle servira à la préparation des autres dilutions qui sont par la suiteensemencées dans des milieux de culture pour la recherche de germes.

À partir de la SM, 1ml est prélevé et introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée. On obtient une solution diluée à  $10^{-2}$  ; puis 1ml de la dilution  $10^{-2}$  est introduit dans 9ml d'eau distillée, on obtient une solution diluée à  $10^{-3}$ .



**Figure 03 :** Solutions mères des différents échantillons.

### I.6.3. Dénombrement des germes

#### I.6.3.1. Dénombrement des moisissures

Le milieu de culture utilisé pour ce dénombrement est la gélose PDA + céfazoline (ATB). L'antibiotique est ajouté pour éviter la multiplication et la croissance bactérienne. Les ensemencements, d'un volume de 0.1 ml, sont effectués à partir des dilutions  $10^{-3}$ , sur la surface du milieu PDA. Les boîtes ont été incubées à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 48 à 72 heures, en déposant le couvercle en bas, pour éviter la formation de gouttelettes d'eau. A l'issue de ce délai, nous avons procédé au dénombrement des colonies.

Pour avoir la contamination en germe par gramme de produit, on utilise la formule suivante :

$$N = \frac{n * d}{V}$$

**D'où :**

**n** : nombre de colonies de deux boîtes successives comptées.

**V** : volume de dilution utilisé (soit 0,1 ou 1 ml).

**d** : facteur de dilution à partir de laquelle le premier comptage a été fait.

#### I.6.3.2. Dénombrement de la flore aérobique mésophile (FAM)

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la flore aérobique à  $30^{\circ}\text{C}$  est le PCA. La méthode consiste à introduire dans des boîtes de Pétri stérile, 1 ml des dilutions décimales. Nous avons ajouté dans chaque boîte 15 ml de gélose PCA en surfusion à  $45^{\circ}\text{C}$ . Nous avons ensuite mélangé soigneusement afin d'homogénéiser le milieu et nous l'avons laissé solidifier. Finalement, nous avons incubé les boîtes à  $30^{\circ}\text{C}$  pendant 72 heures. Après cette période, nous avons procédé au comptage des colonies formées sur les boîtes.

#### I.6.3.3. Dénombrement des coliformes

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement des coliformes est le Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL). La dilution  $10^{-3}$  est utilisée pour les ensemencements. Nous avons introduit

dans des boîtes de Pétri stérile 1 ml de cette dilution, puis nous avons coulé dans chaque boîte 15 ml de gélose VRBL, et nous avons mélangé soigneusement et laisser solidifier, puis nous avons ajouté une double couche de 4 ml de gélose à la surface. L'incubation se fait à 30 et à 44°C, pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, respectivement pendant 24 à 48 heures. Les coliformes apparaissent rouge foncé sur un fond rouge. Seules les colonies, ayant un diamètre supérieur à 0,5 mm sont prises en compte.

#### **I.6.3.4. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs**

Pour la recherche des anaérobies sulfito-réducteurs, nous avons utilisé le milieu Viande Foie (VF) et nous avons suivi le protocole suivant:

1. Avant utilisation, chauffer le milieu, bouchon entrouvert à 100°C pendant 20 minutes, pour chasser l'oxygène, puis le refroidir entre 45 et 50°C.
2. Chauffer le produit à tester à 100°C afin de détruire les formes végétatives et d'activer les spores.
3. Pipeter 1 ml du produit chauffé et de ses dilutions décimales dans les tubes en évitant l'incorporation de bulles d'air. Ne jamais chauffer les tubesensemencés.
4. Homogénéiser par retournement, refroidir les tubes dans un bain d'eau glacée, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48h.
5. Dénombrer les colonies entourées d'un halo noir.

De ce fait, la qualité microbiologique du riz est déterminée par le type et le nombre de micro-organismes qui sont présents selon un plan d'échantillonnage suivant :

- Plan d'échantillonnage à 2 classes pour les germes anaérobies sulfito-réducteurs ;
- Plan d'échantillonnage à 3 classes pour les autres germes.

#### **I.7. Étude de l'activité antifongique des micro-ondes**

Les 5 échantillons de riz ont été utilisés pour évaluer l'activité antifongique de deux types de microondes, afin de constater s'il y a des différences d'évaluation d'intensité et de la durée lors du traitement des produits.

Les tests ont été réalisés par traitement microonde de 10 graines de riz pour chaque échantillon à 90, 360 et 600 watts, pendant 3 et 5 minutes, ainsi qu'à une intensité maximale, pendant 30 secondes et 1 minute.

Le riz traité a été déposé sur la surface du milieu PDA, à raison de 5 graines par boîtes (2 boîtes pour chaque échantillon). Les boîtes témoins comprennent des graines de riz non traitées afin de calculer le pourcentage d'inhibition. L'incubation est faite à 30°C pendant 7

#### **I. 8. Analyse statistique :**

L'analyse consiste à tester si les différences de variation dans chaque test s'écartent de manière significative de la valeur 0. L'ANOVA est souvent utilisé pour plans à mesures répétées lorsque nous mesurons plusieurs fois une même grandeur.

# **Chapitre 2**

## **Résultats & Discussions**

## II. Résultats et Discussions

### II.1. Résultats des analyses microbiologie

Cette partie, consiste à présenter et interpréter les résultats obtenus de la partie expérimentale afin d'évaluer la qualité de riz par la présence ou l'absence des germes, on comparant nos résultats avec le journal officiel de la République Algérienne (JOA) N°39 de 02 mai 2007. On a procédé au :

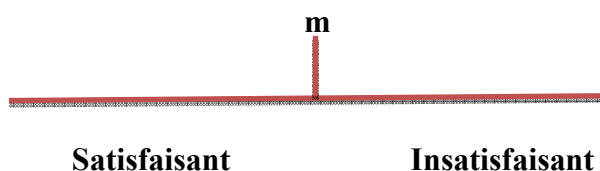
#### ■ Plan pour deux classes :

Ce plan est ainsi désigné car les résultats des examens interprétés sur cette base permettent de déterminer seulement deux classes de contamination. Ce type de plan n'accepte aucune tolérance et correspond le plus souvent aux Conclusions :

*Absence* : le résultat est bon et le produit jugé satisfaisant.

*Présence* : le résultat est mauvais et le produit est déclaré impropre à la consommation.

Ce plan est applicable aux contaminations par Clostridium



#### ■ Plan pour trois classes :

Ce plan est désigné parce que les résultats des examens interprétés sur cette base permettent de fixer trois classes de contamination, à savoir :

- ↗ Celle inférieure ou égale au critère « **m** » ;
- ↗ Celle comprise entre le critère « **m** » et le seuil « **M** » ;
- ↗ Celle supérieure au seuil « **M** ».

Où :

**m** : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante.

Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants ;

**M** : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme

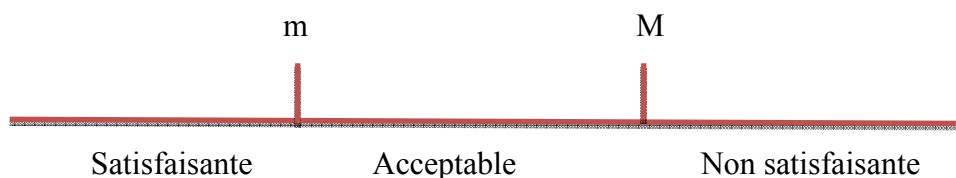
Satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique ;

M= 10 m lors du dénombrement effectué en milieu solide ;

M=30 m lors du dénombrement effectué en milieu liquide

**n** : nombre d'unités composant l'échantillon ;

**C** : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre « m » et « M »



Pour notre travail, les résultats des dénombrements des germes moisissures aérobies Coliformes totaux et fécaux, anaérobie sulfite réducteur (clostridium) et la flore mésophile sont représentés dans les tableaux 2 et 3 et sur les figures (4, 5, 10 et 12).

