



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité : Microbiologie appliquée.

## Intitulé :

Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne et antifongique  
de l'ail (*Allium sativum*) et son application dans la conservation des  
viandes de poulets.

## Présenté Par :

M<sup>elle</sup> BELALOUI DJILIA & M<sup>elle</sup> BENBELAID FERIEL.

Soutenu le : 07/07/2022, Devant le Jury :

Président :	M. MERIBAI Abdelmalek	MC B	Université de B.B.A.
Encadrant :	M <sup>me</sup> . ABED Hanane	MC B	Université de B.B.A.
Examineur :	M <sup>me</sup> . ZERROUG Amina	MC B	Université de B.B.A.

Année universitaire : 2021 / 2022



# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents,*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce qu'ils méritent, car ils représentent pour moi le symbole de la bonté par excellence, une source de tendresse et d'amour. Ils sont pour moi un modèle de labeur et de persévérance alors qu'ils n'ont jamais cessé de m'encourager et de prier pour moi. Pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être depuis ma naissance à ce jour.*

*A mon frère et à ma sœur qui sans eux je ne serais pas arrivé là ; ils sont les vecteurs à l'origine de ma force et de mon courage dans mes moments de faiblesse.*

*A mes tantes ainsi qu'à mes défunts et regrettés grands parents.*

*A mon binôme Djilia avec qui j'entretiens des relations très loyales depuis le lycée à ce jour qui a permis la réalisation de ce projet dans une ambiance remarquable.*

*A ma meilleure amie d'enfance Meriem, et mes très chères Lilia, Djomana, Belkis,*

*Je remercie le destin d'avoir croisé nos routes.*

*A Assia et Ilhem*

*En témoignage de l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour eux,*

*Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.*



**Benbelaid Ferial**



## Dédicace

*Du plus profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail,*

*A mes adorables parents, pour leur soutien tout au long de ma vie  
estudiantine, qui m'ont doté d'une éducation digne. Leur amour m'a accompagné  
depuis ma naissance.*

*A mes chers frères, pour leurs encouragements toujours répétés et sans relâche.*

*A mes oncles, mes tantes, cousins et cousines qui m'ont toujours soutenus et  
prodigués des encouragements et ce malgré leur éloignement.*

*A mon binôme Ferial avec qui j'ai partagé des moments de joie et de tristesse  
et ce depuis le lycée. Nous avons réalisé ce travail avec une grande complicité et  
une parfaite osmose.*

*A mes amies avec qui j'ai traversé mon cursus universitaire. Nous nous  
motivions mutuellement dans une ambiance amicale et joyeuse.*

*A mes chers regrettés grand parents qui ont tant attendu ce moment de  
bonheur. Malheureusement la mort en a décidé autrement, je sais qu'ils sont fiers  
de moi là où ils sont. (Ma grand-mère m'avait assuré d'être présente le jour de ma  
soutenance. HÉLAS !).*



**Belaloui Djilia**



## Remerciement

*Nous remercions dieu de nous avoir donné la force et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire. La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes envers qui nous voudrions témoigner toute notre gratitude.*

*Nous tenons à remercier spécialement notre encadrant madame ABED Hanane qui nous a fait découvrir le sujet qui a guidé à la réalisation de ce mémoire et d'avoir accepté de nous encadrer dans ce projet. Nous la remercions aussi pour son implication, son soutien, et ses encouragements tout au long de ce travail.*

*Ce travail n'aurait pas été aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans son aide. Nous la remercions pour la qualité exceptionnelle de son encadrement, pour sa patience et sa disponibilité tout au long de la préparation de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Madame ZERROUG Amina et monsieur MERJBAI Abdelmalek d'avoir accepté d'évaluer notre travail en tant que jury de cette soutenance.*

*Nous remercions également nos professeurs pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont dispensé au cours des années passées à l'Université.*

*Merci aux ingénieurs des laboratoires de microbiologie appliquée, de phytopathologie et de biochimie pour leur concours et leur disponibilité tout au long de notre travail pratique.*

*A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce modeste travail, nous présentons nos remerciements, notre respect et notre reconnaissance.*



# Résumé

### Résumé

Aujourd'hui, il existe un intérêt croissant pour les productions biologiques et écoresponsables ainsi que les techniques alternatives aux produits chimiques. L'ail (*Allium sativum* L.) est de plus en plus mis en avant pour ses propriétés antimicrobiennes. Ainsi, cette étude a été réalisée avec pour objectif de déterminer l'effet inhibiteur des extraits d'ail obtenus à partir de plusieurs méthodes d'extraction, hydro-distillation ; macération à chaud ; macération à froid et extraction du jus, sur la croissance de *B.cereus*, *E.coli*, *M.luteus*, *P.mirabilis*, *S.typhimurium* et *C.albicans*. En plus, l'étude de l'effet bactéricide de ces extraits ajoutés dans la chair de poulet. Le test de sensibilité a été effectué *in vitro* par la méthode de diffusion sur Muller Hinton. Les extraits obtenus par hydro-distillation et macération à chaud ne montrent aucun résultat inhibiteur. Le jus frais d'ail est très efficace contre les souches étudiées, la zone d'inhibition la plus grande a été enregistré contre *Micrococcus luteus* (23,33mm) et *Salmonella typhimurium* (20,16 mm). Les concentrations minimales inhibitrice obtenues pour le jus d'ail et le macérât à froid sont de 50%, ce qui équivaut à 25µl/25µl. L'activité bactéricide est obtenue par le jus frais et le macérât à froid avec la concentration 75% (37.5 µl /12.5µl). L'application de 10µl de CMB (75%) de jus d'ail et de le macérât à froid dans 1g du viande entreposée à 4±1°C pendant 16 jours. A la fin de la conservation, nous avons enregistré des pourcentages d'inhibitions très importants par le jus d'ail. Les coliformes sont inhibés à 100% alors que la Flore totale est inhibée à 10,76%. D'après ces résultats, L'ail offre une alternative prometteuse comme bio-conservateur et peut compléter celui de la réfrigération.

**Mots clés :** *Allium sativum* L., activité antimicrobienne, hydro-distillation, macération, conservation, viande de poulet.

## ملخص

حالياً، هناك اهتمام متزايد بالمنتجات الحيوية والصدقية للبيئة بالإضافة إلى التقنيات البديلة للمواد الكيميائية. يتم الترويج للثوم الأبيض (*Allium sativum* L.) بشكل متزايد لخصائصه المضادة للميكروبات. لذلك، أجريت هذه الدراسة بهدف تحديد التأثير المثبط لمستخلصات الثوم المتحصل عليها من خلال عدة طرق، التقطير المائي؛ النقع الساخن؛ النقع البارد واستخلاص العصير، على نمو بكتيريا، *B.cereus*، *E.coli*، *M.luteus*، *P.mirabilis*، *S.typhimurium*، *C. albicans*. إضافة إلى دراسة تأثير هذه المستخلصات المبيد للجراثيم في لحم الدجاج. تم إجراء اختبار الحساسية على أطباق بيتري باستخدام طريقة انتشار في وسط الزرع Muller Hinton. أسفرت النتائج على انعدام وجود نشاط مضاد للبكتيريا لكل من مستخلصات التقطير المائي والنقع الساخن. بينما تبين أن عصير الثوم الطازج فعال جداً ضد العزلات المدروسة، تم تسجيل أكبر قطر تثبيط ضد *Micrococcus luteus* (23,33م) و *Salmonella typhimurium* (20,16م). الحد الأدنى للتراكيز المثبطة التي تم الحصول عليها للعصير والمنقوع البارد للثوم هي 50٪، وهو ما يعادل 25 / 25 µl. المستخلصات الفعالة أعطت نشاطية مبيدة في التركيز 75٪ (37.5 / 12.5 µl). إضافة 10 µl بتركيز (75٪) من عصير ومنقوع الثوم البارد في 1 جرام من لحم الدجاج المخزن في درجة حرارة 4 ± 1 درجة مئوية لمدة 16 يوماً. في نهاية التخزين، سجلنا نسب عالية جداً من التثبيط الميكروبي لعصير الثوم. حيث تم تثبيط كلي للبكتيريا القولونية بنسبة 100٪ بينما تثبطت الفلورة الكلية الهوائية بنسبة 10.76٪. بناءً على هذه النتائج، يمثل الثوم بديلاً واعدًا كمادة حافظة بيولوجية ومكمل لعملية التبريد.

**الكلمات المفتاحية:** *Allium sativum* L.، النشاط المضاد للميكروبات، التقطير المائي، النقع، الحفظ، لحم الدجاج.

**Abstract**

Today, there is a growing interest in organic and environmentally responsible production and alternative techniques to chemicals. Garlic (*Allium sativum* L.) is increasingly being promoted for its antimicrobial properties. Thus, this study was conducted with the objective of determining the inhibitory effect of garlic extracts obtained from several extraction methods, hydro-distillation; hot maceration; cold maceration and juice extraction, on the growth of *B.cereus*, *E.coli*, *M.luteus*, *P.mirabilis*, *S.typhimurium* and *C.albicans*. In addition, the study of the bactericidal effect of these extracts added in chicken meat. The sensitivity test was performed *in vitro* diffusion method on the Muller Hinton medium. The extracts obtained by hydro-distillation and hot maceration showed no inhibitory results. The fresh garlic juice is very effective against the studied strains, the largest zone of inhibition was recorded against *Micrococcus luteus* (23.33 mm) and *Salmonella typhimurium* (20.16 mm). The minimum inhibitory concentrations obtained for garlic juice and cold macerate are 50%, which is equivalent to 25µl/25µl. Bactericidal activity is obtained by the fresh juice and the cold macerate with the concentration 75% (37.5µl /12.5µl). The application of 10µl of CMB (75%) of garlic juice and the cold macerate 1g of meat stored at 4±1°C for 16 days. At the end of storage, we recorded very high percentages of inhibition by garlic juice. Coliforms were inhibited to 100% while total Flora was inhibited to 10.76%. According to these results, garlic offers a promising alternative as a bio preservative and can complement that of refrigeration.

**Keywords:** *Allium sativum* L., antimicrobial activity, hydro-distillation, maceration, preservation, chicken meat.



# **Table des matières**

**Table des matières**

**Dédicaces**

**Remerciements**

**Résumé**

**ملخص**

**Abstract**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Listes des photos (Photographies personnelles)**

**Liste des abréviations**

**Introduction.....1**

**Chapitre I : Matériels et méthodes**

I.1. Objectif .....5

I.2. Lieu de réalisation.....5

I.3. Matériels.....5

I.3.1. Récolte et identification du matériel végétal.....5

I.3.2. Matériel alimentaire.....5

I.3.3. Matériel biologique.....6

I.3.4. Autres matériaux.....6

I.4. Méthodes.....7

I.4.1. Préparation du matériel végétale.....7

I.4.2. Taux d'humidité.....7

I.4.3. Préparation des extraits.....8

I.4.3.1. Hydro-distillation.....8

I.4.3.2. Rendement en huile.....9

I.4.3.3. Macération à chaud (MC).....9

I.4.3.4. Macération à froid (MF).....10

I.4.3.5. Extrait brut (jus d'ail).....10

I.4.3.6. Rendement en jus d'ail.....11

I.5. Activité antibactérienne et antifongique.....12

I.5.1. Test de sensibilité.....12

I.5.2. Concentration minimale inhibitrice (CMI).....13

I.5.3. Concentration minimale bactéricide (CMB).....14

I.6. Application d’ail sur la viande de poulet « Tests <i>in- situ</i> ».....	15
I.6.1. Étude de la qualité microbiologique de la viande.....	15
I.6.1.1. Préparation de la solution mère.....	16
I.6.1.1.1. le broyage.....	16
I.6.1.1.2. revivification.....	16
I.6.1.2. Préparation des dilutions.....	16
I.6.1.3. Recherche de La Flore Mésophile Aérobie Totale (FTAM).....	17
I.6.1.4. Recherche des coliformes fécaux/ totaux.....	18
I.6.1.5. Recherche de <i>staphylococcus aureus</i> .....	20
I.6.2. Étude de l’effet conservateur des extraits de l’ail « Tests <i>in- situ</i> ».....	21
I.6.2.1. Préparation de la viande.....	21
I.7. Caractérisation sensorielle de la viande de poulet.....	22
I.8. Étude statistique.....	22
<b>Chapitre II : Résultats et Discussions</b>	
II.1. Résultats.....	23
II.1.1. Caractérisation des extraits de l’ail.....	23
II.1.2. Résultat de Test de sensibilité.....	24
II.1.3. Résultat de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	26
II.1.4. Résultat de la concentration minimale bactéricide (CMB).....	27
II.1.5. Résultat de l’analyse microbiologique de la viande de poulet de chair.....	28
II.1.5.1 Résultat de l’Activité antibactérienne des extraits d’ail.....	29
II.1.5.1.1 Résultats de l’analyse sensorielle de la viande de poulet.....	29
II.1.5.1.2. Résultats de l’effet d’ail sur la charge en FTAM.....	31
II.1.5.1.3. Résultats de l’effet d’ail sur les coliformes fécaux.....	33
II.1.5.1.4. Résultats de l’effet d’ail sur les coliformes totaux.....	34
II.1.5.1.5 Résultat récapitulatif de l’effet d’addition de l’ail.....	35
II.2. Discussions.....	36
<b>Conclusion et Perspectives.....</b>	<b>42</b>
<b>Liste des références.....</b>	<b>43</b>
<b>Annexes</b>	

A decorative graphic element consisting of two overlapping green shapes. The background is a light green rectangle, and in front of it is a darker green shape that is wider on the left and tapers to the right, creating a layered effect.

# **Liste des tableaux**

**Liste des tableaux**

<b>Tableau I</b> : Références des souches microbiennes utilisées.....	<b>6</b>
<b>Tableau II</b> : Diamètres des zones d'inhibition (mm), Degré de sensibilité selon Ponce et al., (2003).....	<b>24</b>
<b>Tableau III</b> : Concentration minimale inhibitrice par la méthode des macro-dilutions.....	<b>26</b>
<b>Tableau IV</b> : Concentration minimale bactéricide du macérât à froid et du jus d'ail.....	<b>27</b>
<b>Tableau V</b> : Les normes de conformité et les moyennes des microflores dénombrées dans la viande de poulet de chair en UFC /g.....	<b>29</b>



# Liste des figures

**Liste des figures**

<b>Figure 1</b> : Schéma explicatif de la technique de réalisation du test de sensibilité et l'interprétation de ces résultats.....	<b>13</b>
<b>Figure 2</b> : Schéma représentatif de la CMI.....	<b>14</b>
<b>Figure 3</b> : Schéma représentatif de la CMB.....	<b>15</b>
<b>Figure 4</b> : Préparation des dilutions décimales.....	<b>17</b>
<b>Figure 5</b> : Recherche et Dénombrement des FTAM sur milieu PCA.....	<b>18</b>
<b>Figure 6</b> : Recherche et Dénombrement des coliformes sur milieu BLBVB.....	<b>19</b>
<b>Figure 7</b> : Recherche et dénombrement de <i>staphylococcus aureus</i> .....	<b>20</b>
<b>Figure 8</b> : Représentation graphique de l'évolution de la charge des FTAM en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traité par le JA et MF.....	<b>31</b>
<b>Figure 9</b> : Représentation graphique de l'évolution de la charge des coliformes fécaux en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traité par le JA et MF.....	<b>33</b>
<b>Figure 10</b> : Représentation graphique de l'évolution de la charge des coliformes totaux en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traité par le JA et MF.....	<b>34</b>
<b>Figure 11</b> : Représentation graphique du pourcentage d'inhibition des FTAM, coliforme fécaux, coliforme totaux de la viande de poulet traité avec le jus d'ail et le macérât à froid....	<b>35</b>



# Liste des photos

**Liste des photos (photographies personnelles)**

<b>Photo 1</b> : Photographie du matériel végétal.....	<b>5</b>
<b>Photo 2</b> : Photographie de la viande de poulet.....	<b>6</b>
<b>Photo 3</b> : Broyage de l'ail.....	<b>7</b>
<b>Photo 4</b> : L'ail avant et après séchage.....	<b>8</b>
<b>Photo 5</b> : L'extraction par hydro-distillation.....	<b>9</b>
<b>Photo 6</b> : Extraction par Macération à chaud.....	<b>10</b>
<b>Photo 7</b> : Extraction par Macération à froid.....	<b>10</b>
<b>Photo 8</b> : Jus d'ail après extraction.....	<b>11</b>
<b>Photo 9</b> : Broyage de l'échantillon de viande en vue de l'obtention de la solution mère....	<b>16</b>
<b>Photo 10</b> : Production de gaz dans le milieu BLBVB.....	<b>19</b>
<b>Photo 11</b> : La pesée et la répartition de l'échantillon de viande.....	<b>21</b>
<b>Photo 12</b> : Traitement de l'échantillon de viande avec l'extrait (jus d'ail).....	<b>21</b>
<b>Photo 13</b> : Répartitions de l'échantillon de viande en quatre portions.....	<b>22</b>
<b>Photo 14</b> : Photographies montrant la caractérisation des extraits.....	<b>23</b>
<b>Photo 15</b> : Effet antimicrobien des extraits d'ail sur quelques souches testées.....	<b>25</b>
<b>Photo 16</b> : La concentration minimale inhibitrice du Macérât à froid et du Jus d'ail par la méthode de macro-dilution.....	<b>27</b>
<b>Photo 17</b> : Résultat de la CMB du macérât à froid sur la souche <i>Salmonella typhimurium</i> .....	<b>28</b>
<b>Photo 18</b> : Résultat de la CMB du jus d'ail sur la souche <i>Micrococcus luteus</i> .....	<b>28</b>
<b>Photo 19</b> : FTAM avant stockage.....	<b>29</b>
<b>Photo 20</b> : Viande de poulet avant stockage.....	<b>30</b>
<b>Photo 21</b> : Echantillon de viande après stockage.....	<b>30</b>
<b>Photo22</b> : Cinétique de croissance des FTAM pendant seize jours de stockage.....	<b>32</b>



# **Liste des abréviations**

**Liste des abréviations**

°C : Degré Celsius.

**A. sativum** : *Allium sativum*.

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**ATCC** : American Type Culture Collection.

**B. cereus** : *Bacillus cereus*.

**BLBVB** : Bouillon lactose bilé au vert brillant.

**C** : Chloramphénicol.

**C. albicans** : *Candida albicans*.

**CF** : Coliforme fécaux.

**Cm** : Centimètre.

**CMB** : Concentration minimale bactéricide.

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice.

**CT** : Coliformes totaux.

**D** : Distillat.

**DLUO** : Date limite d'utilisation optimale.

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde.

**E.coli** : *Escherichia coli*.

**FTAM** : Flore Totale Mésophile Aérobie.

**G** : Gramme.

**GC** : Giolitti Cantoni.

**Gram-** : GRAM négatif.

**Gram+** : Gram positif.

**H** : Heure.

**HE** : Huile essentielle.

**HLG** : Gentamicine.

**ISO** : International organisation for standardisation.

**JA** : Jus dail.

**JORA** : Journal officiel de la république algérienne.

**Kg** : Kilogramme.

**LPS** : Lipopolysaccharides.

**M** : Macérât.

**M. luteus** : *Micrococcus luteus*.

**MC Ferland** : Mac Ferland.

**MC** : Macération à chaud.

**Mcg** : Microgramme.

**MF** : Macération à froid.

**MH** : Mueller-Hinton.

**Min** : Minute.

**ml** : Millilitre.

**mm** : Millimètre.

**NCCLS** : National Committee for Clinical Laboratory Standards.

**NF** : Norme française.

**Nm** : Nanomètre.

**NPP** : Nombre plus probable.

***P.mirabilis*** : *Proteus mirabilis*.

**PCA** : Plate count agar.

**pH** : Potentiel hydrogène.

***S. typhimurium*** : *Salmonella typhimurium*.

**SM** : Solution mère.

**TCC** : Total coliform count (nombre total de coliformes).

**TIA** : Les toxi-infections alimentaires.

**TIAC** : Toxi-Infection Alimentaire Collective.

**Tr** : Toure.

**UFC** : Unité formant colonie.

**V** : Volume.



# **Introduction**

## **Introduction**

En Algérie, certains commerçants ne respectent pas la chaîne du froid pour les produits périssables et les normes d'hygiène et de conservation de ces aliments. Ces pratiques peuvent d'une part altérer leurs qualités marchandes (le goût, l'odeur, l'aspect,...) et d'autre part, elles causent deux types de maladies alimentaires : les toxi-infections alimentaires (TIA) et les maladies infectieuses (**Budjulobo, 2010**).

Parmi ces maladies transmissibles par les aliments on a les toxi-infections alimentaires (TIA), qui sont généralement définies comme une contamination par voie digestive qui survient à la suite de l'absorption d'une denrée alimentaire souillée par des germes transmis par l'eau et l'aliment. Les TIA causent des troubles digestifs divers (nausées, vomissement, diarrhées, les maux de tête et des douleurs abdominales), mais aussi peuvent être la cause de mortalité (**Bouhi et al., 2006**). Si l'infection alimentaire est commune à plusieurs personnes on parle de TIAC c'est à dire une Toxi-Infection Alimentaire Collective. En général les toxi-infections alimentaires représentent un problème courant et croissant de santé publique au niveau mondial et aussi pour les pays industrialisés que pour les pays en voie de développement.