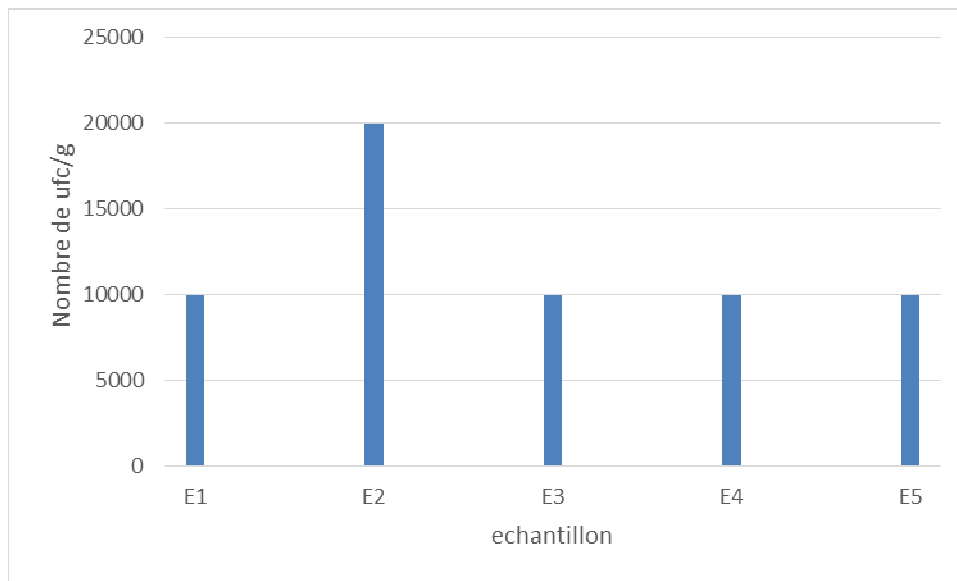
### II.1.1. Moisissures aérobies

Les moisissures sont des champignons qui élaborent des spores disséminées par l'air et l'eau elles ne se multiplient que sur des substrats organiques, et peuvent donc exister et se développer sur les grains de diverses céréales. Une forte teneur en eau dans les grains facilite leur développement. Si les grains sont secs, leur survie est malgré tout possible. Les Moisissures sont aérobies, et leur croissance nécessite donc de l'oxygène (Claire, 2013).

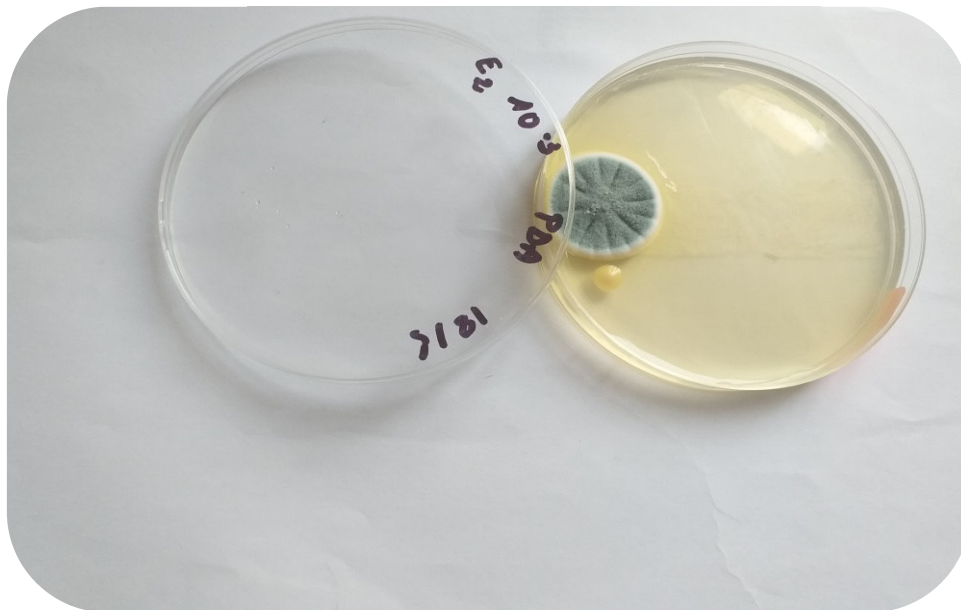
Nos résultats montrent la présence des moisissures aérobies après ensemencement sur milieu PDA solide pour tous les échantillons de riz, le nombre obtenu est supérieur aux normes Algériennes ( $10^4$ ufc/g) ce qui est l'indice d'une qualité microbiologie non satisfaisante, car ces germes sont témoins du manque d'hygiène lors des manipulations et de stockage. Donc la présence d'un nombre qui dépasse les normes peut expliquer par la pollution du magasin ou l'usine qui produit le riz.

La figure 4 montre le niveau de la qualité microbiologie de nos échantillons en termes de moisissures aérobies.

Selon l'histogramme en remarque que tous les échantillons ont été contaminés par des moisissures aérobies, la valeur de E2 est plus élevée ( $N=2*10^4$ ), tandis que les autres échantillons (E1, E3, E4, E5) ont la même valeur ( $N=1*10^4$ ).



**Figure 4 :** Niveau de contamination du riz par les moisissures aérobie



**Figure 5 :** Champignon (*Aspergillus fumigatus*) trouvé dans le riz

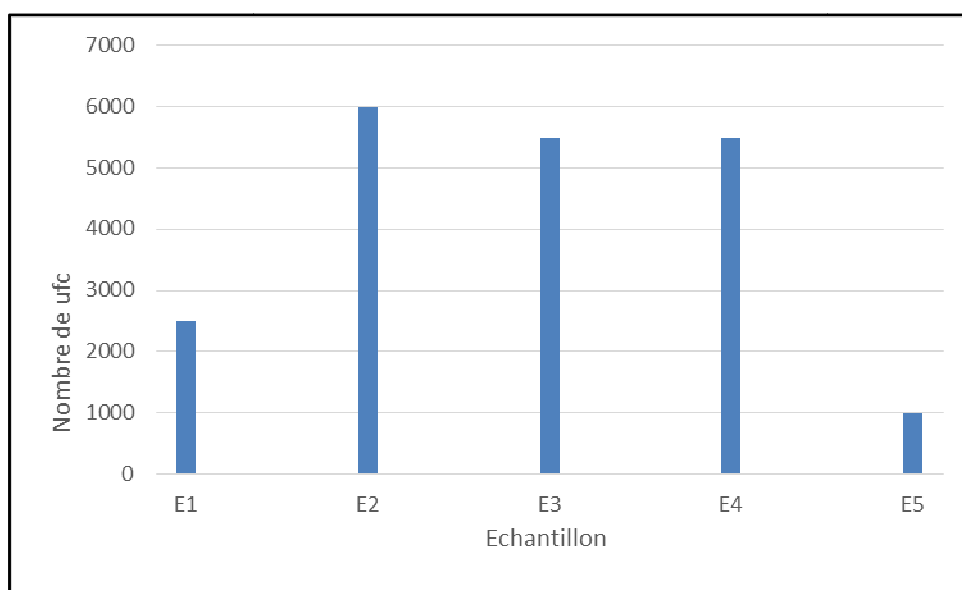


### II.1.2. Flore aérobique mésophile

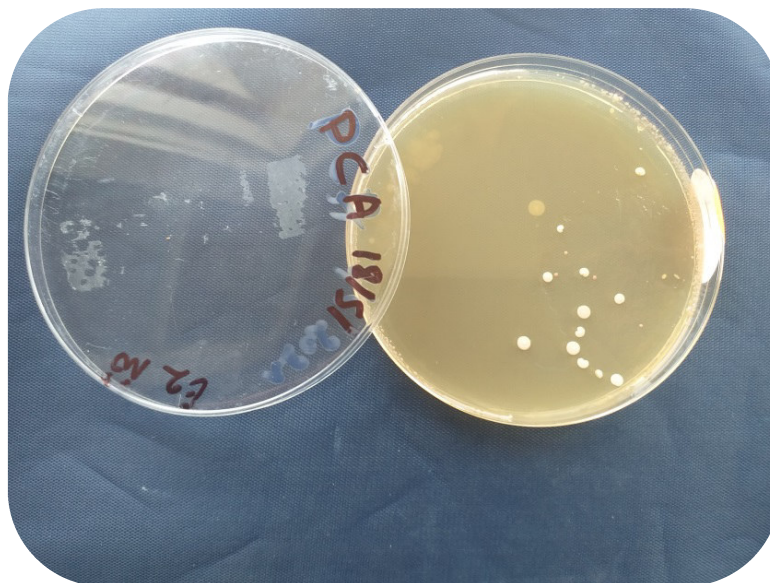
Cette flore est un indicateur technique qui tente de représenter la charge microbienne totale d'un aliment auparavant, ce paramètre était connu sous le nom de flore totale. Il ne s'agit pas d'un groupe taxonomique particulier mais de l'ensemble des bactéries, levures, moisissures capables de se développer en aérobiose sur les milieux de culture définis par la norme d'analyse. Ce groupe englobe également les flores technologiques incorporées ou naturellement présentes dans les aliments (ferments) (Boyer, 2021).

Un dénombrement sur milieu solide PCA peut être effectué quand le nombre de colonies est supérieur à 10 colonies dans la dilution  $10^3$  les résultats sont plus forte et sont considérés comme significatifs.

Nos résultats sont représentés dans les figures 6 et 7. Selon l'histogramme, on remarque que tous les échantillons de riz ont été contaminés par la FAM mais avec des valeurs variables, le nombre de germes dans l'échantillon 2 est plus chargé que les autres échantillons.



**Figure 6 :** Niveau de contamination du riz par la FAM.



**Figure 7 :** Les colonies de la FAM présentent dans le riz.

### II.1. 3. Coliformes fécaux et totaux

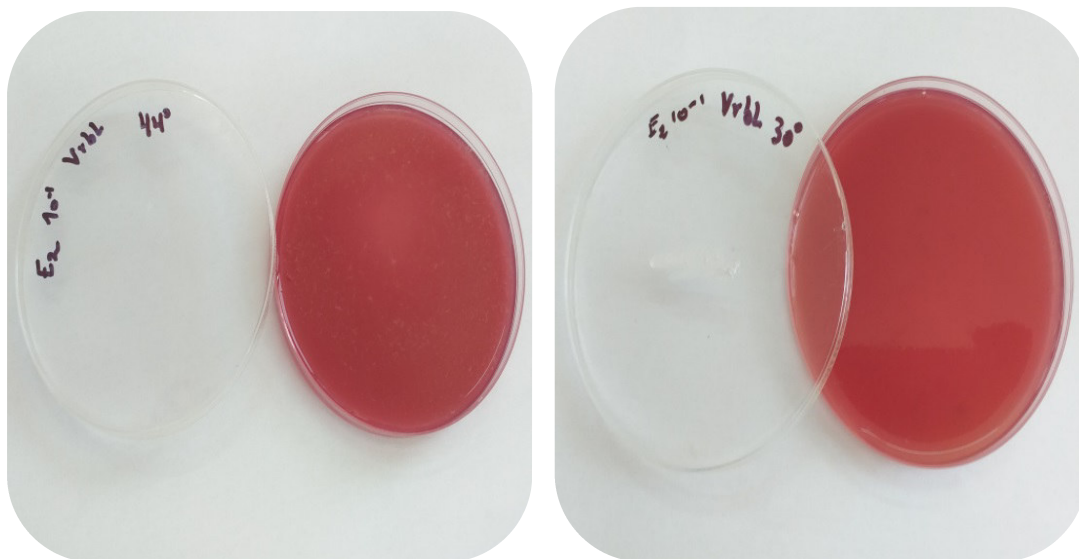
Les coliformes sont des bactéries qui se retrouvent partout dans l'environnement. L'ensemble des coliformes se nomme coliformes totaux. Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes. Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme (*E. coli*) (Ceaq, 2015).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres (Edmund et al. 1999).

L'absence des Coliformes fécaux et totaux analysés (0 ufc/ g) s'expliquer par la bonne pratique hygiène donc ils sont des indicateurs des conditions d'hygiène lors de la manipulation de riz. Le tableau 2 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en termes de coliformes fécaux et totaux selon les normes algériennes.

**Tableau 02:** Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité de riz selon les normes Algériennes.

Échantillon	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
E1	(0ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E2	(0 ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E3	(0 ufc /g)	Absence	Bonne Qualité
E4	(0ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E5	(0ufc/g)	Absence	Bonne Qualité



**Figure 08 :** Absence des coliformes totaux et fécaux dans le riz

#### II.1.4. Anaérobies sulfite- réducteurs (*Clostridium*)

Ce sont des germes permettant d'apprécier la qualité hygiénique des denrées d'origine animale. Ils peuvent poser des problèmes de conservation des produits car ils sont des agents de putréfaction à l'origine de mauvais goûts et de mauvaises odeurs (Sidiya, 2001). En les incubant à 37°C on cherche spécifiquement *Clostridium perfringens* responsable d'intoxication alimentaire, si le nombre de spores dépasse 10 germes /g d'aliments. Ce *Clostridium* produit une toxine protéique qui provoque des troubles digestifs parfois très sérieux.

Les résultats de dénombrement ont révélé l'absence des germes anaérobies sulfite – réducteur (0 Spores /g de chair) dans le riz. Témoinant que l'échantillon est de qualité microbiologique satisfaisante. Le tableau 03 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en termes de *Clostridium* sulfite – réducteur selon les normes Algériennes.

**Tableau 03 :** Niveau de contamination du produit par *Clostridium* sulfite – réducteurs et la qualité du riz selon les normes Algériennes.

Échantillon	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
E1	(0 ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E2	(0 ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E3	(0 ufc /g)	Absence	Bonne Qualité
E4	(0 ufc/g)	Absence	Bonne Qualité
E5	(0 ufc/g)	Absence	Bonne Qualité



**Figure 9** : Résultat de la recherche des Clostridium sulfito – réducteurs dans le riz.

## II.2. Interprétation des résultats d'analyse microbiologique

La lecture des résultats d'analyse microbiologie réalisée sur le riz blanc qui montre la présence des germes comme la moisissure aérobie et la flore aérobie mésophile et l'absence totale d'anaérobie sulfite réducteur, coliformes fécaux et totaux ce qui indique la bonne qualité microbiologique pour les cinq échantillons. D'autre étude ont rapporté que le riz ou les céréales en général sont des vecteurs importants de dissémination des toxines fongiques, car elles sont universellement consommées par les animaux et les hommes (Alban, 2016). Elles sont contaminées soit au champ soit au moment du stockage, principalement par l'intermédiaire des insectes. L'infestation des riz par les moisissures est favorisée dans les pays aux conditions climatiques chaudes et humides tels que l'Asie du sud-est, les pays d'Afrique et d'Amérique du sud. Dans ces pays, les Aflatoxines sont la contamination les plus fréquents du riz. Chaque année dans le monde, les pertes de céréales dues aux mycotoxines sont estimées à 55 million de tonnes (Alban, 2016).

Quelles que soient les raisons de la pollution de riz par les germes, ils étaient à cause de l'environnement ou de l'absence de nettoyage et de bons moyens de stockage, le seul

endommagé est le consommateur , pour cela , nous avons traité le riz par micro-onde qui nous a donné les résultats ci-dessous.