En Algérie les TIAC constituent un sérieux problème de santé publique, tout au long de l'année, avec des impacts considérables sur le plan économique (**Bacha, 2015**). Dix mille cas d'intoxication alimentaire, dont 7 décès, ont été enregistrés en 2018, selon un bilan présenté par le Directeur de la prévention au ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme hospitalière. Imputant les intoxications alimentaires au non-respect des règles d'hygiène et à la mauvaise conservation des produits alimentaires, notamment périssables. la même source a fait savoir que l'Algérie enregistrait, annuellement, entre 5.000 et 10.000 cas, particulièrement durant la saison estivale. (**APS, 2019**).

La majorité du temps ces intoxications sont dues à la consommation de viandes, considérées comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive. Sa richesse en protéines et la nature de celle-ci en font un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. En raison de ses qualités nutritionnelles, la viande constitue un terrain très favorable à la plupart des contaminations microbiennes. (**Oumokhtar et al., 1998**).

La fréquence de consommation de ces produits, varie d'un pays à un autre selon les conditions socio-économiques. D'après une évaluation des fréquences de consommation alimentaire des ménages algériens, en fonction des caractéristiques socio-économiques (**Bensalem et al., 2014**), la consommation globale des viandes blanches est deux fois plus importante que les viandes rouges. Cela est lié au revenu limité des consommateurs algériens

et au prix élevé des autres viandes rouges et poissons, ainsi qu'à la production avicole importante en Algérie.

La viande de poulet est un aliment qui s'altère rapidement vue sa tendreté et sa richesse en eau, en protéines et en sels minéraux. Ces critères présentent la viande comme un milieu de culture riche et accessible aux microorganismes. Le profil microbiologique de la viande de volaille, limite fortement sa date d'utilisation optimale (DLUO) d'où son altération rapide (**Van immersseel et al., 2004**).

Cette viande est un substrat favorable aux développements des micro-organismes (**Delcenserie et al., 2002**) en raison de sa richesse en nutriments. Ces micro-organismes peuvent entraîner des modifications de l'odeur, de la couleur, de la texture et produisent des substances toxiques (**Pierre, 1998**). Les germes mis en cause sont surtout *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*.....etc. (**Cartier, 2007**).

En Algérie, les TIAC liées à la consommation de viande de volailles sont de plus en plus fréquentes entre 5000 et 10000 cas par an (**Elgroud, 2020**). Et peuvent toujours provoquer des incidences graves sur la santé des consommateurs.

La conservation de la viande de poulet, sur le plan alimentaire, comprend un ensemble de procédés de traitement destinés à conserver les propriétés nutritives, le goût, la texture et la couleur de l'aliment cru, mi-cuit ou cuit, en veillant à le garder comestible, préservé de tout élément qui pourrait provoquer une intoxication alimentaire. Plusieurs méthodes de conservation peuvent s'ajouter à la réfrigération, et à la congélation comme l'utilisation d'antibiotique, le séchage, le respect des normes, La législation en matière de sécurité alimentaire et d'hygiène est principalement axée sur le contrôle de la matière première jusqu'au produit fini afin de garantir la conformité en respectant les normes de sécurité et de qualité (**Becila, 2009**), et l'adjonction d'additifs alimentaires chimiques. Il s'agit par exemple du nitrite de sodium, du dioxyde de soufre et de sulfites souvent utilisés (**Ayessou et al., 2014**).

Pour éviter les effets nocifs de ces additifs chimiques et pour une meilleure sécurité alimentaire, des conservateurs alternatifs d'origine naturelle sont nécessaires pour répondre à la demande des consommateurs. Ces alternatifs peuvent être la bio-conservation, dont les activités antibactériennes sont reconnues. De plus, l'utilisation des produits naturels est plus économique pour l'industrie agroalimentaire à l'échelle nationale et mondiale, comme les plantes.

Le recours à des produits naturels utilisés en médecine traditionnelle sont moins chères et sans effets indésirables. Cette utilisation ne suit pas des règles précises et ne tient pas compte des nouvelles nécessités de la thérapeutique actuelle. Ainsi, beaucoup d'études se sont

intéressées à l'étude de ces plantes dans le but de rechercher des substances actives et d'identifier leurs modes d'actions. Parmi les éléments thérapeutiques de la médecine, l'ail est toujours cité.

Utilisé depuis des millénaires, l'ail est un des condiments majeur de la cuisine. Il a des propriétés thérapeutiques formidables et peut aider à mieux combattre tous types d'infection. C'est un antiviral, un antibactérien et un antifongique qui permet d'éliminer les microbes responsables de certaines infections notamment les diarrhées et les douleurs abdominales. Il s'agit d'ailleurs d'une des missions que ce mémoire s'assigne : Prouver que l'ail est bel est bien un conservateur est pas seulement une simple épice. L'ail dont la saveur puissante n'a pas d'égal pour relever le gout de nos plats est cultivé un peu partout à travers le monde. L'ail (*Allium Sativum*) est largement utilisé en cuisine, cette plante est placée dans la même catégorie que les oignons, les poireaux et les échalotes. L'ail est utilisé comme épice et/ou condiment, il est commercialisé sous différentes formes tel que la forme poudre, jus, ou bien sous forme d'huile (**Teuscher et al., 2005**).

L'ail est non seulement utilisé en cuisine comme condiment pour ses vertus aromatiques, car il relève le goût des viandes et des sauces mais utilisé aussi en phytothérapie vue ses effets anti-tumoraux, anti-cholestérol, antifongiques, antibactériens, antiviraux, antiparasitaires, antioxydants et hypoglycémians. Il agit aussi sur le système vasculaire (**Tahri et al., 2007**). En médecine traditionnelle, le recours à l'utilisation des plantes et/ou de leurs extraits est une approche biologique sans effets négatifs sur l'écologie (**Soković et Van Griensven, 2006**).

L'ail appartient à la famille *Amaryllidaceae*, et au genre *allium*, Dans ce genre, plus de 750 espèces sont identifiées et réparties en 60 groupes taxonomiques. C'est une plante bulbeuse dont la domestication est très ancienne (**So et al., 2021**) qui joue depuis des siècles l'un des rôles alimentaires et médicaux les plus importants chez l'homme. Il est cultivé depuis l'Antiquité, utilisé comme épice et arôme (**Bozin et al., 2008**).

L'ail frais renferme des quantités importantes de  $\gamma$ -glutamylcystéines, composés de réserve, lesquels, par hydrolyse et oxydation peuvent former de l'alliine (la cystéine sulfoxyde), molécule majoritaire (**Agarwal, 1996**), qui représente 24% du poids total du bulbe. Cette molécule présente dans les bulbes intacts, peut s'accumuler naturellement durant la conservation de l'ail à température ambiante. Elle s'est avérée être le précurseur stable converti en allicine par l'action d'une enzyme nommée l'alliinase. Cette réaction ne peut avoir lieu que si les tissus sont écrasés ou endommagés car les deux composés se trouvent dans des

compartiments cellulaires différents. Les  $\gamma$ -glutamylcystéines donnent aussi des Sallyl-L-cystéine (Xu et al., 2015).

Les principes actifs de la gousse d'ail sont séparés en deux groupes, les composés volatils et non volatils. La transformation de l'alliine, précurseur aromatique principal, en diverses molécules odorantes aux propriétés démontrées, est la clé de la génération de la plupart des molécules actives de l'ail (Dethier, 2010).

L'allicine est une molécule volatile qui est miscible dans les solutés. Elle est rapidement oxydée pour donner naissance aux disulfures d'allyles qui sont les principaux constituants de l'essence d'ail. Par condensation, ces derniers donnent des composés secondaires appelés les Ajoènes, les Diallyl sulfures, les Diallyl disulfures, les Diallyltétrasulfures et autres qui sont également responsables de l'odeur de l'ail (Pittler et Ernst, 2007).

L'Allicine et d'autres composés soufrés sont considérés comme les principaux composés responsables de l'effet antimicrobien de l'ail. L'ail est efficace contre un certain nombre de bactéries Gram négatif, Gram positif et certains champignons. L'effet de l'allicine sur les enzymes à thiol et son pouvoir à traverser la paroi bactérienne, semble être la base de son activité biologique (Meddeb, 2008). L'ail possède un effet fongicide et il peut aussi empêcher la formation des mycotoxines comme l'aflatoxine pour *Aspergillus parasiticus* (Meddeb, 2008). L'allicine est le principal composant responsable de l'inhibition de la croissance fongique. En possédant une activité fongicide et fongistatique (Ghesquiere, 2016). De même, l'allicine est capable d'empêcher la germination des spores et la croissance des hyphes. Diverses souches fongiques sont très sensibles à une préparation pure d'allicine, exemple *Candida albicans* (Meddeb, 2008). Et elle s'est révélée très efficace contre les espèces de *Candida*, *Cryptococcus*, *Trichophyton*, *Epidermophyton* et *Microsporum* en faible concentration (Yamada et Azuma, 1997). L'ajoène possède également une activité anti fongique contre : *Scedosporium prolificans* (Davis et al., 2003) *Aspergillus niger* et *Candida albicans* (Yoshida et al., 1987).

L'élaboration de ce mémoire a pour principale source nos connaissances acquises tout au long de notre formation et de nos recherches personnelles. Ce sujet nous a semblé d'autant plus intéressant que la flore Algérienne est extrêmement riche en plantes médicinales et aromatiques. L'objectif de ce travail est de valoriser les extraits de l'ail et de mettre en évidence son activité antimicrobienne testée sur une matrice alimentaire, la viande de poulet, en lui introduisant des volumes égaux, conservée pendant seize jours à 4°C. Des analyses microbiologiques ont été réalisées chaque quatre jour d'entreposage.



# **Chapitre I :**

## **Matériels et Méthodes**

## Chapitre I : Matériels et Méthodes

### I.1. Objectif

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer *in vitro* les propriétés antibactériennes et antifongiques des extraits des bulbes d'*Allium sativum*. Ces mêmes extraits sont également testés tels qu'ils sont utilisés en conservation des aliments (la viande de poulet).

### I.2. Lieu de réalisation

Les analyses ont été effectuées au niveau des laboratoires de Microbiologie et de Biochimie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université situé dans la faculté des sciences techniques (Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arreridj). Depuis le 1 Mars jusqu'au 30 Avril 2022.

### I.3. Matériels

#### I.3.1. Récolte et identification du matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des bulbes d'*Allium sativum* (**Photo 1**). Ces plantes ont été identifiées au niveau de notre laboratoire. Il s'agit de l'ail commun ou blanc (*ophioscorodon*). Les bulbes d'*A. sativum* commercialisés sur le marché de Bordj Bou Arreridj (Nord-est de l'Algérie).



**Photo 1** : Photographie du matériel végétal. (Photographies personnelles)

#### I.3.2. Matériel alimentaire

Notre étude expérimentale a porté sur la chair du poulet (**Photo 2**) commercialisé dans la ville de Bordj Bou Arreridj durant le mois de mars. La quantité prélevée est d'environ 1Kg de viande. Le transport des échantillons s'est effectué dans la glacière en respectant les règles de bonne pratique d'échantillonnage ; une fois au laboratoire, elle a été mise dans le réfrigérateur à une température de  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ .



**Photo 2 :** Photographie de la viande de poulet. (Photographie personnelle)

### I.3.3. Matériel biologique

Les tests antimicrobiens ont été effectués sur une gamme de germes couramment responsables de diverses pathologies d'origine alimentaire. Les microorganismes étudiés et leurs références sont rapportés dans le **Tableau I**. L'ensemble des souches appartiennent à la collection du Laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, Université Mohammed el Bachir el Ibrahimi Bordj Bou Arreridj.

**Tableau I :** Références des souches microbiennes utilisées.

Souches Testée	Références	Type de Gram
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	Gram-
<i>Proteus mirabilis</i>	ATCC 35659	Gram-
<i>Salmonella typhimurium</i>	ATCC 13311	Gram-
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876	Gram+
<i>Micrococcus luteus</i>	ATCC 10240	Gram+
<i>Candida albicans</i>	ATCC 1024	/

### I.3.4. Autres matériaux

Tous les appareils, solvant et milieux de cultures ainsi que leurs compositions utilisés dans ce travail sont mentionnés en détail dans l'Annexe.

## I.4. Méthodes

### I.4.1. Préparation du matériel végétale

La réalisation de cette étape doit être minutieuse pour permettre l'obtention d'un broyat fin et homogène. Les bulbes ont été séparés à la main afin d'éliminer la présence potentielle de pesticides à sa surface, puis épluchés avec un couteau pour retirer l'épiderme restant. La matière obtenue a été broyée à l'aide d'un broyeur électrique (Hachoir de la marque Moulinex) jusqu'à l'obtention broyat frais et très fin (**Photo 3**) (**Bourgoin et al., 2017**).



**Photo 3** : Broyage de l'ail. (Photographie personnelle)

### I.4.2. Taux d'humidité

La méthode utilisée est celle préconisée par la norme AFNOR, (NF V 18-1095). L'humidité est déterminée par la perte de masse résultant d'un séchage à une température de 103°C pendant 24 heures dans une étuve (**Photo 4**). Pour cela, on pèse 5 g de l'échantillon, dans une boîte de Pétri en verre. Le résultat est exprimé en pourcentage d'humidité. (**Radi et al., 2022**)

$$H\% = \frac{M_f - M_s}{M_f} \times 100$$

**H%** : pourcentage d'humidité.

**M<sub>f</sub>** : masse de l'ail (frais) avant séchage.

**M<sub>s</sub>** : masse de l'ail (sèche) après séchage.



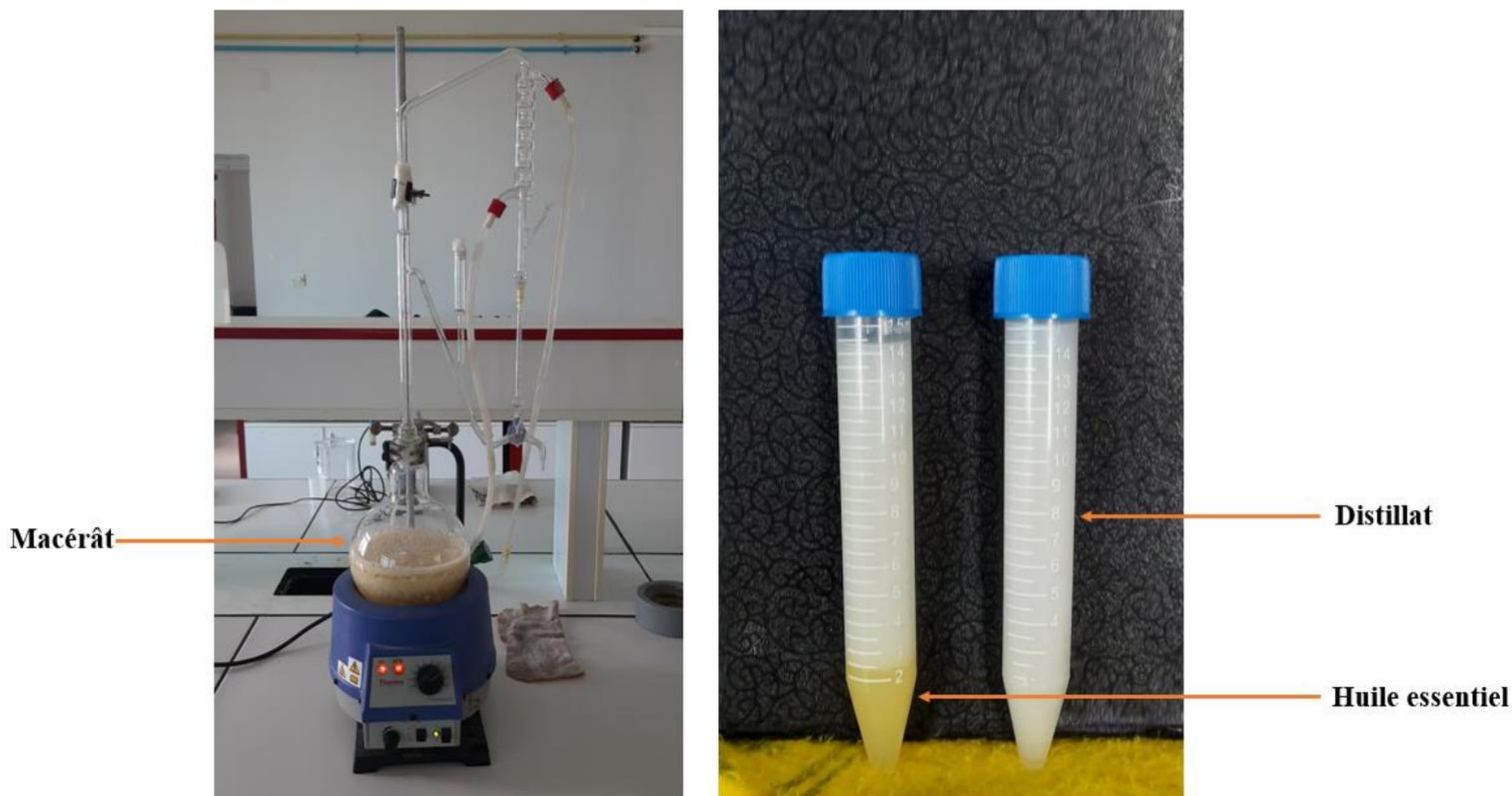
**Photo 4** : L'ail avant et après séchage. (Photographies personnelles)

### **I.4.3. Préparation des extraits**

#### **I.4.3.1. Hydro-distillation**

L'hydro-distillateur Clevenger a permis de récupérer 3 composés : le distillat (D), le macérât (M) et l'huile essentielle (HE). Les huiles essentielles sont obtenues par entrainement à la vapeur d'eau dans l'appareil Clevenger (**Photo 5**). 1000 g de ces parties fraîches sont soumises à l'extraction.

L'huile essentielle a été récupérée dans un tube en verre après centrifugation à 4500 tours/minutes pendant 7 minutes. La récupération de l'huile essentielle a été faite avec une seringue. Ce procédé d'extraction a été répété trois fois. Le stockage du distillat, du macérât s'est faite dans des pots en plastique stériles, et celle des huiles essentielles dans un tube à essai stérile en verre (**Photo 5**). L'ensemble a été emballé dans de l'aluminium et placé dans un sac plastique alimentaire de couleur noir à +4 °C afin d'empêcher d'éventuelles contaminations lors de la conservation et éviter que la lumière pénètre et affecte les extraits. La mesure du pH, a été effectuée pour le macérât (**Bourgoin et al., 2017**).



**Photo 5 :** L'extraction par hydro-distillation. (Photographies personnelles)

#### I.4.3.2. Rendement en huile

Le rendement d'extraction de l'huile essentielle de l'ail a été calculé à l'aide de l'équation suivante : (Hellal, 2011)

$$\text{Rdt} = \frac{M_1}{M_0} \times 100$$

Avec :

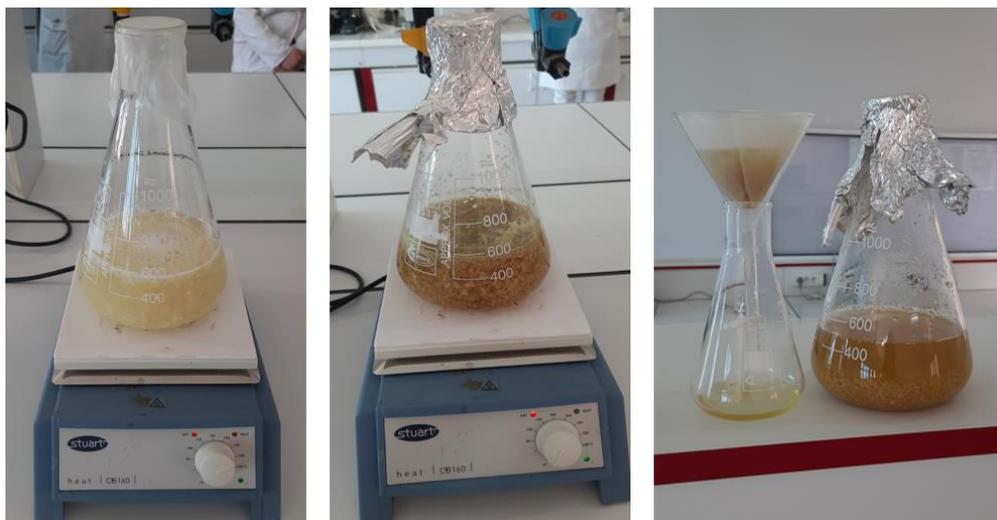
**Rdt** : Rendement d'extraction de l'huile essentielle ;

**M0** : Masse de la matière végétale utilisée (bulbes d'ail) ;

**M1** : Masse de l'huile essentielle obtenue.

#### I.4.3.3. Macération à chaud (MC)

100 grammes d'ail broyé et 500 millilitres d'eau ont été ajoutés dans un ballon de 1 litre. La macération a duré 1 heure à partir de l'ébullition. A la fin de la macération, le macérât a été filtré pour retirer les morceaux solides (**Photo 6**). Il a été effectué une mesure de pH. Le macérât a été emballé dans de l'aluminium et placé dans un sac plastique alimentaire de couleur noir et conservé à +4 °C (Bourgoin et al., 2017).



**Photo 6 :** Extraction par Macération à chaud. (Photographies personnelles)

#### I.4.3.4. Macération à froid (MF)

100 grammes d’ail broyé et 500 millilitres d’eau ont été ajoutés dans un ballon de 1 litre. La macération a duré 24 heures à température ambiante (+20°C). Un bouchon a été placé sur le ballon pour éviter les pertes de substances volatiles. A la fin de la macération, le macérât a été filtré pour retirer les morceaux solides. Il a été effectué une mesure de pH. Le macérât a été emballé dans de l’aluminium et placé dans un sac plastique alimentaire de couleur noir et conservé à +4 °C (Bourgoin *et al.*, 2017).