### **II.3. Traitement aux micro-ondes**

On a utilisé ce traitement pour étudier l'effet des rayonnements de micro-ondes sur notre échantillon, il s'est effectué par deux tests :

- Traitement pendant 30s et 1 min pour le premier essai.
- Traitement a une durée de 3min et 5min avec différents intensité (90, 360,600 Watts).

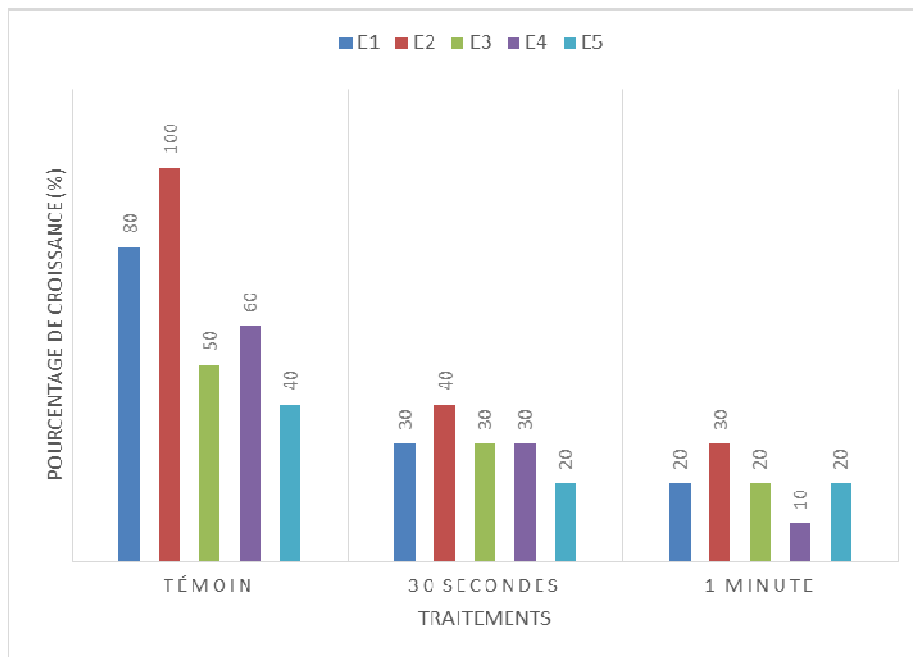
#### **II.3.1. Analyse de variance : un facteur (durée 30s et 1 min)**

Pour le nombre de germe trouvé après le traitement par micro-onde, nous avons remarqué aucune diminution, c'est -à -dire 0.055 ( $P < 0.05$ ) donc il n'y pas de différence significative entre le traitement à intensité maximales pendant 30 secondes et 1 minutes ces résultat sont détaillés dans le tableau (4) (Annexe2).

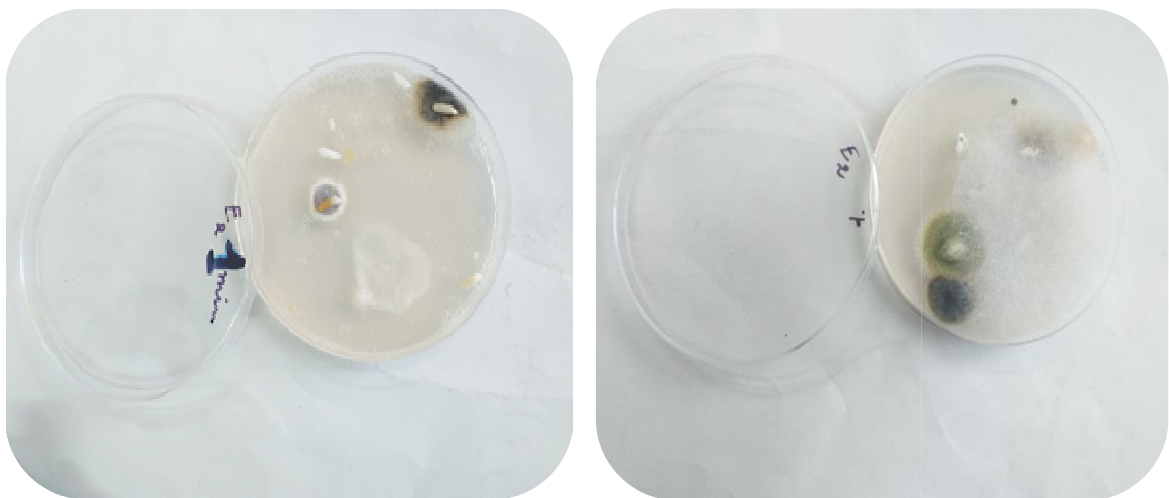
#### **II.3.2. Analyse de variance : un facteur (durée 30s et 1 min + témoin)**

Le même teste est réalisé pour le deuxième essai en utilisant la même durée en comparaison avec un témoin.

Pour les résultats on a remarqué quelques germes qui sont présentes avant et après le traitement aux micro-ondes mais la valeur des s est diminuée 0.001( $p < 0.05$ ) c'est à dire il ya une réduction significative de la croissance fongique par rapport au témoin (Annexe02). Comme le montre l'histogramme sur la figure 10, on remarque la diminution des germes après le traitement aux micro-ondes par rapport au témoin. C'est-à-dire le pourcentage de croissance et plus élevé avant le traitement (témoin) arrive à 100% dans le deuxième échantillon plus contaminé et presque le même pourcentage dans le premier échantillon 80% notre calcul avec le pourcentage des germes après le traitement. La croissance diminue dans le temps par exemple deuxième échantillon après 30s arrive à 40% et après 1 minutes arrive à 30%.



**Figure 10 :** Détection des moisissures aérobies d’une portion de riz blanc (10 graine) pendant 30s et 1 minute



**Figure 11 :** Germes qui sont présents dans le riz avant (témoin) et après le traitement « échantillon 02 »

**II.3.3. Analyse de variance : un facteur (Durée du traitement 3 et 5 minutes)**

Dans ce teste, on réalisé le traitement dans une durée de (3min, 5 min) pour tester l'efficacité du traitement aux micro-ondes sur les germes fongiques.

Pour les résultats on a remarqué que le nombre des germes est diminué c'est à dire 0.007( $P < 0.05$ ) (il y a une réduction significative de la croissance fongique par rapport à la durée du traitement).

**II.3.4. Analyse de variance : un facteur (Durée 3 et 5 min+Témoin)**

Dans cette partie en comparé entre la durée (3 et 5min) ettémoin pour avoir les effets de micro-onde après et avant le traitement les résultats ont donnés0.000000004 $P < 0,05$  (Il y a une réduction hautement significative de la croissance fongique par rapport au témoin).