**Photo 7 :** Extraction par macération à froid. (Photographies personnelles)

#### I.4.3.5. Extrait brut (jus d’ail)

500 gramme de bulbes d’ail sont nettoyés et débarrassés de toutes leurs enveloppes. On pèse les gousses avant de les mettre dans le blinder (de la marque Silver Crest). Le jus frais est obtenu après broyage et filtration à travers une Bande à gaz, le filtrat est ensuite centrifugé à 3000 tr/min pendant 20 min et le surnageant est récupéré (Photo 8). Le jus est conservé à +4°C

dans un flacon en verre stérile ferme hermétiquement pour empêcher la perte des composés volatiles et recouvert de papier aluminium (Benmeddour et al., 2015).



**Photo 8** : Jus d'ail après extraction. (Photographie personnelle)

#### I.4.3.6. Rendement en jus d'ail

Le calcul du rendement d'un extrait brut ou de jus d'une plante, est le rapport entre le poids de jus extrait et le poids du végétal traité. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé Par la formule suivant (Cheradi et Sarni, 2016) :

$$R = \frac{Pe}{Pv} \times 100$$

**R** = rendement en jus en %.

**Pe** = poids du jus extrait en gramme.

**Pv** = poids de la biomasse végétale traitée en gramme.

## I.5. Activité antibactérienne et antifongique

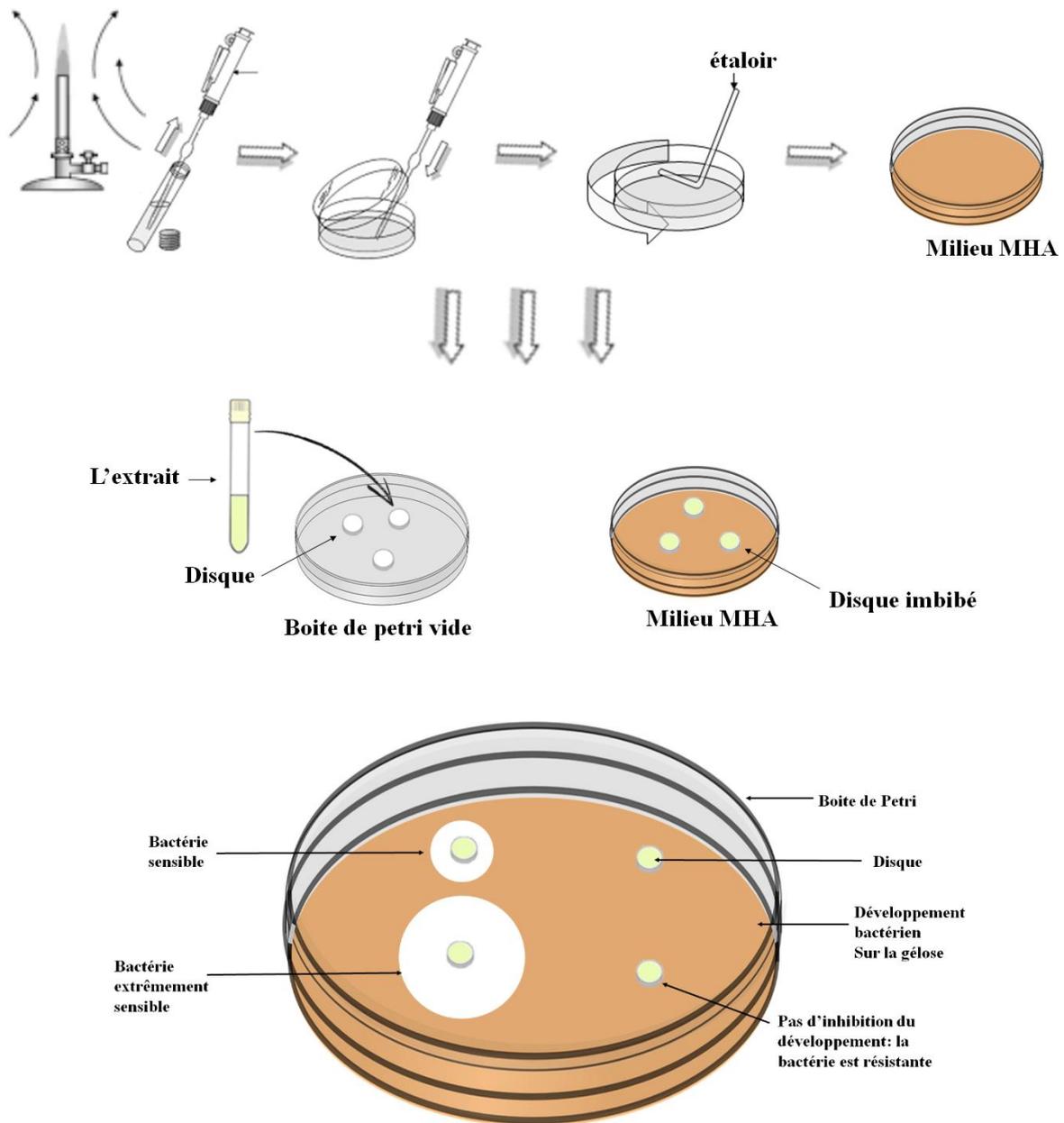
### I.5.1. Test de sensibilité

Le pouvoir inhibiteur des extraits est testé sur des microorganismes pathogènes, cinq souches bactériennes et une souche fongique. La méthode de diffusion sur milieu Mueller-Hinton (MH) est suivie pour tester l'effet de l'huile essentielle, macérât de distillation, distillat, macérât froid, macérât chaud et le jus d'ail. Des disques en papier Wattman (5 mm de diamètre) sont chargés avec 10 $\mu$ L de chaque extrait, un disque supplémentaire est réservé pour le témoin négatif (DMSO ou eau distillée) chargé par le même volume. Deux antibiotiques (gentamicine 120mcg, chloramphénicol 30mcg) sont utilisés comme des témoins positifs.

Pour la levure, les tests sont réalisés par incorporation de 1 ml de la dilution dans 9 ml du milieu Sabouraud en surfusion, puis le milieu est coulé dans la boîte (**Figure 1**) (**Benmeddour et al., 2015**).

Des cultures bactériennes jeunes (24 h) et des levures jeunes (72 pour *C. albicans*) sont testées. Pour les souches bactériennes, le milieu MH estensemencé par une suspension de 10<sup>8</sup> UFC/ml (Unité formant colonie) standardisée à la longueur d'onde  $\lambda = 620$  nm (selon le standard MC Ferland, une densité optique de 0.08 à 0.1 correspond approximativement à une concentration de 10<sup>8</sup> UFC/ml) (**Goldman et Green, 2008**). Pour la souche de *C. albicans*, les boîtes sontensemencées à partir d'une jeune suspension diluée. Les boîtes des souches bactériennes sont incubées à 37°C pendant 24 h, celles de *C. albicans* à 30°C pendant 48 h cette durée permet selon (**Gilbert et Woods, 2006**) la colonisation de toute la gélose.

Tous les tests y compris les témoins sont répétés 03 fois sous les mêmes conditions expérimentales. En fin de l'incubation, l'effet des extraits sur les bactéries et levures est évalué par la mesure des diamètres des zones d'inhibition. Le degré de sensibilité selon **Ponce et al., (2003)** : résistante < 8mm ; sensible : 9mm < diamètre<14mm ; très sensible : 15mm < diamètre<19mm ; Extrêmement sensible : >20mm. (**Benmeddour et al., 2015**).



**Figure 1** : Schéma explicatif de la technique de réalisation du test de sensibilité et l'interprétation de ces résultats.

### I.5.2. Concentration minimale inhibitrice (CMI)

Cette technique consiste à inoculer, une gamme de volumes croissants de deux extraits les plus efficaces (jus d'ail et macérât à froid). Après incubation, l'observation de la gamme permet de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI), qui correspond à la plus faible concentration d'extraits pour laquelle la croissance bactérienne n'est plus visible *in vitro* (pas de croissance mais 100% de bactéries survivantes).

Des dilutions sont préparées (100%, 75%, 50%, 20%, 10%, 5%), le jus d'ail et le macérât à froid sont dilués dans l'eau distillée (v jus/v eau distillée : 50 $\mu$ l/0 $\mu$ l ; 37,5 $\mu$ l/12,5 $\mu$ l ; 25 $\mu$ l/25 $\mu$ l ; 10 $\mu$ l/30 $\mu$ l ; 10 $\mu$ l/40 $\mu$ l ; 2,5 $\mu$ l/47,5 $\mu$ l) (Benmeddour et al., 2015).

La méthode consiste à transférer 10 $\mu$ l de chaque dilution préparée dans six tubes à essai contenant le milieu de culture bouillon Muller-Hinton (10ml) et 100  $\mu$ L pour chaque souche bactérienne. Pour chaque souche bactérienne et fongique un tube témoin a été effectué contenant 100  $\mu$ L de suspension bactérienne et 10 ml de milieu bouillon Miller Hinton. La CMI est déterminée après une incubation de 24 heures à 37°C pour les bactéries, et de 72 heures à 30°C pour la souche fongique (Figure 2).

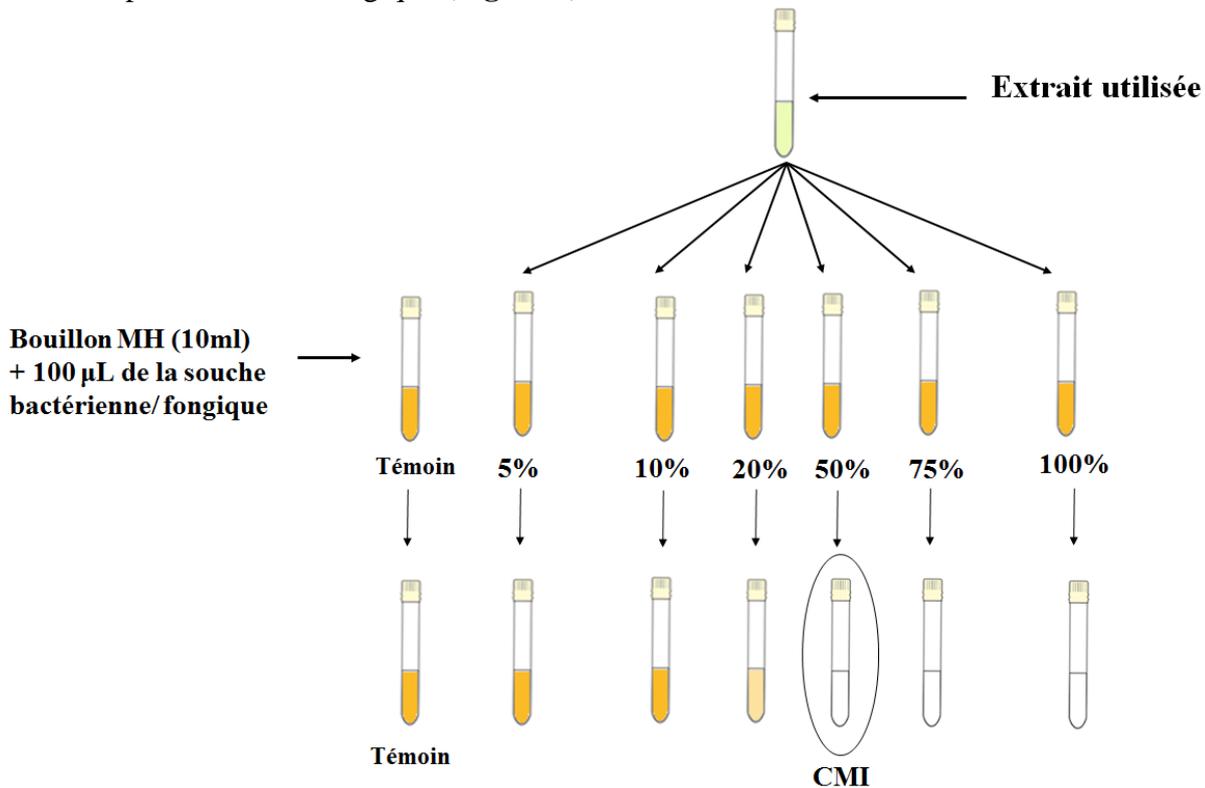
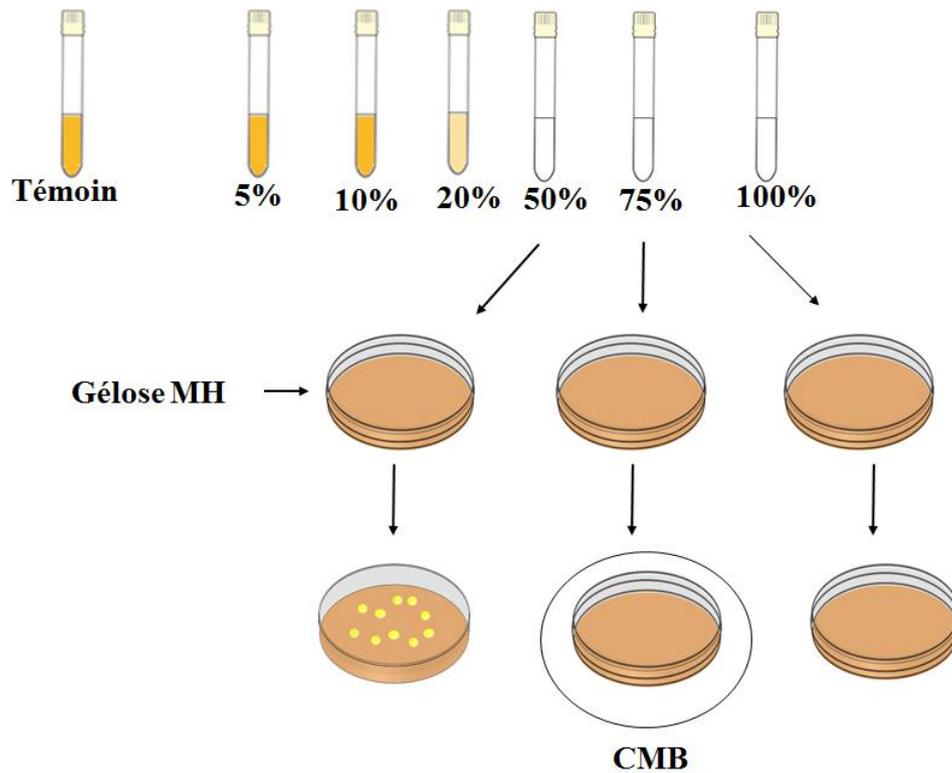


Figure 2 : Schéma représentatif de la CMI.

### I.5.3 Concentration minimale bactéricide (CMB)

La concentration minimale bactéricide (CMB) est définie comme la plus faible concentration de l'agent antibactérien détruisant 99,99% de l'inoculum. Une fois la CMI déterminée, on ensemence tous les tubes ne présentant pas de trouble dans des boîtes de Pétri contenant de la gélose MH et incubent à 37 °C pendant 24 heures, et de 72 heures à 24°C pour les souches fongiques. La CMB est représentée par la concentration du premier tube correspondant à la boîte où il y a absence de colonies (Radi et al., 2022).



**Figure 3** : schéma représentatif de la CMB.

## **I.6. Application d'ail sur la viande de poulet « Tests *in-situ* »**

### **I.6.1. Étude de la qualité microbiologique de la viande**

Des échantillons de viande de poulet ont été caractérisés du point de vue microbiologique par dénombrement des flores (Flore Totale Mésophile Aérobie ; coliforme fécaux et coliformes totaux) et des espèces responsables de toxi-infections alimentaires (*Staphylococcus aureus*).

Un premier lot de 200g a été utilisé au départ pour l'analyse de la viande fraîche au premier jour ( $J_0$ ), cette dernière est très importante, car elle détermine la charge microbienne initiale avant le traitement et avant le stockage au réfrigérateur, ce qui nous permet de comparer et de suivre l'évolution de la croissance microbienne dans les trois lots de viande pendant toute la durée de conservation.

### I.6.1.1. Préparation de la solution mère

#### I.6.1.1.1. le broyage

Dans une boîte de Pétri stérile pesé sur une balance 25 g de la chaire de poulet haché. Dans un mortier stérile les 25 grammes de chaire de poulet sont déposés auxquels sont ajoutés 225 ml d'eau peptone stérile. Le contenu subit un broyage continu pendant une durée de 10 min dans des conditions aseptiques. Ainsi, on obtient une dilution décimale de  $10^{-1}$  qui correspond à la suspension mère (**Photo 9**).



**Photo 9** : Broyage de l'échantillon de viande en vue de l'obtention de la solution mère.

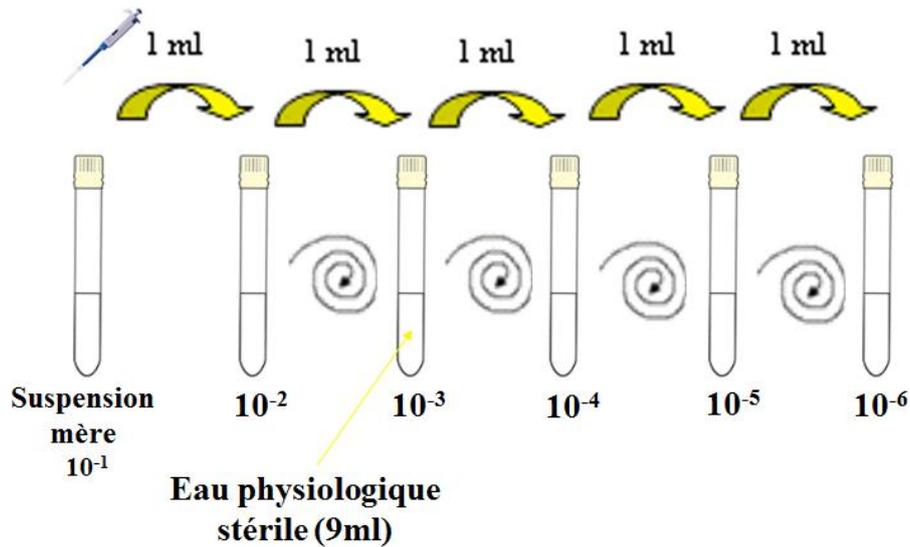
(Photographies personnelles)

#### I.6.1.1.2. Revivification

Le surnageant obtenu après la filtration du mélange constitue la solution mère (SM) de concentration  $10^{-1}$ . Le contenu du flacon est homogénéisé et laissé au repos pendant 30min à température ambiante, pour assurer la revivification des micro-organismes.

#### I.6.1.2. Préparation des dilutions

La préparation des dilutions décimales (de  $10^{-2}$  à  $10^{-6}$ ) à partir de la SM constitue une partie importante. Ces dilutions sont réalisées en fonction de l'espèce microbienne recherchée. La technique la plus utilisée est la dilution en cascade. 1 ml de la suspension mère a été transféré dans un tube contenant 9 ml de l'eau physiologique pour obtenir la dilution  $10^{-2}$  et ainsi de suite jusqu'à la dilution  $10^{-6}$  (**Figure 4**) (**Bourgeois et Plusquellec, 1991**).



**Figure 4 :** Préparation des dilutions décimales.

### I.6.1.3. Recherche de La Flore Mésophile Aérobie Totale (FTAM)

Deux boîtes de Pétri sontensemencées pour les dilutions ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ). 100 $\mu$ l est prélevé etensemencé par étalement dans une boîte de Pétri contenant la gélose PCA. Après 24h d'incubation à 37°C, on fait le dénombrement (**Figure 5**). Ce dernier s'effectue uniquement pour les boîtes contenant 30 à 300 colonies (**ISO 7218 :1996**). Le résultat du dénombrement est calculé selon la Formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma \text{ colonies}}{V \text{ (ml)} \times (N1 + 0,1 \times N2) \times d}$$

Où :

**N** : le nombre d'unité formant colonie (UFC) par g de produit

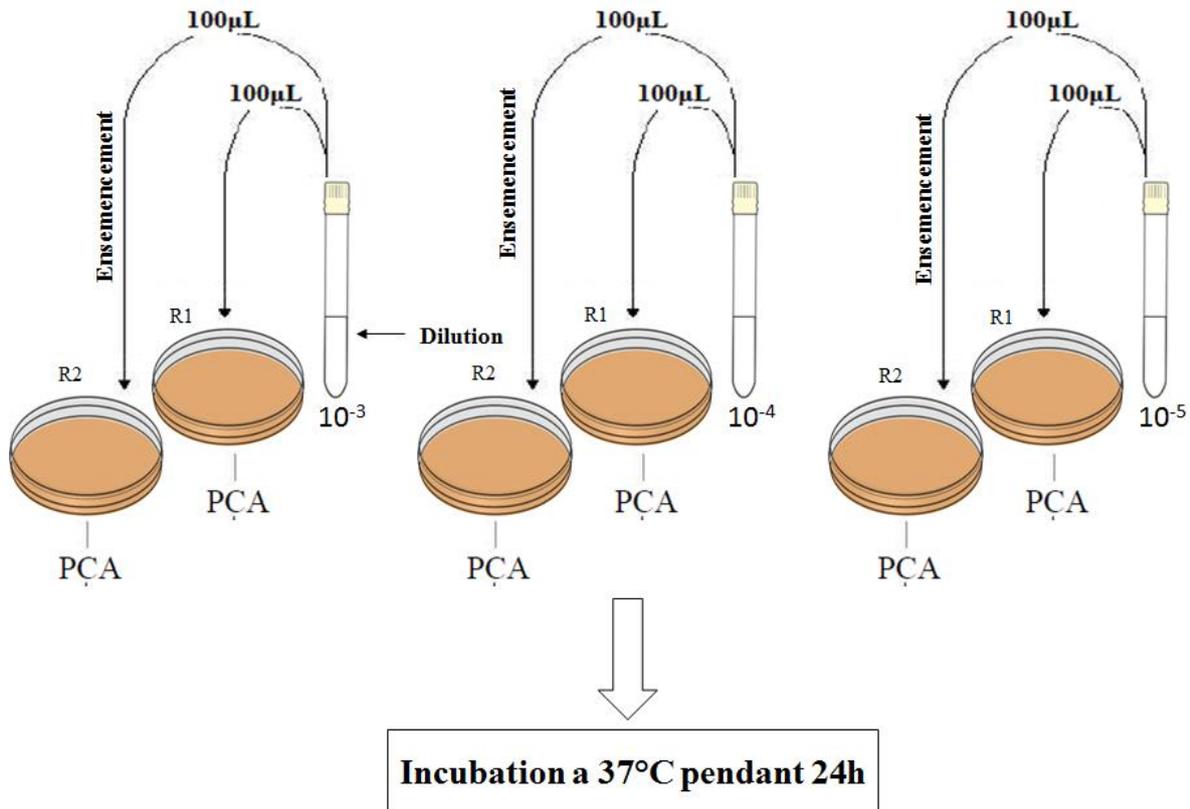
**$\Sigma C$**  : est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues dénombrables de deux dilutions successives ;

**V** : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres ;

**n1** : est le nombre des boîtes retenues à la première dilution ;

**n2** : est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution ;

**d** : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.



**Figure 5 :** Recherche et dénombrement des FTAM sur milieu PCA.

#### I.6.1.4. Recherche des coliformes fécaux/ totaux

La numération des coliformes est réalisée par ensemencement de 1 ml des dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) dans un bouillon lactose bilé au vert brillant (BLBVB, **Figure 6**). Les essais sont effectués en double et les résultats ont été analysés par la méthode de Mac Grady. La turbidité de milieu et la production de gaz ont été considérées comme positives (**Castro et al., 2012**).