**II.3.5. Analyse de variance : un facteur (90, 360, 600 Watts).**

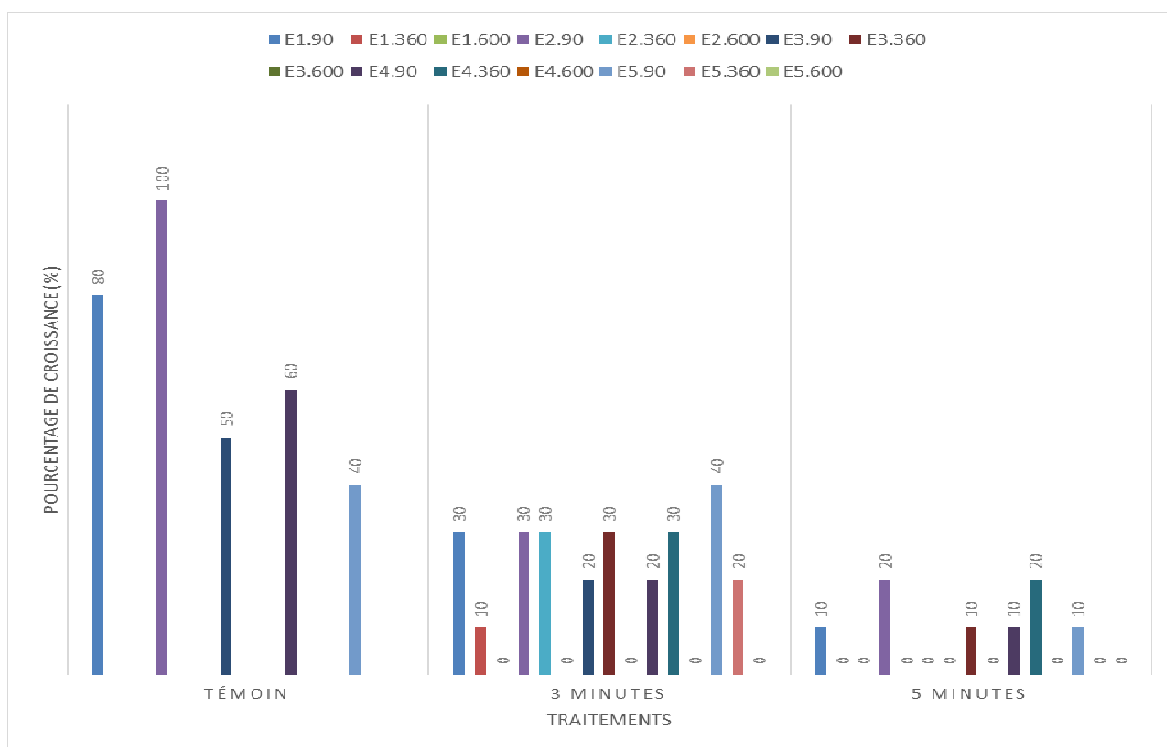
Ces mêmes testes sont aussi réalisés mais avec différentes intensités, le but est d'étudier l'efficacité de l'intensité des micro-ondes sur les germes.

Les résultats ont donné aucune diminution c'est-à-dire  $P > 0,05$  (Le changement d'intensité n'a pas une influence significative sur le taux d'inhibition).

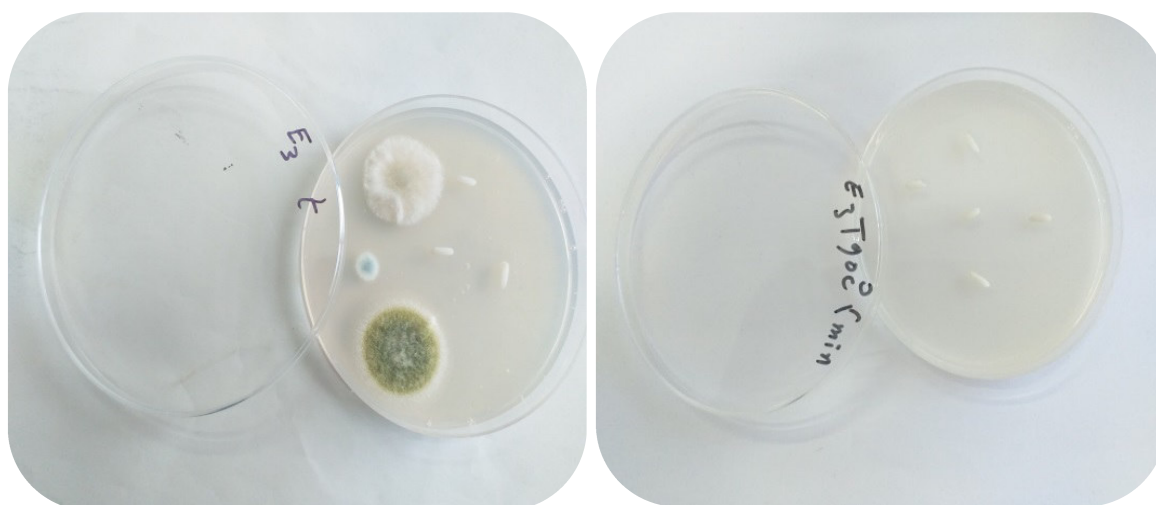
La figure 12 montre l'impact de la densité du traitement sur la flore fongique. Selon l'histogramme, il y a une diminution de la croissance des germes après le traitement aux micro-ondes par rapport au témoin. Cela signifie que le pourcentage de germes dans l'échantillon témoin est très élevé et égal à 100% et la valeur la plus faible était à 40%. Nous l'avons comparé avec des échantillons qui ont été traités aux micro-ondes pendant une période de 3 minutes, .nous avons remarqué que le pourcentage de germes a diminué et leur nombre variait entre 30% et 40 % mais après avoir augmenté la durée du traitement à 5 minutes, et à la même intensité, la quantité de germes a diminué jusqu'à leur absence. C'est ce qui nous fait conclure que le facteur d'influence dans les micro-ondes est la durée du traitement, et pas de l'intensité. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Djamel, (2020) qui a rapporté que la durée du traitement à la microonde a un effet sur l'inhibition des germes. Selon le CDC, les repas peuvent être stérilisés à l'aide d'un four ou d'un micro-ondes, qui tuent les bactéries et les virus lorsque les aliments sont chauffés de 60 secondes à cinq minutes, la période de temps dépend du type d'appareil à micro-ondes et de la période pendant laquelle il fonctionne bien jusqu'à ce qu'il émette la même énergie et couvre toutes la parties du repas (Djamel , 2020 ).



Cela correspond à certains scientifiques qui dire la technologie micro-onde a vu le jour avec la conception du radar vers 1930, puis s’est largement développée dans de nombreux domaines, dont celui de la décontamination. Les principaux avantages de cette technologie sont sa rapidité et d’energie calorifique directement dans la masse du produit à traiter (**Rougier, 2003**). Par exemple, Kozempl, et al., (1998) ont décrit un procédé de traitement de différents liquides alimentaires tels que l’eau, des œufs liquides, de la bière, du jus de pomme et du jus de tomate. Les résultats de cette étude montrent une bonne efficacité des micro- ondes appliquées de ces conditions faiblement thermique (environ 40°C) avec un abattement de la charge microbienne compris entre 0.1et 4,6 unités log selon le produit traité (**Almajhdi et al 2009**), ont montrés également l’efficacité de cette technologie pour la décontamination des bactéries pathogènes dans l’eau. La technologie micro-onde est efficace également pour réduire le nombre de bactéries pathogènes tels qu’*E. coli* contenue dans des aliments solides tels que la Vande de bœuf (**Jamshidi et al ,2010**).



**Figure 12 :** Détection de moisissure aérobie chauffage d’une portion de riz (10grains) a (90, 360, 600) watts pendant 3min et 5min.



**Figure 13 :** Germes présent dans le riz avant et après le traitement par micro-onde  
« échantillon 03 »

#### II.4. Interprétation des résultats du traitement par micro-ondes

La lecture des résultats du traitement par micro-ondes sur quelque échantillon de riz blanc est révélée positif, parce que le nombre de germe avant et après le traitement ce n'est pas le même, le pourcentage de germes dans le témoin était compris entre 100% et 60% mais après le traitement pendant (30s et 1 min) a diminué de 40% à 20% ce qui confirme son impact. Pour le deuxième test, nous avons augmenté la durée du traitement pendant (3min et 5 min), les germes ont disparu, nous avons vu autre test sur l'impact de l'intensité sur la proportion de champignon dans le riz. Nos résultats ont montré que le changement d'intensité na pas une influence significative sur le taux d'inhibition. Le même résultat ont été rapportés par d'autres auteurs, après un traitement plus drastique (température plus élevée ou de plus grande durée) on peut arriver à éliminer aussi les formes sporulées contenues dans le produit ; ce produit sera alors dit stérilisé. Une nouvelle contamination, peut être apparaitre, due à un emballage non hermétique par exemple, aucun micro-organisme ne se développera dans un produit stérilisé (cas de conserves). Aucun micro-organisme ne se développera non plus dans un produit seulement pasteurisé si celui-ci est un milieu impropre au développement microbien (Cheftel et al., 1997).

Le Micro-onde éliminé les germes (moisissures aérobies) par une intensité 600 watts pendant 5 minutes, cette action est exprimée par un effet thermique qui est due au mouvement dipolaires de la molécule de l'eau, c'est l'effet majeur qui inactive les germes, par contre dans certains cas, l'inactivation des germes, ne peut pas être expliqué seulement par l'effet thermique, mais un autre facteur qui est le temps et cela en fonction des résultats que nous obtenons à travers nos expériences. C'est-à-dire la durée du traitement au micro-ondes est liée à la quantité des germes qui présent dans le riz.

Alors que, ces effets sont également manifestés sur la paroi cellulaire des germes, la membrane plasmique qui présente le point cible des rayonnements micro-ondes, l'efficacité des microondes sur la décontamination des germes dépend d'attribut important, à savoir la puissance et le temps d'exposition (**Rougier, 2003**).

# *Conclusion*

### **Conclusion**

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'efficacité des micro-ondes comme moyen de lutte contre la contamination fongique dans les aliments, où nous avons choisi le riz comme échantillon. L'étude de l'effet des rayonnements de micro-ondes sur notre échantillon, a été effectuée par deux tests ; traitement pendant 30s et 1 min pour le premier essai et a une durée de 3min et 5min avec différents intensité (90, 360,600 Watts).

L'analyse microbiologie des échantillons du riz blanc a montré la présence des germes comme la moisissure aérobie et la flore aérobie mésophile et l'absence totale d'anaérobie sulfite réducteur, coliformes fécaux et totaux ce qui indique la bonne qualité microbiologique pour les cinq échantillons collectés.

Les résultats du traitement par micro-ondes ont révélé un effet positif. Après un traitement pendant (30s et 1 min), on a constaté une diminution remarquable du nombre de germe (40% à 20%). Alors que les germes ont disparu, pour une durée (3min à 5 min). D'autre part, nos résultats ont montré que le changement d'intensité na pas une influence significative sur le taux d'inhibition.

Nos résultats confirment l'influence du traitement par micro-onde sur la qualité microbiologique du riz. Aussi, il s'agit d'un traitement relativement rapide, ce qui nous permet de dire que la qualité du produit traité n'est pas largement affectée.

Le four à micro-ondes apporte un confort et un progrès appréciables. L'inquiétude de certains consommateurs est due à une désinformation elle est sans fondement. Il nous semble plus important de mettre l'accent sur l'hygiène des aliments et sur le respect méticuleux de la chaîne du froid (maintien d'une température de conservation constante) jusqu'au moment où vous commencez à préparer le repas.

Toutefois, ce genre d'étude s'avère insuffisant .Il est utile de réaliser d'autres études basées sur d'autres effets de l'utilisation des micro-ondes telles que la qualité nutritive à travers le profil des acides gras, dosage des vitamines, minéraux et des protéines, apparition de composés néoformés, afin de bien connaître les avantages et les inconvénients de ce genre de traitement.

# ***Références Bibliographiques***

### **Références Bibliographiques**

- Berard A. Carlier H. (1992). Aspects nutritionnels des constituants des aliments. L'influence des technologies. Les cahiers de l'ENSBANA –Tec Doc Lavoisier, paris
- Biton M. (1997). Les procédés de conservation des aliments. Institut Danone .objectif nutrition n°35 du 28/09/1997.Disponible sur http : institut Danone. Org / objectif – nutrition /les- procédés- de -conservation –des aliments / dossier – les procédés –de – conservation – des aliments .Consulté le 12/10/15
- Bougereau A. (1984). L'influence de la cuisson sur des produits frais, appertisés et congelés Médecine et Nutrition, 10401-405
- Ceaq (2015a). Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- Claire konig l'invasion des moisissures, d'Alternaria à Verticillium. Publié le 21/04/2013-modifié le 24/10/2016 Guides des bonnes pratique hygiénique, les journaux officiels, paris, 2004
- Downes, F.P. & K. Ito. (2001). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. APHA. Washington DC. USA.
- Elmund, GK, MJ Allen et EW Rice (1999) Comparison of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency. Water Environ. Res., 71 : 332-339.
- FAO et OMS .la sécurité sanitaire des aliments, 7juin 2020 CA7815FR 01/04.20, p7
- Guezlane et al. (2016) .les Mycotoxine un danger de la santé public Algerian journal of aride environnement 32 vol ,6 n° 1 juin 2016 Université de Ghardaïa, p 32-49
- Haouzi.R. (2013).Etude biologique des effets des Micro-ondes sur Escherichia coli (mémoire) Université d'Oran Mohamed Boudiaf
- ISO 4832. (2006). Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies.

## **Références Bibliographiques**

---

- ISO/TS 11133 (2014). Microbiologie des aliments, des aliments pour animaux et de l'eau - Préparation, Production, stockage et essais de performance des milieux de culture
- M. boyeb Flore aérobic mésophile 25/juin 2021 fiches microbiologie p Agro- alimentaire
- Marshall, R.T. (1992). Standard methods for the microbiological examination of dairy products. 16th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. USA.
- Marshall, R.T. (ed). (1992). Standard methods for the microbiology examination of dairy products, 16<sup>th</sup>. American public Heath Association, Washington, D.C. Distribué Z.A de Cesvrine – 4 rue Kepler –B.P4125 44241 la chapelle –sur –Erdre Cedex – France
- Meriem chorfi journal officiel de la république algérienne N°39 02/07/2017, bir mourad raïs, BP 376 - Alger-Gare
- NF T 90-415. (1985).Essais des eaux. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito- réductrices et de Clostridium sulfito- réducteurs. Méthode générale par incorporation en gélose en tubes profonds.
- Percy spencer (1947). four à micro-ondes Disponible sur : < [http:// www, futura-sciences. Com](http://www.futura-sciences.com)
- Sidiya. (2001). Analyses microbiologie et chimiques des produits de la pêche et de l'eau (Rapport de stage) centre national de formation des techniciens des pêches Maritimes (CNFTPM)
- Djamel. (2020). Microondes (Article) publié le 30/5/2020 Disponible sur <https://www.alarabiya.net>.
- Lara Hanna Wakim. (2008). effet d'un chauffage micro-ondes et conventionnel sur la thermorésistance d'une Salmonelle traitée dans un produit à basse activité d'eau .Conséquences sur la qualité du produit. Sciences du vivant .Agro Pris Tech), Français.NNT: AGPT0047. Pastel 00005601



# ***Annexes***

## **Annexe 1**

### **Préparatio des milieux de culture**

. **Alun de fer** : est une substance dont la formule générale est  $AB(SO_4)_2$ .  
Pour l'objectif : éviter la multiplication des bactéries

. **Sulfite de sodium** : est un sel de formule brute  $Na_2SO_3$  utilisé comme agent de conservation pour ses propriétés réductrices pour l'objectif : inactivent ou inhibant la croissance de bactérie ou de moisissures, ce sont également des antioxydants et des stabilisations couleur..

**Céfazoline** : est un médicament que classe pharmaco thérapeutique Antibactériens de la famille de Beta- lac amines de groupe des céphalosporines injectables.

. **Agar** : c'est un produit qui utilise dans de nombreuses préparations comme un gélifiant d'épaississant ...etc. en effet la gélatine

. **Glucose** : est une sucre de formule brute  $C_6H_{12}O_6$  pour préparait 1L de l'eau distillé

**PDA** : Il se compose d'une base (Eau distillée, agar-agar saccharose)

#### **FORMULE :**

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

Extrait de pomme de terre	200 ,00
Glucose	20,00
Agar	20,00

#### **PREPARATION**

L'infusion de pomme de terre se prépare en faisant bouillir dans 1litre d'eau distillée 200 g de pommes de terre tranchées pendant 30 minutes à 1h puis en laissant décanter le bouillon obtenu ou en le filtrant. On dilue .nous mettons la solution sur un agitateur magnétique Puis on ajoute 20 g d'agar-agar en poudre et 20 g du saccharose ensuite Répartir en flacons avant une stérilisation par autoclave à  $121^{\circ}C$  pendant 15 minutes.