Le calcul du nombre de microorganismes par gramme de viande se fait à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{NPP \times K}{V}$$

**N** : nombre de microorganismes par ml de produit  $NPP \times K$ .

**NPP** : nombre lu dans la table de Mac Grady.

**K** : facteur de la dilution correspondante au chiffre des centaines du nombre caractéristique.

**V** : volume de l'inoculum.



### I.6.1.5. Recherche de *staphylococcus aureus*

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait dans le milieu d'enrichissement Giolitti Cantoni (GC), et le dénombrement se fait dans le milieu sélectif Chapman. Ensemencement des dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) 100  $\mu$ L dans des tubes contenant 9 ml de milieu GC puis l'incubation à 37°C pendant 24h. Les tubes ayant virés au gris-noir sont présumés positifs. L'ensemencement en surface sur Chapman à partir les tubes de GC positive et l'incuber pendant 24 à 48 heures à 37°C (Geneva, 1991).

Les souches de *Staphylococcus aureus* élaborent leur propre pigment. Les colonies s'entourent en 24 à 48 heures d'une auréole jaune due à la fermentation du mannitol (Geneva, 1991).

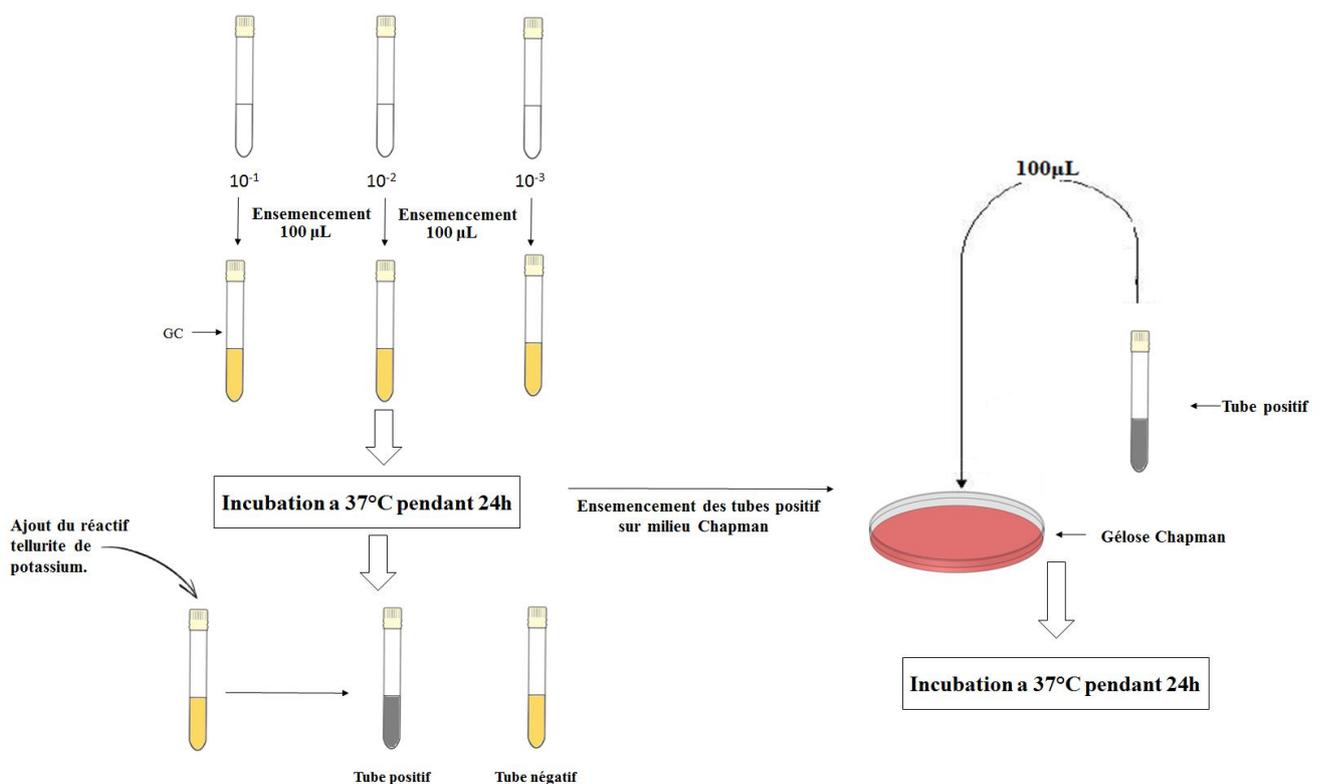


Figure 7 : Recherche et dénombrement de *staphylococcus aureus*.

## I.6.2. Étude de l'effet antimicrobien des extraits de l'ail « Tests *in-situ* »

### I.6.2.1. Préparation de la viande

La viande a été coupée aseptiquement en trois lots. Qui ont été broyés, pesés et divisés en quatre portions de 25g chacune (**Photo 11**).



**Photo 11** : la pesée et la répartition de l'échantillon de viande. (Photographie personnelle)

Les échantillons des deux premier Lots sont traités avec 10 $\mu$ l / 1g de viande (appartenant de la concentration minimale bactéricide 75% (**CMB**)) du jus d'ail et de Macérât à froid / 1g de viande (**Photo 12**), et le troisième lot de viande correspond au témoin.



**Photo 12** : Traitement de l'échantillon de viande avec l'extrait (jus d'ail) (Photographie personnelle).

Les échantillons de viande des trois lots, sont répartis dans des boîtes de Pétri stériles de 9 cm de diamètre puis, elles sont placées au réfrigérateur à  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$  pendant 16 jours (**Photo 13**).



**Photo 13 :** Répartition de l'échantillon de viande en quatre portions. (Photographie personnelle)

Tous les tests y compris les témoins sont répétés 03 fois sous les mêmes conditions expérimentales. Après chaque quatre jour, l'effet des extraits sur la charge bactérienne est évalué par le dénombrement de flores citées précédemment (flore totale Mésophile Aérobie ; coliformes fécaux ; coliformes totaux).

À la fin de ce test in situ, nous avons évalué le pourcentage d'inhibition des deux extraits d'ail. Le pourcentage d'inhibition (% d'inhibition) qui est calculé comme suit :

$$(\%) \text{ d'inhibition} = \frac{\text{Log 10 UFC (viande non traitée)} - \text{Log 10 UFC (viande traitée)}}{\text{Log 10 UFC (viande non traitée)}} \times 100$$

### I.7. Caractérisation sensorielle de la viande de poulet

Selon la norme française NF ISO 5492 l'analyse sensorielle est définie comme étant « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens ». De part ces cinq sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher) l'être humain est devenu l'instrument de mesure des méthodes d'analyse sensorielle pour caractériser et évaluer des produits (Thomas, 2016).

L'analyse a été effectuée en observant visuellement la viande au laboratoire pendant toute la durée de conservation (16 jours) : Aspect, couleur, odeur, présence d'eau, et texture.

### I.8. Étude statistique

Les résultats des tests effectués in vitro sont exprimés en moyenne  $\pm$  SD (Erreur standard). Les résultats de l'analyse microbiologique in situ ont été représentés sous forme des histogrammes (Excel 2013).



## **Chapitre II :** **Résultats et Discussions**

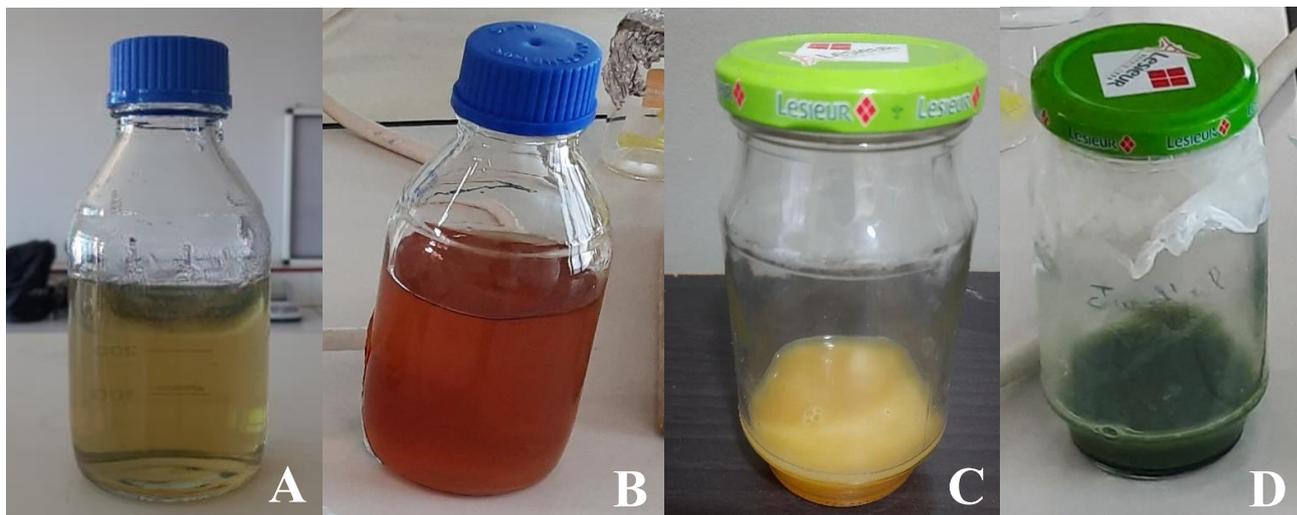
## Chapitre II : Résultats et Discussions

### II.1. Résultats

#### II.1.1. Caractérisation des extraits de l'ail

Les résultats qui ont été obtenus montrent que l'ail utilisé est très riche en eau avec un pourcentage d'humidité de plus de 68%. À l'issue de la distillation, nous avons récupéré : 400ml de distillat (un léger liquide de couleur blanc et caractérisé par une forte odeur persistante), 600ml de macérât (un liquide acide (pH=5,83), dense et visqueux de couleur maronné et caractérisé par une odeur légère), et 2,63 ml d'huile essentielle (un liquide légèrement visqueux moins dense, de couleur jaune vert, d'odeur aromatique très forte et persistante, voire désagréable insoluble dans l'eau et soluble dans le DMSO). Le rendement obtenu en huile essentielle était trop faible égale à 0.26%. La macération à chaud et à froid à partir de 500 ml d'eau déminéralisée a donné respectivement 400 et 500 ml de macérât. Le Macérât à chaud est caractérisé par une couleur marron clair, d'odeur légère et de pH égale à 6,027. Par contre le Macérât à froid est caractérisé par une couleur jaune verdâtre, pendant le stockage au réfrigérateur la couleur vire au rouge avec une forte odeur (**Photo 14**), et de pH = 6.72.

L'extraction de 100 ml jus d'ail à partir de 500g d'ail avec un rendement de 20%. Le jus a une consistance épaisse et visqueuse, caractérisée par une couleur jaune voir orange qui change après conservation au réfrigérateur est devient vert foncé (**Photo 14**), son odeur est très forte et fortement persistante.



**Photo 14** : Photographies montrant la caractérisation des extraits : A) Macérât à froid avant conservation ; B) Macérât à froid après conservation ; C) Jus d'ail avant conservation ; D) Jus d'ail après conservation). (Photographies personnelles)

### II.1.2. Résultat de Test de sensibilité

Selon l'échelle de **Ponce et al., (2003)**, le macérât à chaud, macérât et distillat n'ont permis d'obtenir aucun résultat permettant de constater un effet antimicrobien de ces produits. Les zones d'inhibition ne dépassent pas 9 mm de diamètre et parfois aucune zone n'est visible (5mm = diamètre du disque) (**Photo15**). Les huiles essentielles ont également montré l'absence d'activité antimicrobienne contre la plupart des souches testées. La zone d'inhibition la plus grande a été observée contre *Bacillus cereus* et *Micrococcus luteus* dont les diamètres sont 29 et 19,83 mm, respectivement (**Photo15**).

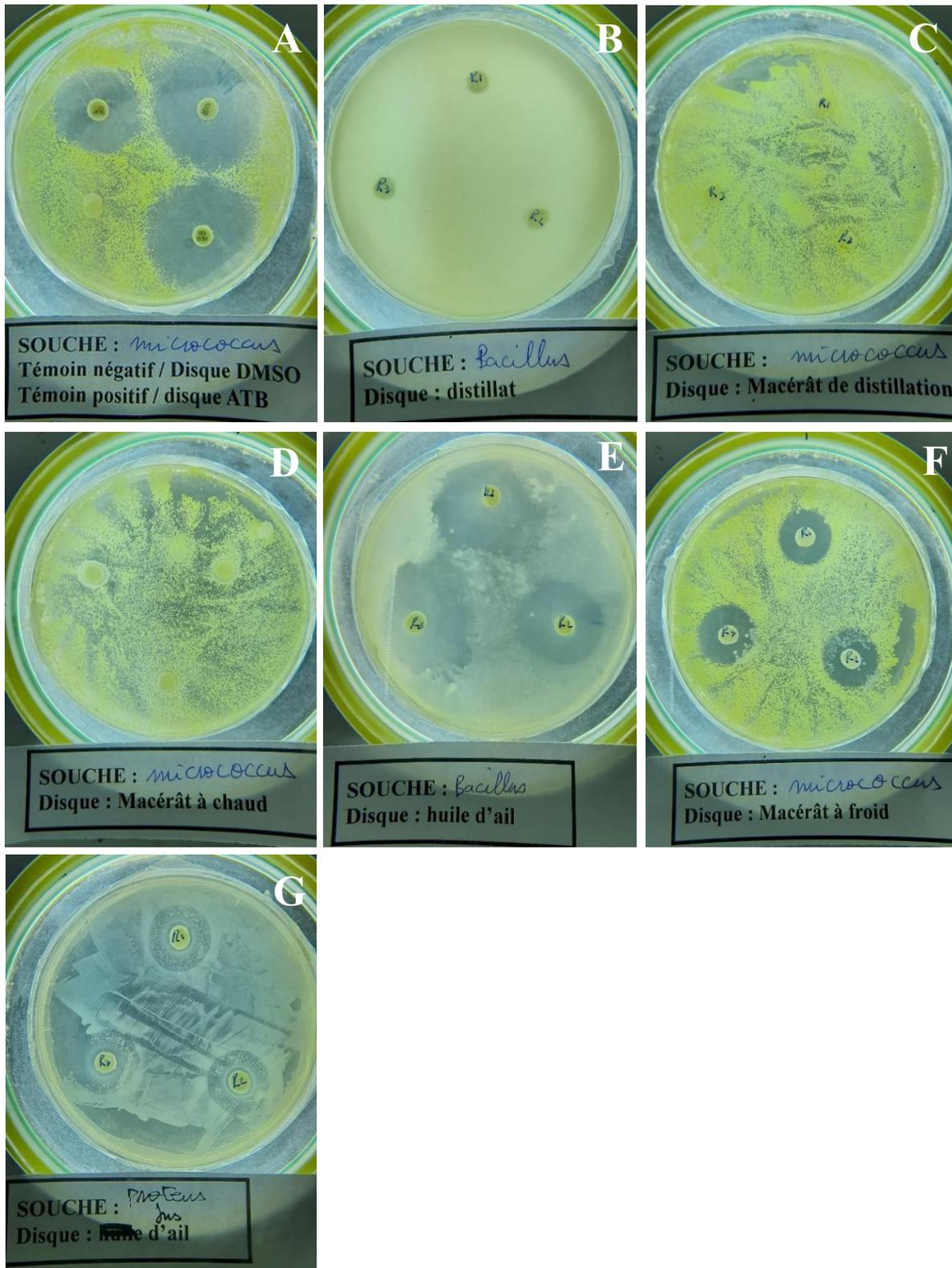
Le macérât à froid possède un pouvoir inhibiteur faible. Son activité la plus forte a été observée contre *Micrococcus luteus* dont le diamètre est  $19,33 \pm 0,55$ mm (**Photo15**).

En revanche, le jus frais d'ail donne la meilleure activité antimicrobienne contre toutes les souches testées. La zone d'inhibition la plus grande a été observé contre *Micrococcus luteus* et *Salmonella typhimurium* avec les diamètres 23,33mm et 20,16mm, respectivement. (**Photo15**). Sur le plan de sensibilité individuel, *Candida albicans* est la seul souche qui n'a été affectée par aucun extrait. Par contre *Micrococcus luteus* est efficacement inhibé par presque tous les extraits. Les résultats sont résumés dans le **Tableau II** ci-dessous.

**Tableau II** : Diamètres des zones d'inhibition (mm), Degré de sensibilité selon **Ponce et al., (2003)** : résistante <8mm ; sensible : 9mm< diamètre<14mm ; très sensible : 15mm <diamètre<19mm ; Extrêmement sensible : >20mm.

Extractions Souches	HE	MF	MC	M	D	JA	HLG	C	DMSO
<i>Escherichia coli</i>	0 ± 0	9,66 ± 0,44	8,83 ± 0,22	8,66 ± 0,55	9,83 ± 0,55	15,33 ± 0,44	24,5 ± 0	23,5 ± 0	0 ± 0
<i>Salmonella typhimurium</i>	0 ± 0	9,5 ± 1	2,66 ± 3,55	8,33 ± 0,55	9,33 ± 1,11	20,16 ± 0,55	20 ± 0	18 ± 0	0 ± 0
<i>Proteus mirabilis</i>	0 ± 0	9,16 ± 1,22	7,83 ± 0,22	8 ± 0	5,66 ± 3,77	19,66 ± 0,44	32,5 ± 0	17 ± 0	0 ± 0
<i>Micrococcus luteus</i>	19,83 ± 0,77	19,33 ± 0,55	9 ± 0,66	0 ± 0	0 ± 0	23,33 ± 1,11	38,5 ± 0	26 ± 0	0 ± 0
<i>Bacillus cereus</i>	29 ± 3,33	11,66 ± 0,44	7,66 ± 0,55	0 ± 0	0 ± 0	14,66 ± 0,77	32 ± 0	15,5 ± 0	0 ± 0
<i>Candida albicans</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	8,16 ± 0,55	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

(Moyenne ± erreur standard) ; HE : Huile essentiel ; MF : macérât à froid ; MC : macérât à chaud ; M : macérât ; D : distillat ; JA : jus dail. Témoin positif HLG : Gentamicine (120mcg) ; C : chloramphénicol (30mcg). Témoin négatif : DMSO : Diméthylsulfoxyde.