**PCA** : La gélose PCA (Plate Count Agar) est un milieu recommandé pour le dénombrement

## **Annexes**

---

Standardisé des bactéries dans l'eau, les produits laitiers et les aliments, les produits cosmétiques ou pharmaceutiques.

### **FORMULE**

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou Déminéralisée.

Peptone de caséine	5,00
Extrait de levure	2,50
Glucose	1,00

### **PREPARATION :**

1. Mettre en suspension 23 grammes dans 1 litre d'eau pure. Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 1 minute.
2. Répartir en tubes ou flacons.
3. Autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

### **VRBL**

La gélose VRBL est recommandée pour la recherche des coliformes dans les aliments et les produits laitiers.

### **FORMULE**

Ingrédients en grammes pour 1L d'eau distillée ou déminéralisée.

peptone	7,00	chlorure de sodium	5.00
Extrait de levure	3.00	Rouge neutre	0.03
Sels biliaires N°3	1.50	Cristal violet	0.002
lactose	10.00	Agar	15.00

### **PREPARATION**

## **Annexes**

---

1. Dissoudre 39.5 grammes dans 1L d'eau pure 2. Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir Pour dissoudre complètement la suspension.3. Bien mélanger, laisser refroidir à 45-50°C et répartir Immédiatement en boîtes

### **Vf :**

La gélose viande-foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de clostridie sulfite- réducteurs dans les produits alimentaires.

### **FORMULE**

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

_Peptone viande –foie	30.00	sulfite de sodium	2.50
_Glucose	2.00	Citrate ferrique A	0.50
_Amidon soluble	2.00	Agar	11.00

### **PREPARATION**

1. Dissoudre 48 grammes dans 1L d'eau pure.
2. chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour complètement le suspens
3. Répartir 20 ml en tube de 18x180 mn.4. Autoclave à 121°C pendant 15 minutes

**Annexe 2**

**Étude statistique**

**Tableau n°04 : Analyse de variance un facteur (durée 30s et 1 min)**

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	250	1	250	5	0,05576653	5,31765507
A l'intérieur des groupes	400	8	50			
Total	650	9				

**Tableau n°05 : Analyse de variance un facteur (Durée 30 secondes + 1 minute+ témoin)**

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	5853,33333	2	2926,66667	12,9117647	0,0010198	3,88529383
A l'intérieur des groupes	2720	12	226,666667			
Total	8573,33333	14				

**Tableau n°06 : Analyse de variance un facteur (3min+5min)**

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1080	1	1080	8,2472727	0,0076940	4,195971
A l'intérieur des groupes	3666,66667	28	130,952381	3	7	82
Total	4746,66667	29				

## Annexes

**Tableau n°08** : Analyse de variance un facteur (90, 360, 600) watts

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	2846,66667	14	203,333333	1,60526316	0,18683052	2,42436436
A l'intérieur des groupes	1900	15	126,666667			
Total	4746,66667	29				

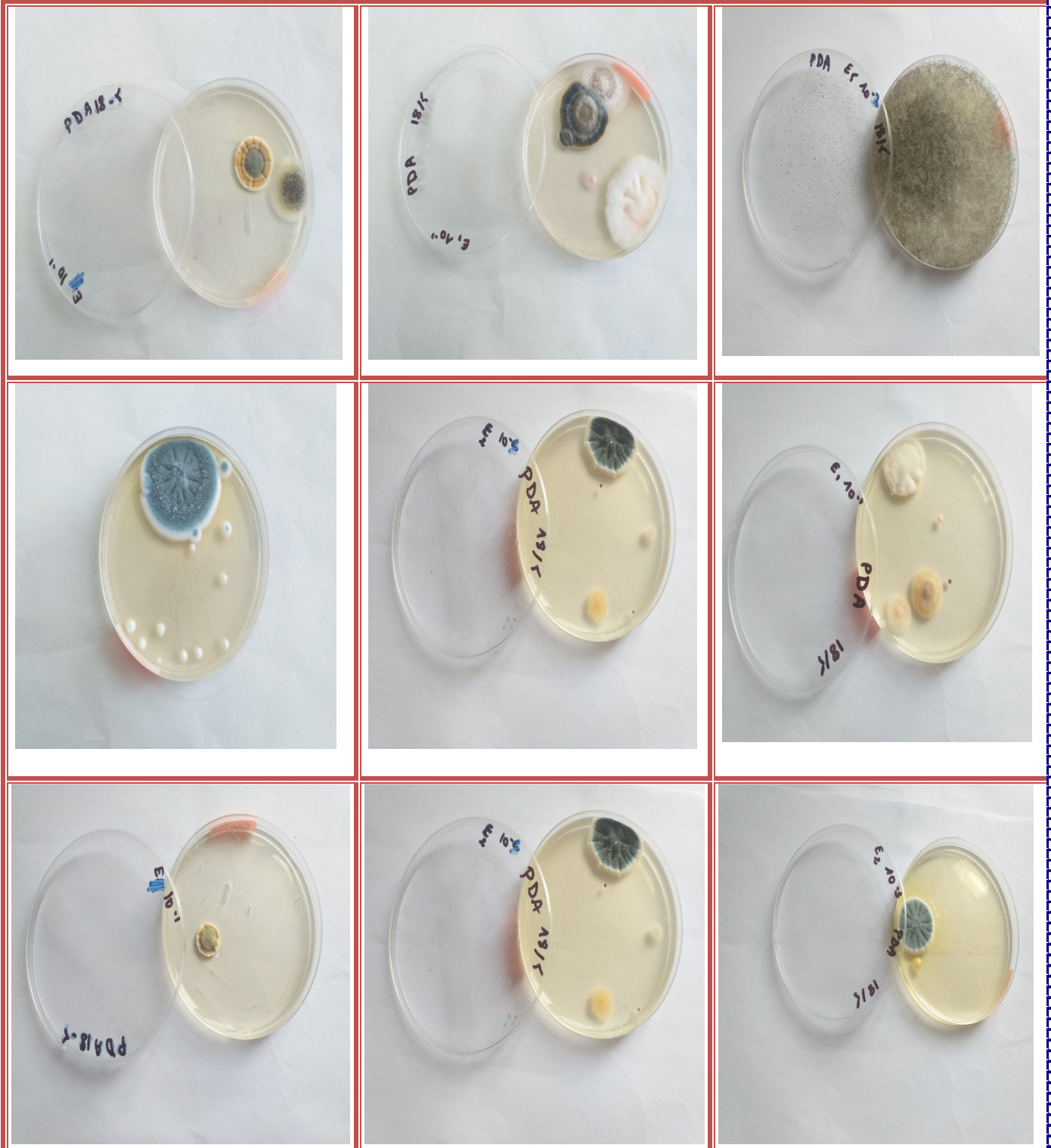
**Tableau n°07** :Analyse de variance un facteur (3min +5min+temoin)

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	13887,619	2	6943,80952	37,1161311	0,0000000046	3,29453682
A l'intérieur des groupes	5986,66667	32	187,083333			
Total	19874,2857	34				