**Photo 15 :** Effet antimicrobien des extraits d'ail sur quelques souches testées ; A) Activité du témoin positif et négatif sur *M.luteus* ; B) Activité du distillat contre *B.cereus* ; C) Activité du macérât contre *M.luteus* ; D) Activité du macérât à chaud contre *M.luteus* ; E) Activité de l'huile d'ail contre *B.cereus* ; F) Activité du macérât à froid contre *M.luteus*, G) Activité du jus d'ail contre *P.mirabilis*. (Photographies personnelles)

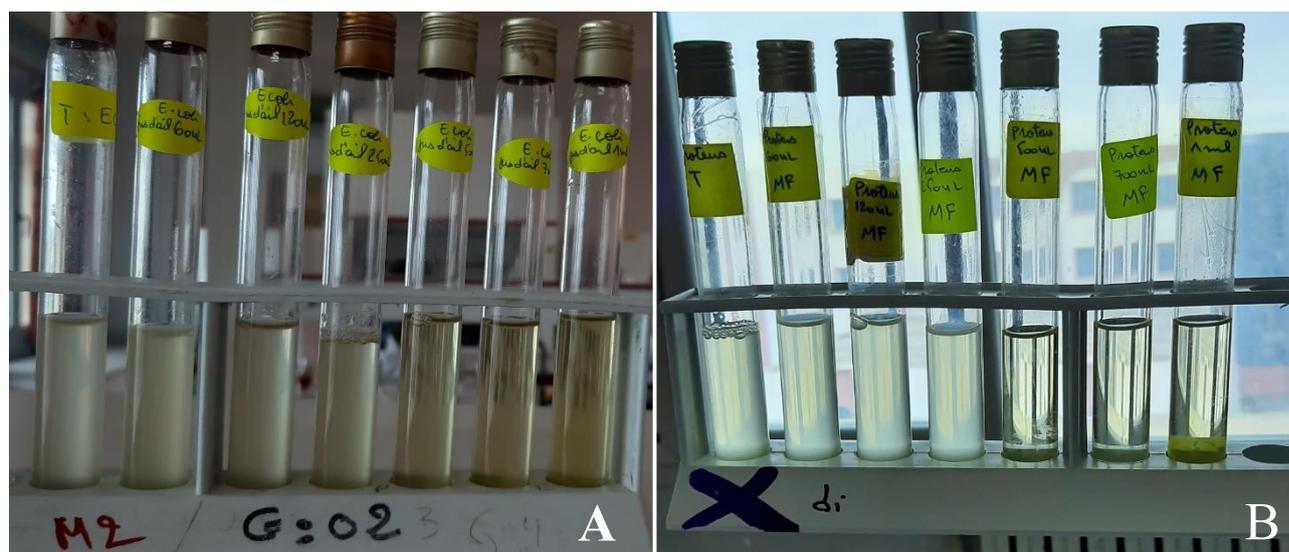
### II.1.3. Résultat de la concentration minimale inhibitrice (CMI) :

Selon les résultats enregistrés sur le **Tableau III**, nous avons constaté que l'augmentation des concentrations des deux extraits est inversement proportionnelle au degré de turbidité du milieu. Les deux extraits testés montrent un pouvoir inhibiteur remarquable par rapport aux témoins (**Photo 16**). La concentration minimale inhibitrice de jus d'ail s'entoure entre 50% (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*) et 75% contre les souches *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*. Par contre la concentration minimale inhibitrice du macérât à froid se situe entre 75% (*Salmonella typhimurium*, *Proteus mirabilis*, *Micrococcus luteus*) et 100% contre *Escherichia coli*.

**Tableau III** : Concentration minimale inhibitrice par la méthode des macro-dilutions.

Pourcentage volumique	5%		10%		20%		50%		75%		100%		0%
	JA	MF	JA	MF	JA	MF	JA	MF	JA	MF	JA	MF	Témoin
<i>Escherichia coli</i>	++++	++++	+++	+++	++	+	-	+	-	+	-	-	++++
<i>Salmonella typhimurium</i>	+++	+++	++	+++	+	++	+	+	-	-	-	-	++++
<i>Proteus mirabilis</i>	+++	+++	++	+++	+	++	-	+	-	-	-	-	++++
<i>Micrococcus luteus</i>	+++	++++	+++	+++	++	++	+	+	-	-	-	-	++++
<i>Bacillus cereus</i>	++++	++++	+++	+++	++	+++	+	++	-	+	-	+	++++

Fortement trouble (++++) ; Trouble (+++) ; moyennement trouble (++) ; faible turbidité (+) ; pas de turbidité(-) ; JA : jus d'ail ; MF : macérât à froid.



**Photo 16 :** La concentration minimale inhibitrice du Macérât à froid et du Jus d’ail par la méthode de macro-dilution : A) Résultat de la concentration minimale inhibitrice du jus d’ail avec *Escherichia coli* ; B) Résultat de la concentration minimale inhibitrice du macérât à froid avec *Proteus mirabilis*. (Photographies personnelles)

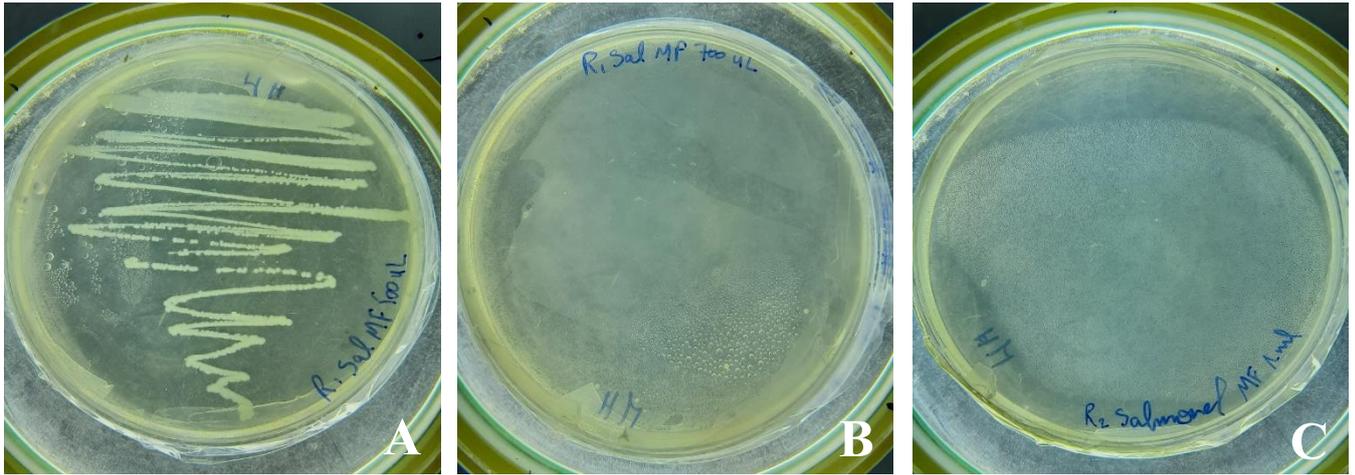
#### II.1.4. Résultat de la concentration minimale bactéricide (CMB)

Le **Tableau IV** ci-dessous montre que le jus d’ail a une activité bactéricide avec la concentration 50% contre *Escherichia coli* et *Proteus mirabilis* cependant, la concentration 75% est la CMB de *Salmonella typhimurium*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*. D’après ces résultats, le jus dail montre une activité bactéricide. En revanche, le MF a une activité inhibitrice de croissance d’*Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*. Cependant les souches *Proteus mirabilis* et *Salmonella typhimurium* sont fortement inhibé avec les concentration 50% et 75%, respectivement.

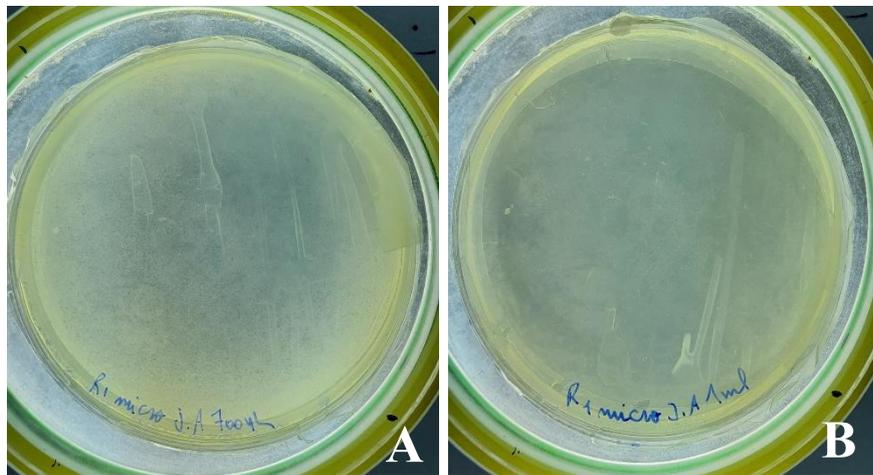
**Tableau IV :** Concentration minimale bactéricide du macérât à froid et du jus d’ail.

Pourcentage volumique	50%		75%		100%	
	JA	MF	JA	MF	JA	MF
<i>Escherichia coli</i>	-	Nd	-	Nd	-	Nd
<i>Salmonella typhimurium</i>	Nd	Nd	-	-	-	-
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Micrococcus luteus</i>	Nd	Nd	-	Nd	-	Nd
<i>Bacillus cereus</i>	Nd	Nd	-	Nd	-	Nd

(-) pas de colonie visible ; (Nd) non dénombrable ; JA : jus d’ail ; MF : macérât à froid.



**Photo 17** : Résultat de la CMB du macérât à froid sur la souche *Salmonella typhimurium* : A) 50% ; B) 75% ; C) 100%. (Photographies personnelles)



**Photo 18** : Résultat de la CMB du jus d'ail sur la souche *Micrococcus luteus* : A) 75% ; B) 100%. (Photographies personnelles)

### II.1.5. Résultat de l'analyse microbiologique de la viande de poulet de chair

Le **Tableau V** résume les microorganismes dénombrés dans les échantillons en UFC/g et le pourcentage de conformité, ainsi que les critères relatifs aux produits de volaille selon la réglementation Algérienne **JORA (2017)**. Le taux moyen de la Flore mésophile aérobie totale est de  $1,15 \times 10^7$  UFC /g. La charge de la viande en coliformes est de l'ordre de  $2 \times 10^2$  UFC/g (coliformes fécaux (CF)) et  $3,5 \times 10^3$  UFC/g (Coliformes totaux (CT)). Nous signalons que les *Staphylococcus* sont absents. Selon les critères Algériens relatifs aux normes microbiologiques (**Tableau V**), les échantillons sont propres à la consommation de point de vue de la charge en microorganismes.

**Tableau V** : Les normes de conformité et les moyennes des microflores dénombrées dans la viande de poulet de chair en UFC /g.

Flore bactérienne	Normes	FTAM	Normes	CF	Normes	CT	Normes	<i>S. aureus</i>
<b>La charge bactérienne (UFC/g)</b>	$5 \times 10^7$	$1,15 \times 10^7$	$5 \times 10^2$	$2 \times 10^2$	$5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	/	0



**Photo 19** : FTAM avant stockage. (Photographie personnelle)

### II.1.5.1. Résultat de l'Activité antibactérienne des extraits d'ail

#### II.1.5.1.1. Résultats de l'analyse sensorielle de la viande de poulet

La couleur et l'odeur de la viande sont l'un des facteurs susceptibles d'indiquer que la viande peut être consommée ou pas. La viande du poulet avait une couleur rosée avec une odeur normale (**Photo20**). Après quatre jours de stockage la couleur du poulet n'a pas trop changé et son odeur également ce n'est que dès le huitième jour que la viande a acquis une forte odeur de putréfaction, et aucun changement remarquable de couleur. Le douzième jour est caractérisé par une forte odeur désagréable de putréfaction, est un léger changement de couleur pour la portion additionnée de jus d'ail qui est peut être due à l'extrait ajoutée et aucun changement remarquable pour les deux autres portions (témoin, macérât à froid), pour le seizième jour l'odeur et de plus en plus forte avec un léger changement dans la texture et la couleur de la viande avec présence d'eau (**Photo21**).



Photo 20 : Viande de poulet avant stockage. (Photographie personnelle)

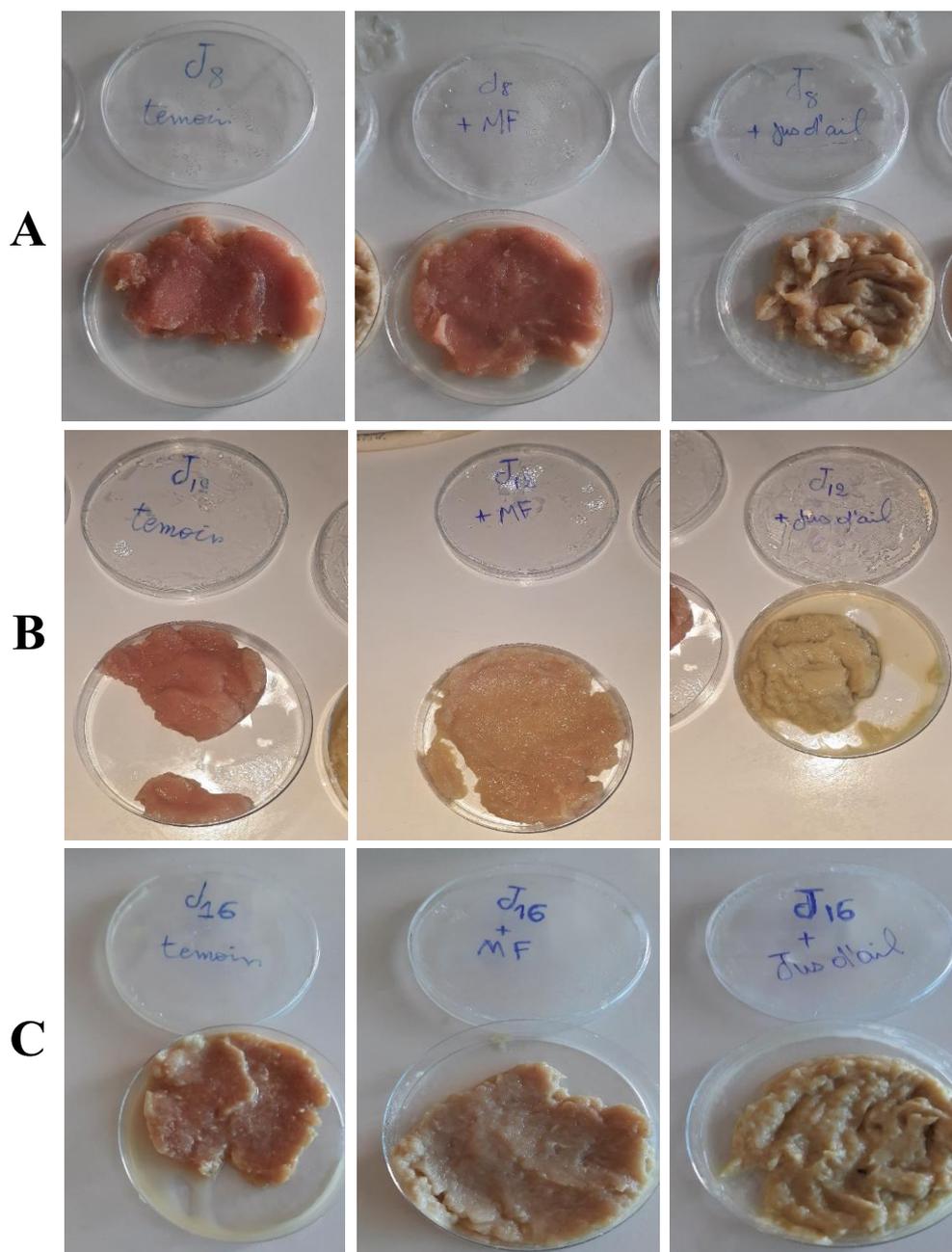


Photo 21 : Echantillon de viande après stockage A) Huitième jour de stockage ; B) Douzième jour de stockage ; C) Seizième jour de stockage. (Photographies personnelles)

### II.1.5.1.2. Résultats de l'effet d'ail sur la charge en FTAM

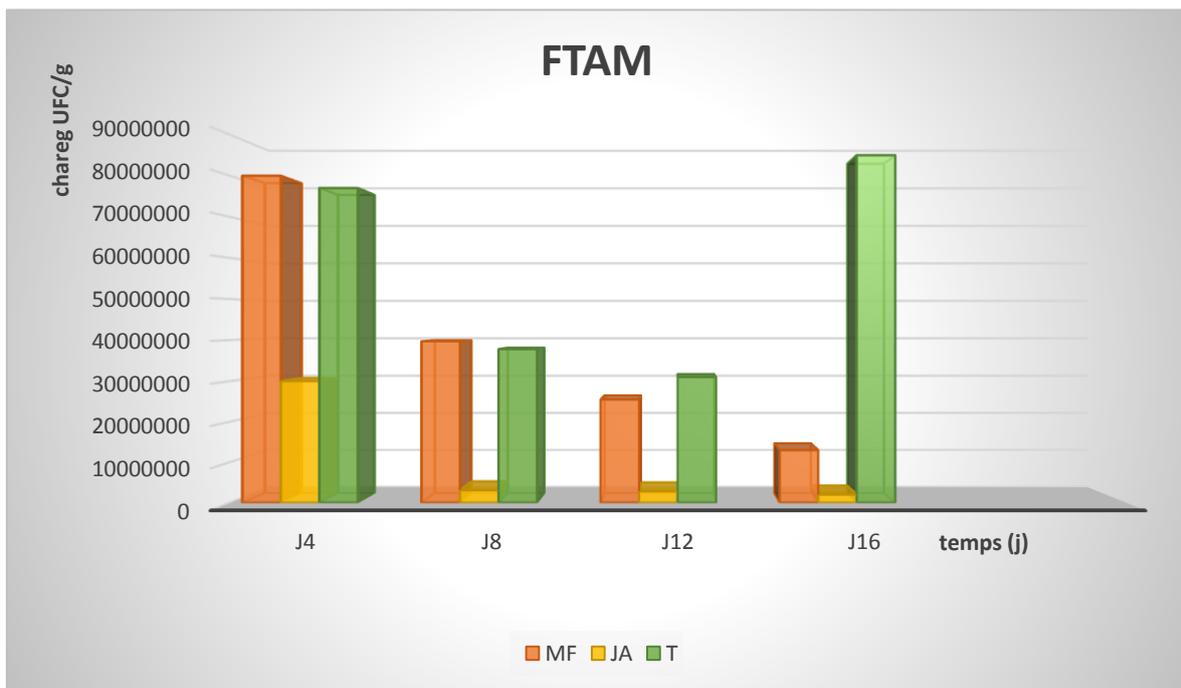
L'histogramme (**Figure 8**) nous décrit l'évolution de l'effet du jus d'ail (JA) et du macérât à froid (MF) sur l'inhibition de la croissance des FTAM.

A l'issue des tests effectués sur la viande de poulet traitée par la CMB de JA et de MF, nous avons observé ce qui suit :

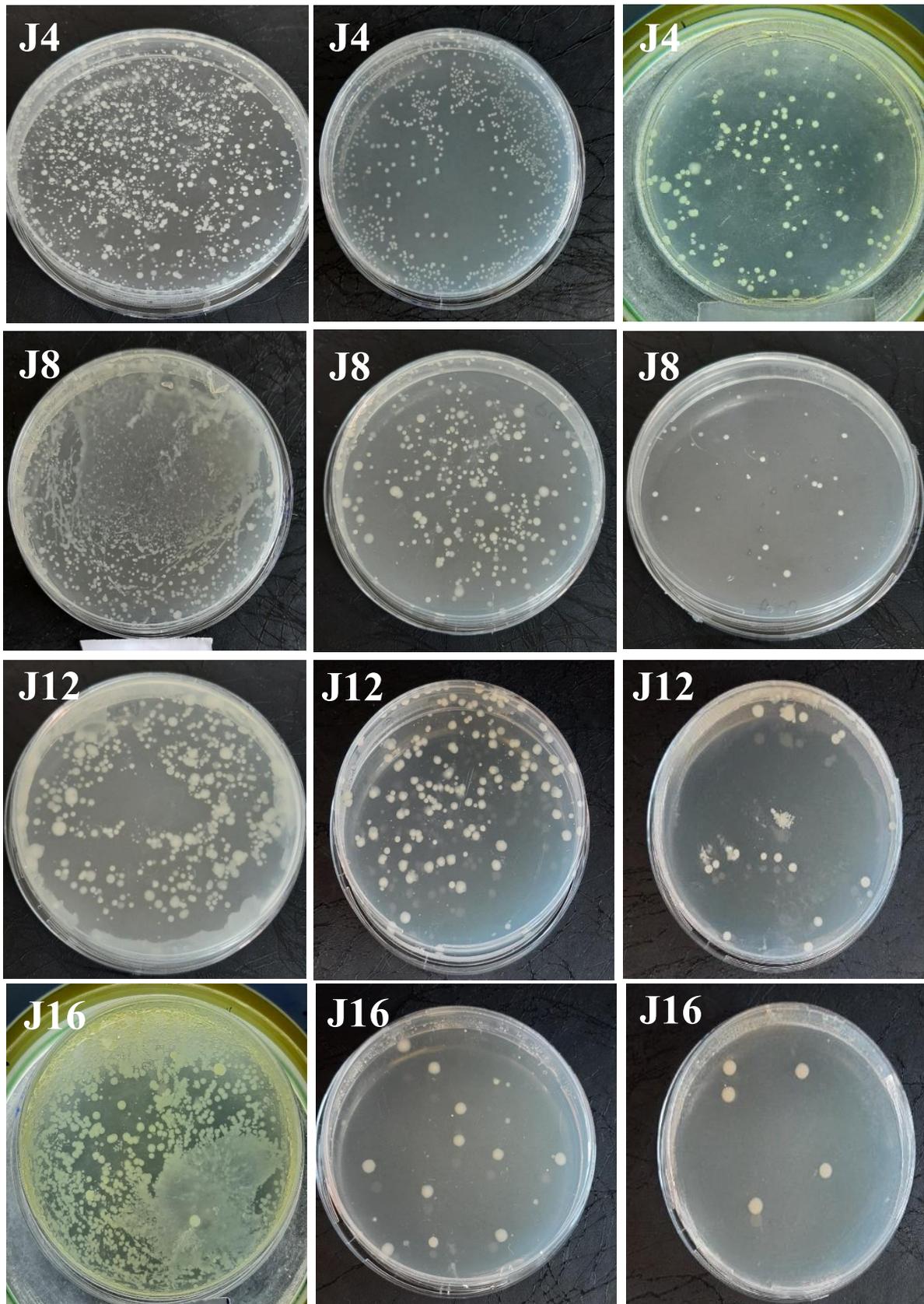
Au quatrième jour de conservation l'effet du macérât à froid ne présente aucune inhibition avec une charge microbienne de  $8 \times 10^7$  UFC/g. Une diminution progressive de la charge est constatée du huitième au seizième jour de conservation.

On remarque à cet effet que le jus d'ail réduit de manière assez importante la croissance des FTAM au 4ème jour de conservation. Cependant dès le huitième jour nous avons observé une baisse de la charge laquelle s'est stabilisée aux alentours de  $3,07 \times 10^6$  à  $2 \times 10^6$  UFC/g.

Ce qui montre que l'extrait JA a un meilleur effet antimicrobien sur les FTAM comparé au MF.



**Figure 8** : Représentation graphique de l'évolution de la charge des FTAM en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traitée par le JA et MF.



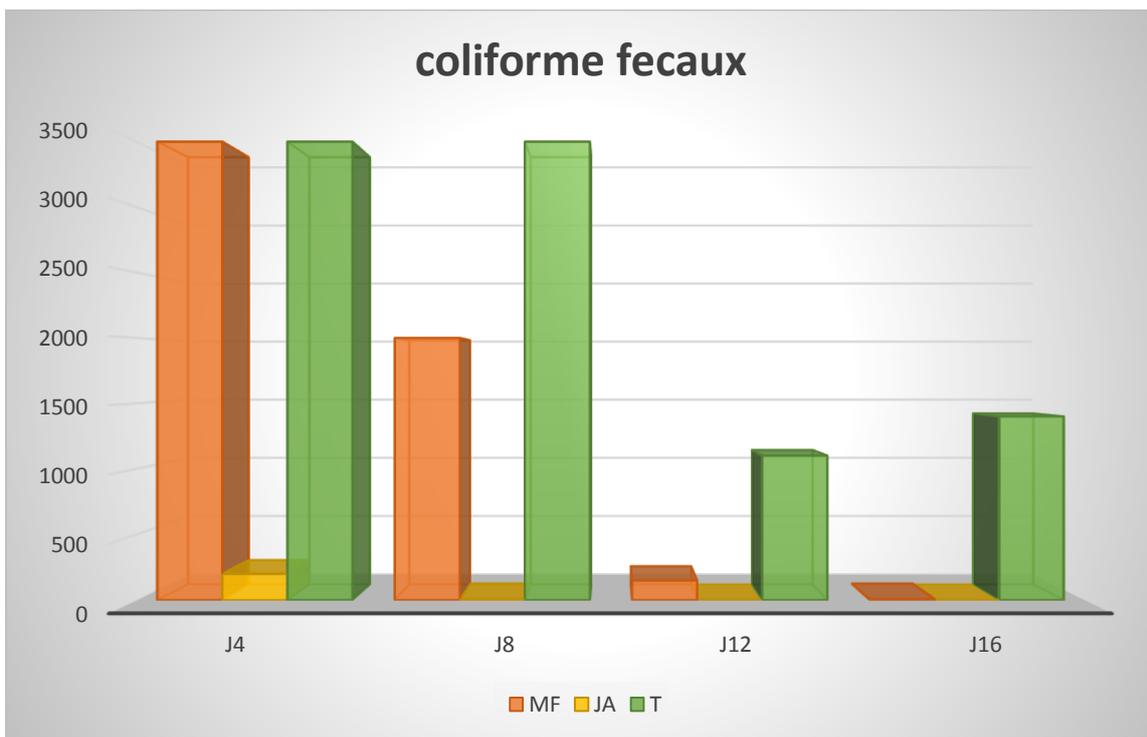
**Photo 22** : Cinétique de croissance des FTAM pendant seize jour de stockage : à Gauche) Les témoins ; au Milieu) Traités avec le macérât à froid ; à Droite) Traités avec le jus d'ail. (Photographies personnelles)

### II.1.5.1.3. Résultats de l'effet d'ail sur les coliformes fécaux

L'histogramme (**Figure 9**) nous décrit l'évolution de l'effet du jus d'ail (JA) et du macérât à froid sur l'inhibition de la croissance des coliformes fécaux. A l'issue des tests effectués sur la viande de poulet traitée par le JA et le MF, nous avons observé que le jus d'ail et le macérât à froid ont un effet remarquable sur la charge des CF.

Au quatrième jour de conservation l'effet du macérât à froid ne présente aucune inhibition avec une charge microbienne de  $3.5 \times 10^3$  UFC/g. Une diminution considérable de la charge est constatée du huitième et au douzième jour de conservation jusqu'à inhibition totale aux seizièmes jours de conservation.

On remarque à cet effet que le JA réduit de manière assez importante la croissance des coliformes fécaux au 4ème et 8eme jour de conservation avec une charge de  $2 \times 10^2$  UFC/g et  $0.9 \times 10^1$  UFC/g. jusqu'à inhibition totale de croissance avec 0 UFC/g au douzième et seizième jour.



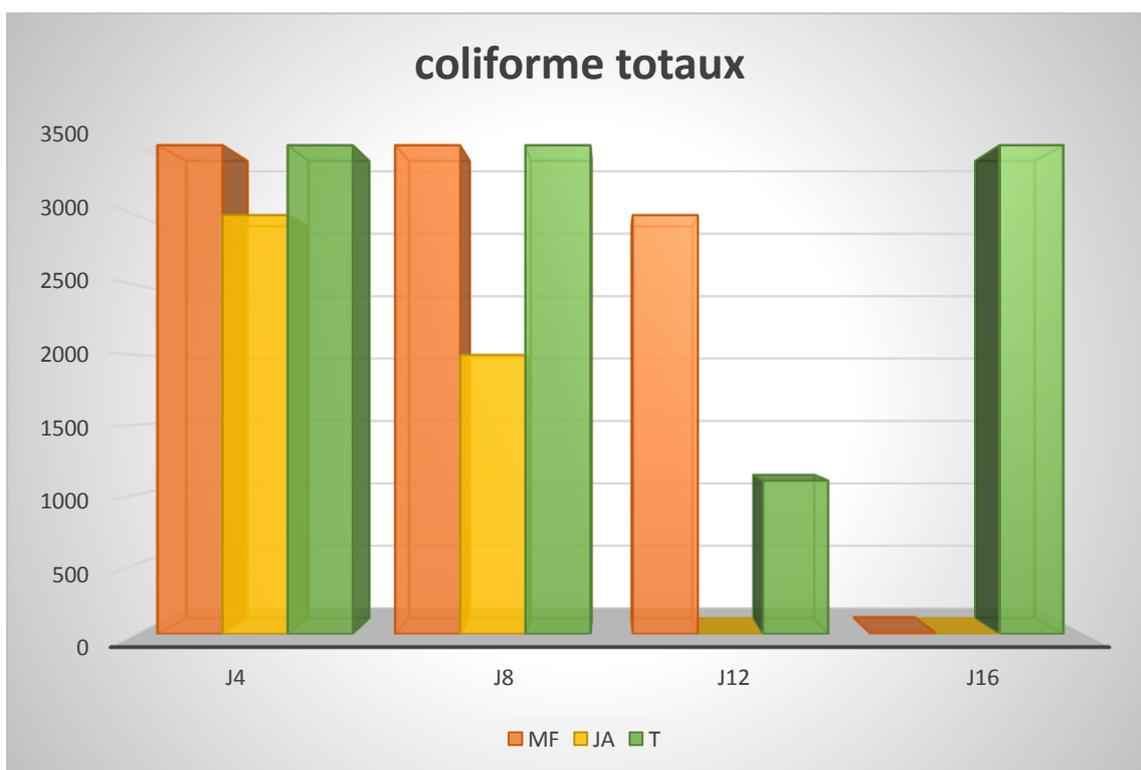
**Figure 9** : Représentation graphique de l'évolution de la charge des coliformes fécaux en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traité par le JA et MF.

#### II.1.5.1.4. Résultats de l'effet d'ail sur les coliformes totaux

L'étude de l'effet inhibiteur de croissance de l'ail sur les coliformes totaux montre une corrélation négative entre la charge bactérienne et les différents extraits (**Figure 10**).

Au quatrième et huitième jour de conservation l'effet du macérât à froid ne présente aucune inhibition avec une charge microbienne de  $3.5 \times 10^3$  UFC/g. Une légère diminution de la charge est constatée au douzième jour de conservation jusqu'à inhibition totale aux seizièmes jours de conservation.

On remarque à cet effet que le JA réduit de manière progressive la croissance des coliformes fécaux au quatrième et huitième jour de conservation avec une charge de  $3 \times 10^3$  UFC/g et  $2 \times 10^3$  UFC/g. jusqu'à inhibition totale de croissance avec 0 UFC/g au douzième et seizième jour.



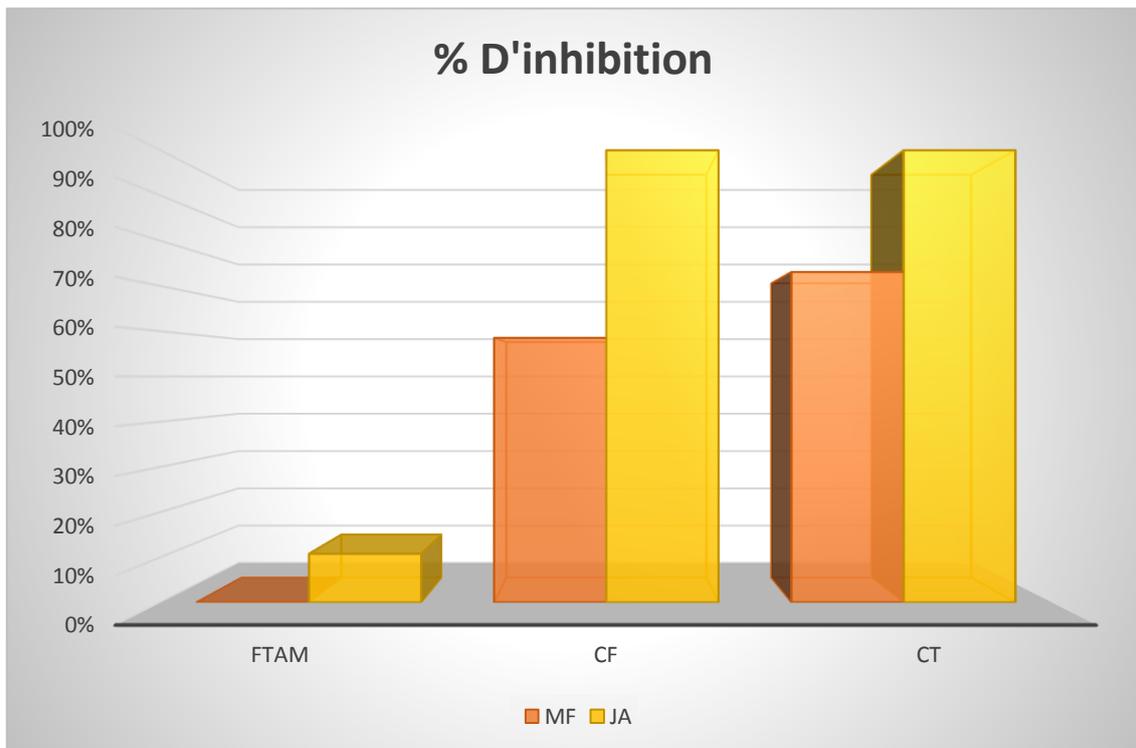
**Figure 10** : Représentation graphique de l'évolution de la charge des coliformes totaux en fonction du temps de conservation de la viande de poulet traité par le JA et MF.

### II.1.5.1.5. Résultat récapitulatif de l'effet d'addition de l'ail

L'histogramme (**Figure 11**) résume l'effet d'application du jus d'ail et du macérât à froid sur la conservation de la chaire de poulet contre la croissance des microorganismes.

On voit bien que le jus d'ail présente une activité inhibitrice plus importante sur les coliformes fécaux et totaux avec un pourcentage d'inhibition égale à 100%, et une faible inhibition des FTAM avec un pourcentage d'inhibition de 10,76%.

En revanche, le macérât à froid ne présente aucune inhibition des FTAM avec un pourcentage d'inhibition qui est égale à 0%, cependant sur les coliformes fécaux et coliformes totaux présentent une forte inhibition des deux flores avec des pourcentages d'inhibition 58.52%, 73.07%, respectivement.



**Figure 11** : Représentation graphique du pourcentage d'inhibition des FTAM, coliformes fécaux, coliformes totaux de la viande de poulet traitée avec le jus d'ail et le macérât à froid.

## II.2. Discussions

L'ail cultivé, ou *Allium sativum L.*, est une plante monocotylédone, vivace, faisant partie de la famille des alliacées. Elle donne des gousses d'ail, aussi appelées caïeux, très utilisées dans le domaine culinaire pour leur goût et leur odeur caractéristiques. La plante est composée d'un bulbe avec de nombreuses racelles, riche en eau. La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'eau que contient le bulbe d'ail, elle renseigne également sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant sa conservation. A l'issue des résultats qui ont été obtenus, l'ail (*Allium sativum L.*) utilisé lors de notre étude montre une teneur en eau très élevée qui est de 68%. cette valeur est proche à celle trouvée par **Medjoudj, (2010)** qui est de 65,3% et plus élevée par rapport à celle de la littérature qui est de 63,7 - 64,6 % **Souci et al., (1994)** ; **Favier et al., (1995)**. Selon **Ben Aldjia et al., (2005)**, qu'ont rapportés que lorsqu'on diminue la teneur en eau on obtient un meilleur rendement en huile. Ce qui exprime le faible rendement obtenu en huile essentielle égale 0,26%. Presque les mêmes résultats sont obtenus par **Benkeblia, (2004)** ayant travaillé sur la même espèce de la région de Mostaganem avec un rendement égale de 0,2%. Par contre **Khadri, (2009)** et **Haciseferoğulları et al., (2005)**, ont trouvé des faibles rendement en huiles essentielles dans des études porté également sur la plante d'*Allium sativum* originaire de Turquie, 0,09% et 0,14%, respectivement.

Les différents types d'extractions nous ont permis de récupérer des extraits de quantités et de caractères différents les uns des autres. L'extraction par hydro distillation donne 400ml de distillat, et 600ml de macérât acide (pH égale de 5,83). 400ml de macérât à chaud et 500 ml de macérât à froid, ont été obtenu via la macération. Les deux derniers extraits ont un pH presque neutre de 6,027 et 6,72, respectivement. Selon **Bourgoin et al., (2017)**, qui ont trouvé des résultats proches 400ml de macérât avec pH= 5,8 ; 400ml de macérât à chaud avec un pH égale de 6,02 ; 455ml macérât à froid de pH égale de 6. L'écrasement des bulbes d'ail par l'extracteur de jus, permis d'obtenir 100ml du jus frais, c'est l'équivalent de 20% de rendement, ce dernier est nettement inférieur à celui obtenus par **Bakri et douglas, (2005)** et **Belguith et al., (2010)**, qui est de 57,1%.

Le test de sensibilité sur milieu gélosé montre que les extraits Macérât à chaud, Macérât, Distillat étudiés, n'a montré aucune zone d'inhibition pour les disques imbibés dans les boîtesensemencées de *Bacillus cereus*, et *Micrococcus luteus*, contrairement aux disques témoins positifs (Gentamycine et Chloramphénicol) qui ont réagi positivement. Les souches *Bacillus cereus* et *Micrococcus luteus* se sont révélées sensibles aux huiles essentielles, Macérât à froid et Jus d'ail. L'inhibition bactérienne par la méthode de diffusion en disque est en partie

dépendante de la méthode d'extraction, la concentration d'extraits, la souche bactérienne étudiée, la concentration de l'inoculum **Burnichon et Texier, (2003) ; Toty et al., (2013)**. Nous pensons que pour notre étude, les types d'extraits et les concentrations utilisés n'ont pas été suffisantes pour que la multiplication de *Bacillus cereus*, *Candida albicans* et *Micrococcus luteus* soit freinée par des disques imbibés. Cette inhibition dépendante de la concentration a été également constatée par **Ekwenye et Elegalam, (2005)**.

L'absence de zone d'inhibition dans notre étude, pourrait aussi être liée à la méthode de conservation des gousses d'ail par les marchands. Ces gousses d'ail étaient restées longtemps exposées au soleil. En effet certains composés des huiles essentielles (diallyl trisulfide et diallyl tétrasulfide), retrouvés aussi dans les broyats des bulbes, peuvent se volatiliser à certaines températures ou perdre leurs propriétés lors de certaines modifications physiques et chimiques **Srinivasan et Sangeetha, (2009)**. Ceci explique pourquoi **Saravanan et al., (2010)** ont enveloppé leur broyat d'ail dans un parafilm (film plastique de paraffine, malléable et translucide). **Victor et Gaël, (2019)**, sont d'accord avec nos résultats, où aucune zone d'inhibition n'a été obtenue autour des disques imbibés d'extraits de deux variétés d'ail sur les boîtes ensemencées.

Cette étude a permis de mettre en évidence l'efficacité variable de la fonction antimicrobienne des extraits d'ail en fonction de la méthode d'extraction. En effet, les résultats ont permis de mettre en évidence l'efficacité du jus frais et l'extrait issu de la macération à froid contrairement aux extraits issus de la macération à chaud et de l'hydro-distillation qui n'ont exprimés, eux, aucune activité antimicrobienne. Les mêmes résultats ont été obtenu par **Bourgoin et al., (2017)** où ils ont constaté que les extraits d'ail distillat, macérât et macérât à chaud n'ont permis d'obtenir aucun résultat permettant de constater un effet antimicrobien de ces produits. Le diamètre de la zone d'inhibition diffère d'une bactérie à une autre et d'un extrait à un autre. Les bactéries à Gram positif (*Bacillus cereus* et *Micrococcus luteus*) montrent une forte sensibilité aux Macérât à froid, Huile essentiel et jus frais d'ail. Par contre les bactéries à Gram négatif (*Salmonella typhimurium*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*) sont fortement résistantes à tous les extraits étudiés à l'exception du jus d'ail. D'une façon générale le pouvoir inhibiteur des huiles essentielles et Macérât à Froid est moins important par rapport à celui des jus frais, les extraits de l'ail sont les plus inhibiteurs.

Les bactéries à Gram négatif possèdent une forte résistance, en corrélation avec la nature de leurs membranes externes, composées de phospholipides, de protéines et de lipopolysaccharides. Cela rend cette membrane imperméable à la plupart des agents biocides **Mann et al., (2000) ; Fauchere, Avril, (2002) ; Bouhdid et al., (2006)**. La différence dans la structure

de la paroi bactérienne joue un rôle important dans la susceptibilité des bactéries **Shan et al., (2007)** ; **Tian et al., (2009)**. Selon plusieurs auteurs, les bactéries Gram négatif ont une membrane externe constituée de lipopolysaccharides (LPS) qui limite la diffusion des composés hydrophobes **Yoda et al., (2004)** ; **Tian et al., (2009)** ; **Lacombe et al., (2010)**. De plus, le périplasme contient des enzymes capables de détruire les molécules étrangères introduites de l'extérieur **Klančnik et al., (2010)**, ce qui rend ces bactéries généralement moins sensibles aux extraits de plantes que les bactéries Gram positif **Chan et al., (2007)** ; **Estevinho et al., (2008)** ; **Šamec et al., (2010)** ; **Fertout-Mouri et al., (2016)**. Ce comportement n'est pas surprenant car les souches Gram négatif possèdent une résistance intrinsèque, qui est en relation avec la nature de leur membrane externe **Hayet et al., (2008)** ; **Klančnik et al., (2010)** ; **Benyagoub et al., (2016)**. En effet, cette dernière rend leurs surfaces fortement hydrophiles tandis que les extrémités lipophiles des acides lipoteichoïques de la paroi des bactéries Gram positif facilitent la pénétration des composés hydrophobes **Boussaada et al., (2008)**, tel que les tanins qui peuvent atteindre la membrane cytoplasmique, et perturbent la force motrice de proton, le transport actif et la coagulation du contenu cellulaire **Tian et al., (2009)**.

Il a été rapporté que la méthode de diffusion sur disque et la mesure des CMI sont les plus utilisées pour l'étude de l'activité antimicrobienne des substances naturelles des extraits des plantes médicinales **Gülçin et al., (2004)** ; **Van Vuuren, (2008)**. La méthode des disques est basée sur l'utilisation des disques comme réservoirs contenant la solution des substances à tester. Dans le cas des solutions avec une basse activité, une grande concentration ou volume est nécessaire ; néanmoins la capacité des disques est limitée. C'est pourquoi certains extraits exhibent des zones d'inhibition incomplètes qui peuvent être attribuées à une résistance par déficience de dose d'extrait **Gülçin et al., (2004)**. La CMI est une méthode quantitative basée sur le principe du contact d'un microorganisme à une série de dilutions de la substance testée. Elle est couramment utilisée comme un critère admis pour la mesure de la susceptibilité des microorganismes aux inhibiteurs **Van Vuuren, (2008)**.

D'après nos résultats, pratiquement le Macérât à froid et le jus d'ail ont exhibé une activité inhibitrice et bactéricide variable vis-à-vis des souches sensibles, dont la meilleure est obtenue avec le jus d'ail qui a montré un effet bactériostatique et bactéricide intéressants à l'égard de *Escherichia coli* et *Proteus mirabilis* avec des CMI et CMB de 50/50% (25µl/25µl), respectivement. Selon **Benmeddour et al., (2015)** l'effet antimicrobien des jus d'ail, est significative à partir de la concentration 20%.