Annexe 3

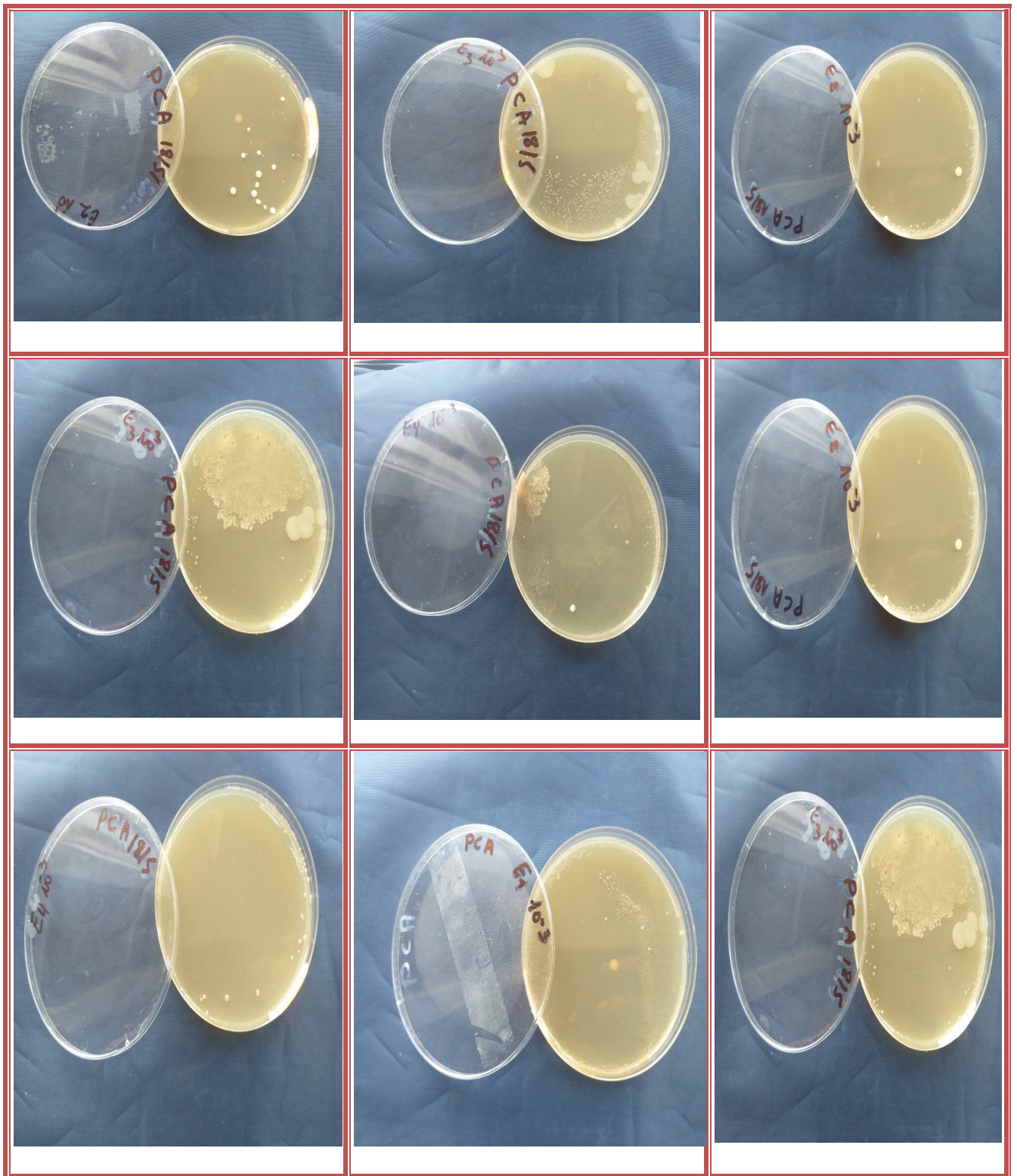
Résultats de l'analyse microbiologique

Les germes qui sont présent dans le riz « dilution  $10^{-3}$  et  $10^{-1}$  »



## Annexes

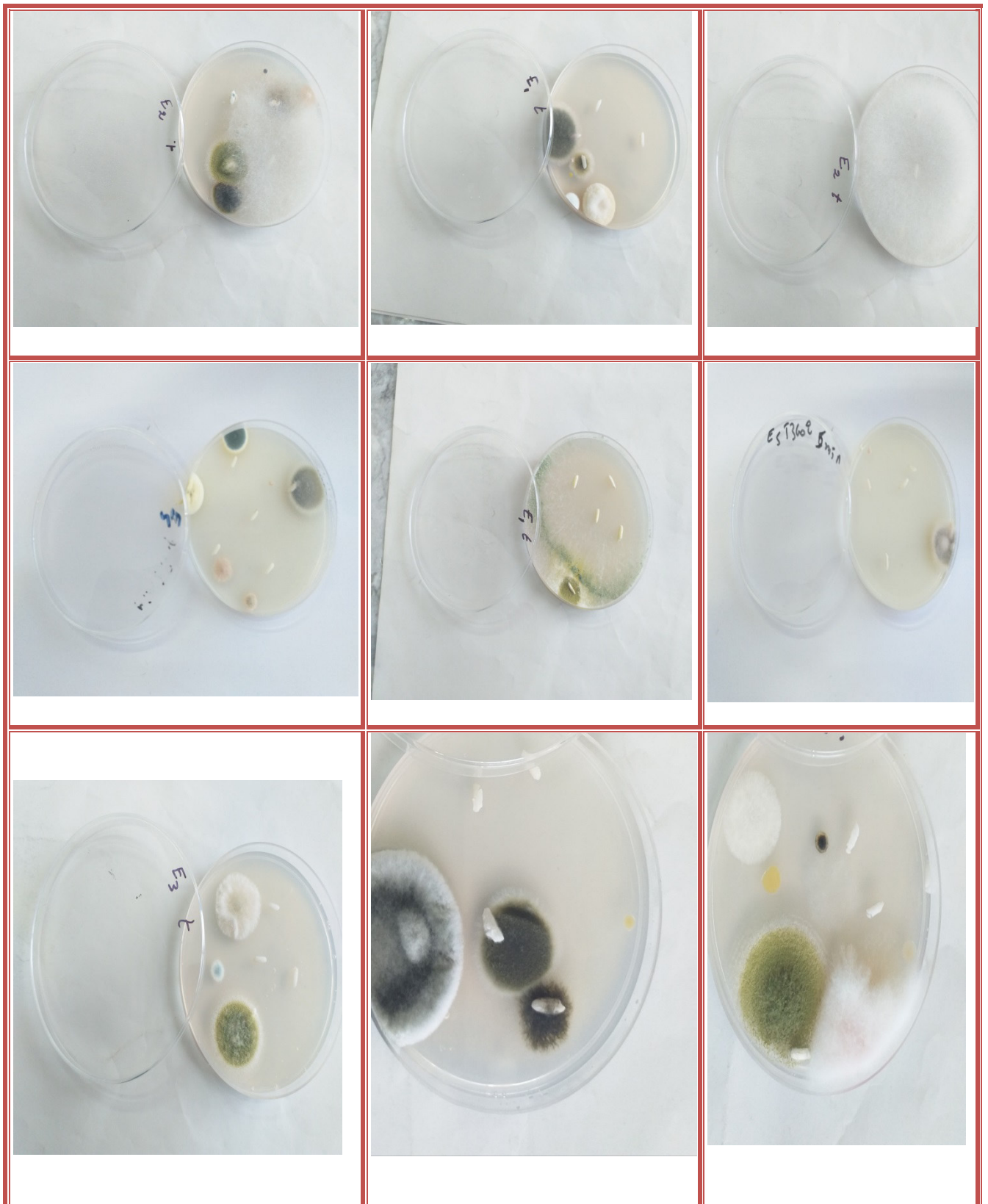
Les colonies qui sont présentes dans le riz « dilution  $10^{-3}$  »





## Annexes

### Les germes présents dans le riz avant le traitement « témoin »



## Annexes

Les germes qui sont présent dans le riz après traitement pendant 3et 5 minutes