**Kyung et al., (2002)** ont rapporté que l'allicine d'ail a montré une forte activité antibactérienne sur les bactéries à Gram positif. **Cavallito et Bailey, (1944)** ont été les premiers à démontrer que l'activité antimicrobienne était due principalement à l'allicine et que son absence rendrait donc l'ail sans défense face aux microorganismes. Cette différence entre les extraits pourrait s'expliquer par la dénaturation de l'enzyme alliinase qui permet d'obtenir l'allicine. Ceci est due au traitement thermique subit par l'ail lors des processus d'extractions, sachant qu'au-delà de 50 °C, l'activité de l'alliinase est inhibée **Decagna, (2013)**. Cependant, une étude de **Block, (2010)** démontre que plus de 97 % de l'alliine réagit avec l'alliinase en moins de 30 secondes. Cela signifie qu'entre le broyage de l'ail et l'incorporation dans l'hydro-distillateur, la quasi-totalité de l'allicine est déjà présente au début de l'extraction. Une autre explication résiderait donc dans l'instabilité de l'allicine à la chaleur. Ce composé se dégrade entièrement en moins de 25 minutes à 80 °C **Ilić et al., (2011)**. L'inclusion de  $\beta$ -cyclodextrines ou de carbamide pour augmenter la stabilité de l'allicine à la chaleur du traitement thermique serait une solution **Ilić et al., (2011)**.

La différence entre le développement des différentes souches pourrait s'expliquer par leur sensibilité individuelle au mode d'action de l'allicine. En effet, les disulfites de l'allicine réagissent avec les groupements thiols libres sur les protéines. Beaucoup de réaction enzymatique essentielles aux bactéries et aux champignons sont alors inhibés tel que l'inhibition de l'acétyl-CoA synthétase par une liaison covalente réversible de l'allicine à cette enzyme **Richard, (2007)**. Les différentes voies métaboliques existantes chez les micro-organismes seraient potentiellement un facteur déterminant leur sensibilité à l'allicine.

Les résultats de notre étude indiquent qu'en comparant la méthode sur milieu solide de celle sur milieu liquide, cette dernière semble la plus sensible. En effet, il sied de signaler que la méthode par dilution successive en milieu solide est la méthode de référence pour déterminer la sensibilité bactérienne aux antibiotiques. Cette détermination exige une standardisation rigoureuse du protocole expérimental (influence de l'inoculum, du délai séparant ensemencement et observation, milieu de culture), toute modification des conditions expérimentales rend l'interprétation difficile **Burnichon et Texier, (2003)**. La gélose de Mueller-Hinton est le seul milieu de culture solide pour l'étude de sensibilité qui ait été validé par le National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS), en 1999. Il est recommandé de toujours utiliser la gélose Mueller-Hinton pour les épreuves de diffusion en gélose, en fonction des directives internationales et du NCCLS.

La qualité microbiologique de la viande de poulet a été évaluée selon les critères algériens liés aux spécifications microbiologiques de ces aliments. Nos résultats montrent que les échantillons analysés répondaient aux critères fixés par les normes algériennes recommandées dans ce champ, qui signe de bon respect aux conditions d'hygiène lors de commercialisation et la conservation de la chair de poulet. **Alloui et al., (2013)**, ils ont trouvé dans leur étude permettant d'apprécier le niveau de respect des bonnes pratiques d'hygiène dans les abattoirs avicoles de la région de Biskra (Algérie) et d'une évaluation de la qualité microbiologique des carcasses de poulets destinées à la consommation. La comparaison des niveaux de contamination bactérienne des carcasses de poulet par rapport aux normes d'hygiène montre que la qualité hygiénique des carcasses est satisfaisante.

La charge moyenne de la Flore Mésophile Aérobie Totale dénombré égal à  $1,15 \times 10^7$  UFC/g. **Hassanien et al., (2016)**, celui rapporté dans une étude réalisée en Égypte sur 100 échantillons de poulet congelé. Où le taux moyen de contamination par les mésophiles aérobies totales est  $3,78 \times 10^6$  UFC/g. **Hassan-Ola, (2015)** a enregistré une charge égale à  $4 \times 10^7$  UFC/g de FTAM dans une étude portée sur 50 échantillons de viande de poulet. L'absence totale de *Staphylococcus aureus*. **Tougan et al., (2010)**, ont trouvé une moyenne de contamination  $1,53 \times 10$  UFC/g qui sont proche de notre résultat. Les coliformes totaux font partie de la famille des entérobactéries vivant notamment dans l'intestin des humains et des animaux. Ces germes se rencontrent également très souvent dans le milieu extérieur et l'environnement de façon générale. Par ailleurs ces coliformes totaux sont représentatifs des conditions générales d'hygiène au cours des préparations et de stockage des aliments. Nous avons trouvé  $3,5 \times 10^3$  UFC/g de coliformes totaux. Ces résultats sont proches de celui obtenu par **Hassanien et al., (2016)**,  $2,07 \times 10^3$  UFC/g. Le nombre total de coliformes dans les échantillons examinés était presque similaire à celui obtenu par **Hassan-Ola, (2015)** qui a mentionné que la valeur moyenne du TCC dans la viande de poulet était de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g. Des résultats inférieurs ont été obtenus par **Daoud et al., (2012)** qui ont constaté que la valeur moyenne du nombre total de coliformes était de  $5,1 \times 10$  UFC/g. notre résultat est inférieur à celui obtenu par **Javadi et Safaramachaei, (2011)**, qui ont trouvé  $1,4 \times 10^4$  UFC/g dans la viande de poulet examinée. Pour les coliformes fécaux la charge moyenne égale de  $2,0 \times 10^2$  UFC/g. elle est proche à celui trouvée par **Djaffal, (2007)**, ( $2,7 \log_{10}$  UFC/g).

L'addition de l'ail dans la viande de poulet a permis d'inhiber le développement de toutes les flores étudiées dans le présent travail. Certaines études ont démontré avec succès les applications potentielles des plantes médicinales comme additif alimentaire afin de réduire ou de contrôler la flore pathogène dans les produits alimentaires. Les additifs les mieux adaptées

pour l'application sur de la viande et les produits carnés sont l'eugénol, la coriandre, clou de girofle, l'origan, le piment, le romarin et le thym. L'ail révèle une forte capacité inhibitrice contre divers microorganismes pathogènes et d'altération dans différents aliments comme le poulet, les poissons, Torchis et quelques aliments fermentés pour la conservation.

Lors de notre étude l'ail a montré un effet antimicrobien visible vu la diminution du taux FTAM, CT et CF. On voit bien que le jus d'ail présente une activité inhibitrice plus importante sur les coliformes fécaux et totaux avec un pourcentage d'inhibition égale à 100%, et une faible inhibition des FTAM avec un pourcentage d'inhibition de 10,76%. Par contre, l'application de macérât à froid ne présente aucune inhibition des FTAM avec un pourcentage d'inhibition qui est égal à 0%, cependant sur les coliformes fécaux et coliformes totaux il présente une forte inhibition des deux flores fécales et totales avec des pourcentages d'inhibition 58.52%, 73.07%, respectivement. **Nurwantoro et al., (2011)** ont trouvé dans une étude porté sur la viande de bœuf marinée dans le jus d'ail en Indonésie, où la charge des CT a diminuée de  $9.6 \times 10^5$  UFC/g jusqu'à  $3.0 \times 10^2$  UFC/g. **Lu et al., (2011)** montrent que l'effet bactéricide a augmenté avec une augmentation de la concentration du concentré d'ail dans le bœuf. Une réduction de 2 à 3 log-UFC/ml a été obtenue lorsque le concentré d'ail était supérieur à 25 µl/ml.

Ces résultats suggèrent que l'ail, en tant qu'agent antimicrobien naturel, pourrait être utilisé pour prolonger la durée de conservation des saucisses en raison de la présence de l'agent bactériocine l'allicine.



## **Conclusion et Perspectives**

## **Conclusion et Perspectives**

Il ressort de cette étude quelques résultats pertinents relatifs à la valorisation des extraits d'ail. Tout d'abord, lors de la préparation du matériel végétal, les manipulations engendrent des pertes de rendements en poids d'ail lorsque la manipulation est à l'échelle du laboratoire. De plus, on constate l'absence de résultats concluant que ce soit pour le distillat, le macérât ou bien les huiles essentielles récupérées en fin de progrès. Il en est de même pour un extrait d'ail issu d'une macération à chaud. Une autre façon d'obtenir un bio-conservateur, moins gourmand en énergie, serait l'extraction par macération à froid dans l'eau déminéralisée et l'extraction du jus.

L'application de jus d'ail et du macérât à froid d'ail à la matrice alimentaire (la viande blanche) a donné un effet antimicrobien, vis-à-vis de la flore des coliformes ainsi que la flore mésophile aérobie totale. Cela conduit leur utilisation comme une nouvelle alternative dans la conservation des produits alimentaires, elle peut être exploitée en combinaison avec d'autres huiles essentielles ou d'autres procédés de conservation. Elle pourra donner probablement de meilleurs résultats si elle est additionnée à des volumes élevés à ceux utilisés « in vitro ».

Afin d'approfondir cette étude, il serait nécessaire de déterminer la quantité d'allicine dans l'extrait initiale afin d'identifier la CMI de l'allicine et ainsi appliquer une dilution adéquate à l'extrait d'ail. En parallèle, des tests supplémentaires sur la sensibilité de ce dernier aux paramètres tels que le pH et le type de solvant (polaire, apolaire, alcool, acide, ...) seraient également conseillés. L'inclusion de  $\beta$ -cyclodextrines ou de carbamide pour augmenter la stabilité de l'allicine à la chaleur du traitement thermique est alors conseillée. Il faut également éviter de cuire l'ail au préalable afin de ne pas dénaturer l'alliinase qui est essentielle pour obtenir l'allicine.

Enfin, cette étude a permis de mettre en évidence les effets inhibiteurs de la plante (*Allium sativum* L.) sur la croissance des micro-organismes sur certaines souches. La littérature indique cependant que l'ail possède un éventail d'action bien plus large et posséderait des modes d'action différents selon sa concentration en allicine et le type d'organisme touché. Cette thématique est actuellement étudiée dans le domaine médical avec, par exemple, l'utilisation de l'ajoène (produit de la dégradation de l'allicine dont les mécanismes de formation sont encore mal connus) dans les traitements anti-leucémique.



# **Références bibliographiques**

Références bibliographiques

**A**

1. **Agarwal K. C. (1996)**. Therapeutic action of garlic constituents. *Med. Res. Rev.*, 16 (1), 111-124.
2. **Alloui, N., Guergueb, N., & Ayachi, A. (2013)**. Relation entre les pratiques d'hygiène d'abattage et la contamination bactérienne des carcasses de poulets dans la région de Biskra (Algérie).
3. **APS. (2019)**. Intoxications alimentaires : 10.000 cas dont 7 décès en 2018. Disponible sur : <https://www.aps.dz/sante-science-technologie/90280-intoxications-alimentaires-10-000-cas-dont-7-deces-en-2018#:~:text=ALGER%20%2D%20Quelques%2010.000%20cas%20d,Djamel%20Fouurar>.
4. **Ayessou N., Goli T., Cisse M., Diatta H., Fall J., Thiaw O., Ndiaye M., Diop C. (2014)**. Amélioration de la qualité microbiologique du poisson. *rev. Cames*, 2(2), 63-67.

**B**

5. **Bacha D. (2015)**. Gestion d'une toxi-infection alimentaire collective en milieu militaire ; la revue médicale de l'HMRUO ; Vol 2, N°1 ; P 62-63.
6. **Bakri I.M. et Douglas C.W.I. (2005)**. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. *Arch Oral Bio*, 50, 645-651.
7. **Becila, A. (2009)**. Prévention des Altérations et les Contaminations Microbiennes des Aliments. En vue de l'obtention du diplôme de Poste-Garde Spécialiste, option : Alimentaire, Nutrition et Santé, Filière : Science Alimentaire et nutrition. 75 p.
8. **Belguith H., Kthiri F., Chati A., Abu Sofah A., Ben Hamida J. et Ladoulsi A. (2010)**. Antimicrobial and Antioxidant Effects of Milk Protein-Based Film Containing Essential Oils for the Preservation of Whole Beef Muscle. *J. Agric. Food Chem*, 52, 5598-5605.
9. **Ben Aldjia M, Bichari S., (2005)**- Contribution à l'étude de quelques facteurs influençant l'extraction de l'huile d'argan ( *Argania spinosa* : (L) skeels) par voie chimique et physiques. Th.ing, INA El-Harrach, Alger, 2005, p49.
10. **Benkeblia N., (2004)** - Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onionions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*; 37:263-268
11. **Benmeddour T., Laouar H., Benabdi A. et Brahimi S. (2015)**. Evaluation of antibacterial and antifungal activity of extracts from three species of the genus *Allium*: *A. cepa*, *fistulosum* and *sativum* grown in agricultural area of doussen (wilaya of biskra). *Courrier du Savoir*, 19, 9-14.
12. **Bensalem A., AGLI A-N. et Oulamara H. (2014)**. P028 : Fréquences de consommation alimentaire chez les ménages algériens. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 28, 82-83.
13. **Benyagoub, E., Boulanouar, A., Ahmed, M.S., Nebbou, N. & Bouloufa, A. (2016)**. Essai d'évaluation de l'activité antibactérienne de la gomme arabique d'*Acacia tortilis* (Forssk) contre quelques souches bactériennes pathogènes Evaluation test of antibacterial activity of the Arabic gum of *Acacia tortilis* (Forssk) against some pathogenic bacterial strains. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85:237-252.

14. **Block E., (2010)**, *Garlic and other alliums : The lore and the science*. Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry
15. **Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Bouhdid D., Skali NS., Abrini J. (2006)**- Thymus essential oils:chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterialactivities. *Biochimie, Substances Naturelles et environnement, CongrèsIntrntional de biochimies, Agadir.* 324-327.
16. **Bouhi, S.Talbi, S. soulaymani, R. Mokhtari, A.et Soulaymani, A. (2006)**. L'étude de toxiinfection alimentaire au Maroc. Les premières congrès national sur l'Alimentation de Production Agricole statut -16-17 Mars 2006.
17. **Bourgeois C.M. ; Plusquellec A., (1991)**.Prélèvement, transport et préparation des échantillons. *Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires.* 2e édition, Paris: éd. Lavoisier, 14-22
18. **Bourgoin MA, GarzaGuajardo R, Philippe G, Souchet S (2017)**. Etude des propriétés antimicrobiennes de l'extrait d'ail (*Allium sativum* L.). Ecole Supérieure d'agricultures –F49000 Angers – France
19. **Boussaada, O., JihèneChriaa, J., Nabli, R., Ammar, S., Saidana, D., Ali Mahjoub, M., Chraeif, I., Helal, A.N. &Mighri, Z. (2008)**.Antimicrobial and antioxidantactivities of methanolextracts of *Evaxpygmaea* (Asteraceae) growingwild in Tunisia. *World Journal of MicrobiologyBiotechnology*, 24: 1289-1296.
20. **Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., &Igic, R. (2008)**. Composés phénoliques comme antioxydants dans l'ail (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Chimie alimentaire* , 111 (4), 925-929.
21. **Budjulobo I., (2010)**. Analyse bactériologique des saucissons vendus dans les alimentations de la ville de Kisangani dans la commune Makiso. Thèse Magister., Univ. SCI. Bio, kisangani, 64p
22. **Burnichon N, Texier A, (2003)**. L'antibiogramme : la détermination de sensibilité aux antibiotiques. *Bactériologie, Paris.* 16p

## C

23. **Cartier P., (2007)**. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovines, compte rendu final n° 17 05 32 022 ; service qualité des viandes, département techniques d'élevage et qualité. P 12,58.
24. **Castro,R,Javier,Cerna,C, Jorge F., Méndez, R, Eligio, et al, (2012)**. Presence of faecalcoliforms, *Escherichia coli* and diarrheagenic *E. coli* pathotypes in ready-to-eatsalads, from an areawherecrops are irrigatedwithuntreatedsewage water. *International journal of foodmicrobiology*, vol156, no 2, p 176-180.
25. **Cavallito C., Bailey J.H., (1944)**.*Allicin, the antibacterialprinciple of Allium sativum. Isolation physicalproperties and antibacterial action.* J. Am. Chem. Soc., 66
26. **Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. & Mohammed Omar. (2007)**. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia. *Food Chemistry*, 104: 1586-1593.
27. **Cheradi, D., & Sarni, C. (2016)**. Évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux d'ail (*Allium sativum*) et son application pour la conservation de la viande fraîche de dinde (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

**D**

28. **Daoud, J.R. (2012)** .Microbialquality of frozenchickenmeatatgrocery stores in Qena city, International Conference and Exhibition on Food Processing&Technology, 2012.
29. **Davis SR., Perrie R., Apitz-Castro R. (2003)** . The in vitro susceptibility of *Scedosporium prolificans* to ajoene, Allitridium and a rawextract of garlic (*Allium sativum*). *J.Antimicrob. Chemother.*Pp593-597.  
Disponible sur : <https://academic.oup.com/jac/article/51/3/593/897284?login=false>
30. **Decagna D., (2013)**, *Inhibitingenzymatic formation of blue-green pigments in garliccloves*, Master of Science, Kansas State University
31. **Delcenserie, V., China, B., Gavini, F., Beerens, H., & Daube, G. (2002)**. Proposition pour un nouveau standard indicateur de la contamination d'origine fécale dans les aliments: le genre *Bifidobacterium*. In *Annales de médecine vétérinaire* (Vol. 146, pp. 279-294). ANNALES DE MEDECINE VETERINAIRES.
32. **Dethier B. (2010)**. Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Mémoire de Master, Université de Liege. Belgique.
33. **Djaffal, S. (2007)**. Appréciation de la qualité bactériologique des carcasses de poulets destinés à la consommation humaine. Mémoire Magistère en médecine vétérinaire. Centre Universitaire El-Tarf (Algérie).

**E**

34. **Ekwenye UN, Elegalam NN, (2005)**.Antibacterialactivity of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe and Garlic (*Allium sativum* L.) extract on *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. *Int. J. of MolecularMedicine and Advanced Science* 1 (4): 411-416.
35. **Elgroud R. (2020)**. Toxi-infections Alimentaires Collectives et Risques Alimentaires institut des sciences vétérinaires El Khroub.et d'Embalage) de Sétif
36. **Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira, L., Dias, L.G. & Pereira, E. (2008)**.Antioxidant and antimicrobialeffects of phenoliccompoundsextracts of Northeast Portugal honey. *Food and ChemicalToxicology*, 46: 3774-3779.

**F**

37. **Fauchere JL., Avril JL. (2002)**- Bactériologie générale et médicale. Ed. Ellipses, Paris, p 365.
38. **Favier J.C, Ireland Ripet J, Toque C, Feinberg M., (1995)**- Répertoire général des aliments .Table de composition INRA, CNEVA, Ciquel. Tec et Doc /Paris p 897.
39. **Fertout-Mouri, N., Latreche, A., Mehdadi, Z. &Bengherraz, Z. (2016)**. Activité antibactérienne de quatre extraits de *Teucriumpolium*L. du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, 85: 253-262.

## G

40. Geneva, 6-16., (May 1991): resolutions and decisions, annexes. World Health Organisation.
41. Ghesquiere, C. (2016). Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires (Doctoral dissertation) UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE. disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01443858/document>
42. Gilbert J. and Woods S.M. (2006) =. Strategies and considerations for multi-location FHB screening nurseries. In: Ban T., Lewis J.M., Phipps E.E. (eds.). 2006. The global Fusarium initiative for international collaboration: A strategic planning workshop held at CIMMYT, El Batán, Mexico; March 14 - 17, 2006. CIMMYT, Mexico, pp. 93-102
43. Goldman E.L., Green H. (2008). Practical Handbook of Microbiology, Second Edition. CRC Press, 864 p.
44. Gülçin, I., Uğuz, M.T., Oktay, M., Beydemir, S. & Küfrevioğlu, O.I. (2004). Evaluation of the Antioxidant and Antimicrobial Activities of Clary Sage (*Salviasclarea*L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 25-33.

## H

45. Haciseferoğulları, H., Özcan, M., Demir, F., & Çalışır, S. (2005). Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of food engineering*, 68(4), 463-469.
46. Hassan –Ola (2015). Microbiological status of poultry carcasses from retail outlets in Alexandria province. M.V.Sc., Thesis, Fac. Vet. Med., Alex. Univ. Egypt.
47. Hassanien, F. M., El-Sabagh, R. A., Nassief, M. Z., & Refat, M. S. (2016). Bacterial and chemical quality of frozen chicken meat received at governmental hospital modern. *Benha veterinary medical journal*, 30(1), 109-117.
48. Hayet, E., Maha, M., Samia, A., Mata, M., Gros, P., Raida, H., Mohamed Ali, M., Si Mohamed, A., Gutmann, L., Mighri, Z. & Mahjoub, A. (2008). Antimicrobial, antioxidant, and antiviral activities of *Retamaraetam*(Forssk.) Webb flowers growing in Tunisia. *World Journal of Microbiology Biotechnology*, 24: 2933-2940.
49. Hellal, Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

## I

50. Ilić D.P., Nikolić V.D., Nikolić L.B., Stanković M.Z., Stanojević L.P., Cakić M.D., (2011). *Allicin and related compound : Biosynthesis, synthesis and pharmacological activity*. Physics, Chemistry and Technology, 9 : 9-20
51. ISO 7218:1996. Microbiologie des aliments Règles générales pour les examens microbiologiques.

**J**

52. **Javadi, A., Safarmashaei, S. (2011).** Microbial profile of marketed broiler meat. Middle East J. Sci. Res., 9 (5): 652-656.
53. **Jornal Officiel de la République Algérienne (JORA)** du 02/07/2017. 2017.

**K**

54. **Khadri S., (2009)**- Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'ail cultivé (*Allium sativum*) de l'est Algérien vis-à-vis de différentes souches de *Pseudomonas aeruginosa*. Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar Annaba. Disponible sur : <https://biblio.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2015/01/KHADRI-Sihem.pdf>
55. **Klančnik, A., Piskernik, S., Jeršek, B. & Možina, S.S. (2010).** Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts. *Journal of Microbiological Methods*, 81: 121–126.
56. **Kyung K. H., Kim M. H., Park M. S., Kim Y. E. (2002).** Alliinase-independent inhibition of *Staphylococcus aureus* B33 by heated garlic. *Journal of Food Science* 67:780–785

**L**

57. **Lacombe, A., Wu, V.C.H., Tyler, S. & Edwards, K. (2010).** Antimicrobial action of the American cranberry constituents; phenolics, anthocyanins, and organic acids, against *Escherichia coli* O157:H7. *International Journal of Food Microbiology*, 139:102-107.
58. **Lu, X, Barbara A. Rasco, Jamie M. F. Jabal, D. Eric Aston, Mengshi Lin, and Michael E. Konkel., (2011 Aug).** Investigating Antibacterial Effects of Garlic (*Allium sativum*) Concentrate and Garlic-Derived Organosulfur Compounds on *Campylobacter jejuni* by Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Raman Spectroscopy, and Electron Microscopy. *Appl Environ Microbiol.*; 77(15): 5257–5269.

**M**

59. **Mann CM., Cox SD., Markham JL. (2000)**- The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* contributes to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), *Letters in Applied Microbiology*, 30: 294-297.
60. **Meddeb, Wiem (2008).** Etude des effets des rayonnements ionisants sur les propriétés biochimiques et biologiques de l'ail (*Allium sativum*) (INIS-TN--047). Tunisie. Disponible sur : <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/40/028/40028950.pdf>
61. **Medjoudj H., (2010)**- Etude du comportement au séchage de six légumes : Carotte, Courgette, Cardon, Pomme de terre, Ail Et Oignon. Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, p : 30, 90.

## N

62. **National Committee for Clinical Laboratory Standards, (1999).** Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; ninth informational supplement. Wayne, Pennsylvania: NCCLS: document M100-S9, Vol. 19. No. 1, Table 21.
63. **Nurwantoro, V. P. Bintoro, A. M. Legowo, L. D. Ambara, A. Prakoso, S. Mulyani and A. Purnomoadi., (September 2011).** Microbiological and physical properties of beef marinated with garlic juice. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. **36**(3)

## O

64. **Oumokhtar, B., Karib, H., Bouchriti, N., & Araba, A. (1998).** Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattu dans les abattoirs de Rabat. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, **18**(3), 169-176.

## P

65. **Pierre J. (1998).** Hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaire produites humides. Collection Guide Pratique. P25.
66. **Pittler M.H. et Ernst E. (2007).** Clinicaleffectiveness of garlic (*Allium sativum*). *Mol. Nutr. Food Res.*, **51**, 1382 – 1385.
67. **Ponce A.G., Fritz R., Del Valle C.E., Roura S.I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie* **36**:679–684.

## R

68. **Radi, FZ, Zekri, N., Drioiche, A., Zerkani, H., Boutakiout, A., Bouzoubaa, A., & Zair, T. (2022).** Composés chimiques volatils et non volatils et pouvoir biologique du genre *Lavandula* : cas de deux lavandes marocaines *Lavandula angustifolia* Mill. (Lavande cultivée) et *Lavandula pedunculata* (Mill.) Cav. (Lavande spontanée). *Journal égyptien de chimie*, **65** (3), 1-2.
69. **Richard G., (2007),** *Développement d'un biofongicide à base d'ail et de Chitosane pour lutter contre le blanc de la tomate de serre.* Département de phytologie facultés des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université de Laval, Québec

## S

70. Šamec, D., Gruz, J., Strnad, M., Kremer, D., Kosalec, I., JurišićGrubešić, R., Karlović, K., Lucic, A. & Piljac-Zegarac, J. (2010). Antioxidant and antimicrobial properties of *Teucrium arduini* L. (Lamiaceae) flower and leaf infusions (*Teucrium arduini* L. antioxidant capacity). *Food and Chemical Toxicology*, 48: 113-119.
71. Saravanan P, Ramya V, Sridhar H, Balamurugan V, Umamaheswari S, (2010). Antibacterial activity of *Allium sativum* L. on pathogenic bacterial strains. *Globoveterinaria* 4 (5): 519-522.
72. Shan, B., Cai, Y.-Z., Brooks, J.D. & Corke, H. (2007). The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117: 112-119.
73. So, T. K. A., Abdou, R., Sani, I. S., Toudou, A. K., & Bakasso, Y. (2021). Garlic (*Allium sativum* L.): Overview on its biology and genetic markers available for the analysis of its diversity in West Africa. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 7(3), 1-10.
74. Soković M., Van Griensven L. J. (2006). Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of the cultivated button mushroom, *Agaricus bisporus*. *European Journal of Plant Pathology* 116(3):211-224
75. Souci S.W, Fachmann W, Krant H., (1994)- la composition des aliments ; tableaux de valeurs nutritives 5ème édition medpharm, crcpreo/germany, p 1091.
76. Srinivasan D, Sangeetha S, (2009). In vitro antibacterial activity and stability of Garlic extract at different pH and temperature. *Electronic journal of Biology*. 5 (1) : 5-10.

## T

77. Tahri N., Orch H. et Zidane L. (2007). Ail et Microbes : Examen critique de la littérature, revue antibiothérapeutique. . Journée Scientifique « Ressources Naturelles et Antibiothérapie » Laboratoire de Biodiversité et Ressources Naturelles. Université Ibn Tofail, Kenitra)
78. Teuscher, E. ; Anton, R. et Lobstien, A. (2005). Plantes aromatique ; Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. Paris : Tec & Doc. Page : 522.
79. Thomas, A. (2016). Analyse sensorielle temporelle descriptive et hédonique (Doctoral dissertation), Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon.
80. Tian, F., Li, B., Ji, B., Yang, J., Zhang, G., Chen, Y. & Luo, Y. (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of consecutive extracts from *Galla chinensis*: The polarity affects the bioactivities. *Food Chemistry*, 113: 173-179.
81. Toty AA, Guessenn N, Bahi C, Kra AM, Otokore DA, Dosso M, (2013). Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de *Harungan madagascariensis* sur la croissance de souches multi-résistantes. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, (82) : 12 – 21,
82. Tougan, P.U., Salifou, C.F., Ahounou, G.S., Youssao, A.K.I., Kpodekon, T.M., (2010). Evaluation de l'hygiène du procédé d'abattage aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo à l'aide d'examen bactériologique de surface. 13èmes JSMTV., Clermont-Ferrand., 185-186.

V

83. Van Immerseel F., De Buck J., Pasmans F., Huyghebaert G., Haesebrouck F. Ducatelle R. (2004). Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat for animal and public health. *Avian Pathol*, **33**(6), 537-49
84. Van Vuuren, S.F. (2008). Antimicrobial activity of South African medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 119: 462–472.
85. Victor, O. E., & Gaël, N. M. Etude de l'activité antibactérienne (in vitro) des extraits aqueux et méthanoliques de l'ail (*Allium sativum* L.). *Journal of Applied Biosciences*, **141**, 14419-14425.

X

86. Xu X., Miao Y., Chen J.Y., Zhang Q. et Wang J. (2015). Effective production of S-allyl-L-cysteine through a homogeneous reaction with activated endogenous  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase in garlic (*Allium Sativum*). *J. foodsci. technol.*, **52**(3), 1724-1729.

Y

87. Yamada Y., Azuma K. (1997). Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin. *Antimicrob agents chemother.* Pp743-749.  
Disponible sur : <https://journals.asm.org/doi/10.1128/AAC.11.4.743>
88. Yoda, Y., Hu, Z.-Q., Zhao, W.-H. & Shimamura, T. (2004). Different susceptibilities of *Staphylococcus* and Gram-negative rods to epigallocatechin gallate. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 10: 55-58.
89. Yoshida S., Kasuga S., Hayashi N., Ushiroguchi T., Matsuura H. Nakagawa S. (1987). Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Applied environmental microbiology*. Pp 615-617  
disponible sur <https://journals.asm.org/doi/10.1128/aem.53.3.615-617.1987>



# ANNEXES

## **Matériel utilisé**

### **La verrerie**

- > Béchers (250ml, 500ml, 1000ml).
- > Cloche de durham.
- > Erlenmeyers (250 ml, 500 ml, 1000ml).
- > Éprouvette graduée (100ml).
- > Entonnoir en verre.
- > Flacons en verre (10ml, 200ml, 500ml).
- > Mortier en porcelaine.
- > Pipettes pasteur.
- > Tubes à culture.

**Autre matériaux utilisés**

- Anse de platine.
- Bande à gaz.
- Barreau magnétique.
- Boîtes de pétri.
- Ciseau.
- Couteau.
- Cuillère.
- Disque d'antibiotique.
- Disque en papier filtre.
- Elastique.
- Embouts stériles.
- Gant médical.
- Glacière.
- Marqueur permanent.
- Micropipette (de 100µl à 1000µl).
- Papier aluminium.
- Papier film.
- Papier filtre.
- Perforateur de papier.
- Pince métallique.
- Pissettes.
- Portoirs
- Règle en millimètre.
- Ruban adhésif.
- Rubans de paraffine.
- Spatules.
- Tube à hémolyse.

Les Appareilles lourds



Autoclave de la marque SANOCLAV LaM-3-20-ECZ-J.



Agitateur magnétique avec plaque chauffante de la marque DIAB (MS-H-S).



Bain marie de la marque Memmert ( Germany).



Balance de la marque KERN KB.



Bec bunsen



Blinder de la marque Silver Crest.



Centrifugeuse de la marque Sigma



Compteur de colonies de la marque J.P.SELECTA, s.a. (spain).



Distillateur de la marque BunchI Distillation Unit K-350 (Switzerland).



Etuve réglable à température  
différente de la marque  
Memmert ( Germany).



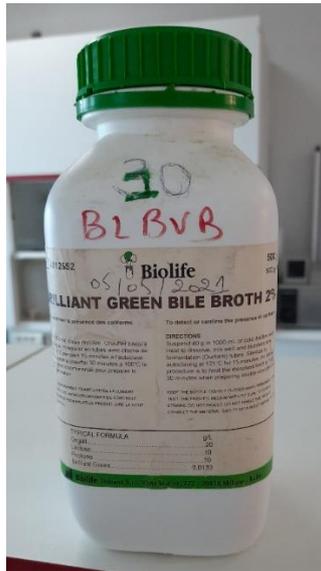
Hachoir de la marque Moulinex.  
(France)



Vortex de la marque Fisher  
Scientific F3 15024

## Les milieux de culture utilisés

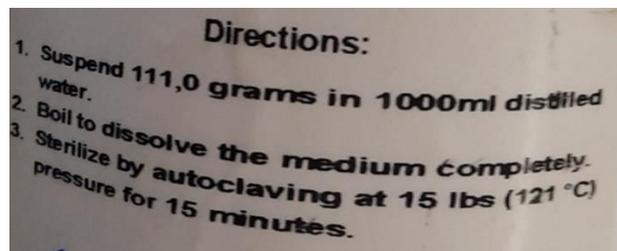
→ BLBVB



**PRÉPARATION**  
 Dissoudre 40 g dans 1000 mL d'eau distillée. Chauffer jusqu'à dissolution, bien mélanger et répartir en tubes avec cloche de Durham. Stériliser à 121°C pendant 15 minutes à l'autoclave. Une autre méthode consiste à chauffer 30 minutes à 100°C le bouillon dissous, ceci étant recommandé pour préparer le bouillon à double concentration.

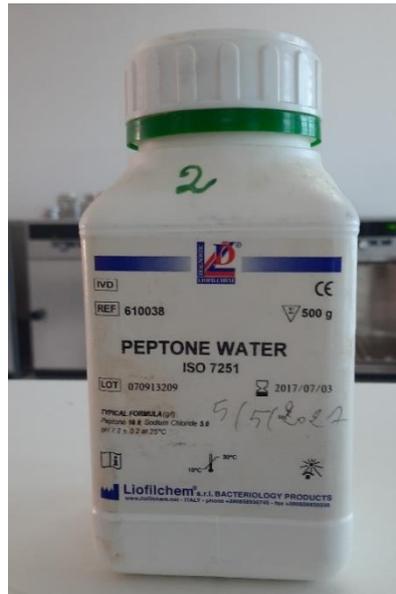
Constituants	Quantité en g/l
Oxgall	20
Lactose	10
Peptone	10
Vert brillant	0,0133
Dissoudre 40 gramme dans 1 litre d'eau distillée. Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

→ CHAPMAN



Constituants	Quantité en g/l
Digestion peptique de tissus animaux	5
Hydrolysate de caséine	5
Extrait de viande de bœuf	1
Chlorure de sodium	75
D-mannitol	10
Rouge de phénol	0,025
Agar	15
pH 7,4 ± 0,2 à 25°C.	
Dissoudre 111 gramme dans 1 litre d'eau distillée.	
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

→ EAU PEPTONÉE



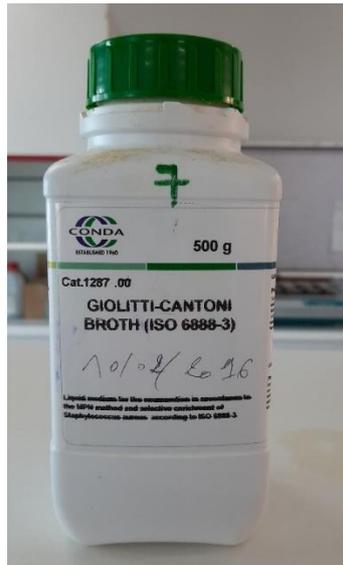
Suspendre 15.0 g dans 1 litre d'eau distillée.  
Chauffer jusqu'à la dissolution totale.  
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.

Constituants	Quantité en g/l
Peptone	10
Chlorure de sodium	5
pH 7,2 ± 0,2 à 25°C. Dissoudre 15 gramme dans 1 litre d'eau distillée. Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

→ EAU PHYSIOLOGIQUE

Constituants	Quantité en g/l
Na cl	9
9 grammes dans 1 litre d'eau distillée. Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

→ GIOLITI CANTONI



**Preparation:**  
 Suspend 55.2 grams of the medium in one liter of distilled water. Mix well and dissolve by heating with frequent agitation. Boil for one minute until complete dissolution. Distribute in 19 ml amounts into tubes and sterilize in autoclave at 121°C for 15 minutes. Cool to 45-50°C and aseptically add 0.1 ml of 1% Potassium Tellurite solution per tube.

Constituants	Quantité en g/l
D-mannitol	20
Peptone caséine	10
Extrait de bœuf	5
Extrait de levure	5
Chlorure de lithium	5
Chlorure de sodium	5
Pyruvate de sodium	3
Glycine	1,8
Polysorbate 80	1
pH 6,9 ± 0,2 à 25°C.	
Dissoudre 55,2 gramme dans 1 litre d'eau distillée.	
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes	

→ MULLER HINTON



**i** Instructions for use :

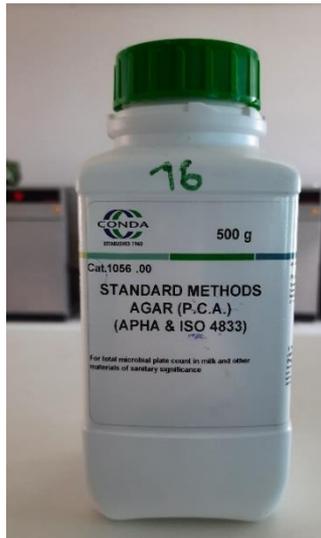
Dissolve 38 gm in 1000 ml distilled water. Gently heat to dissolve the medium completely. Sterilize by autoclaving at 15psi (121°C) for 15 minutes. Cool at 45 - 50°C and pour into sterile Petri plates to achieve an even depth of  $4.0 \pm 0.5$  mm.

Constituants	Quantité en g/l
Hydrolysate de caséine	17,5
Agar	17
Infusion de viande de bœuf	2
Amidon	1,5
pH $7,3 \pm 0,2$ à 25°C.	
Dissoudre 38 gramme dans 1 litre d'eau distillée.	
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

→ MULLER HINTON BOUILLON

Constituants	Quantité en g/l et mg/l
Extrait de viande	2
Calcium	20mg
Mg SO <sub>4</sub>	10mg
Peptone	17.5

→ PCA

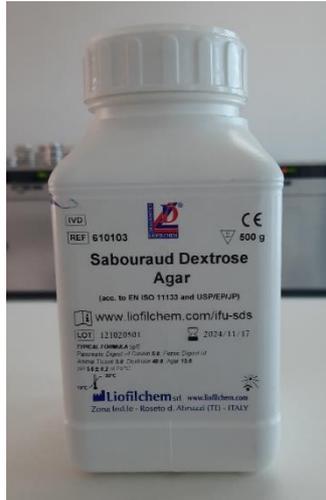


**Préparation:**

Mettre en suspension 23.5 grammes du milieu dans une litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Répartir dans les récipients adaptés et stériliser en l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

Constituants	Quantité en g/l
Hydrolysate enzymatique de caséine	5
Extrait de levure	2,5
Glucose	1
Agar	15
pH final 7 ± 2 à 25°C.	
Dissoudre 23,5 gramme dans 1 litre d'eau distillée.	
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

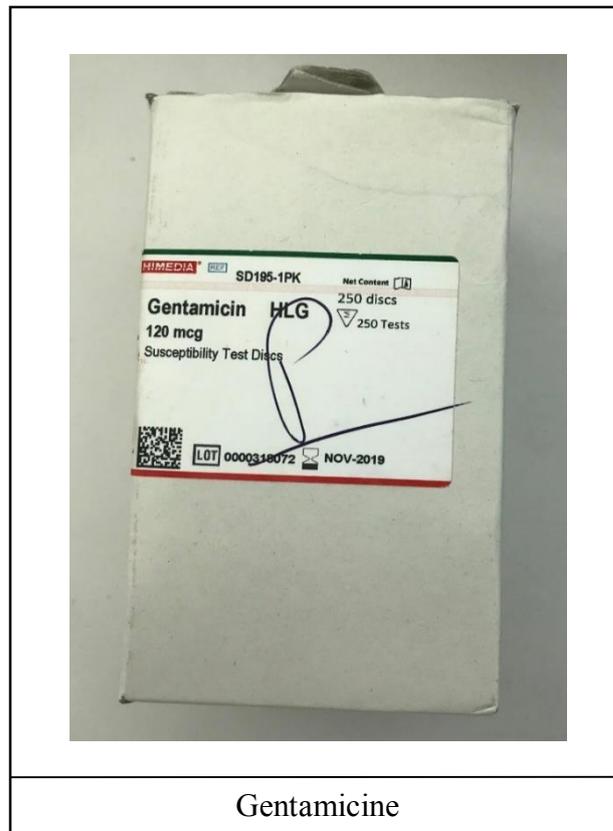
→ Sabouraud



Suspendre 65.0 g dans 1 litre d'eau distillée.  
 Chauffer jusqu'à la dissolution totale.  
 Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.

Constituants	Quantité en g/l
Pancreatic digest of casein	5
Peptic digest of animal tissue	5
Dextrose	40
Agar	15
pH 5,6 ± 2 à 25°C.	
Dissoudre 65 gramme dans 1 litre d'eau distillée.	
Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.	

Les Antibiotiques utilisés



Le Solvant utilisé :

→ DMSO.

Table de MAC GRADY

3 tubes par dilution					
Nombre de caractéristique	Nombre de microorganismes	Nombre de caractéristique	Nombre de microorganismes	Nombre de caractéristique	Nombre de microorganismes
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

## 3- Viandes de volailles, de lapins et leurs dérivés

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Volailles, lapins entiers <sup>(1)</sup> et découpes de volailles avec peau	<i>Escherichia coli</i>	5	2	$5 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^4$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	$10^3$	$10^4$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g	
Découpes de volailles sans peau et coupes de lapins	<i>Escherichia coli</i>	5	2	$10^3$	$10^4$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g	
Produits à base de volaille destinés à être consommés cuits	<i>Escherichia coli</i>	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Campylobacter</i> spp, thermotolérants	5	0	$10^2$	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Abats crus de volaille	<i>Escherichia coli</i>	5	2	$10^3$	$10^4$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g	
Viande hachée de volaille	Germes aérobies à 30 °C	5	2	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^7$
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	$5 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^3$
	<i>Campylobacter</i> spp, thermotolérants	5	0	$10^2$	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Viandes séparées mécaniquement (VSM) <sup>(2)</sup>	Germes aérobies à 30 °C	5	2	$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^6$
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	50	$5 \cdot 10^2$
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 10 g	

(1) Les prélèvements sur les carcasses entières sont réalisés sur les volailles, de part et d'autre du bréchet (muscles pectoraux et peau). Sur les lapins, le prélèvement se fait sur la cuisse.

(2) Ces critères s'appliquent aux produits utilisant la viande enlevée des os, couverts de chair après le désossage ou des carcasses de volailles, à l'aide de moyens mécaniques entraînant la destruction ou la modification de la structure fibreuse des muscles.

## ملخص

حالياً، هناك اهتمام متزايد بالمنتجات الحيوية والصديقة للبيئة بالإضافة إلى التقنيات البديلة للمواد الكيميائية. يتم الترويج للثوم الأبيض (*Allium sativum* L.) بشكل متزايد لخصائصه المضادة للميكروبات. لذلك، أجريت هذه الدراسة بهدف تحديد التأثير المثبط لمستخلصات الثوم المتحصل عليها من خلال عدة طرق، التقطير المائي؛ النقع ساخن؛ النقع البارد واستخلاص العصير، على نمو بكتيريا، *S.typhimurium*، *P.mirabilis*، *M.luteus*، *E.coli*، *B.cereus*، *C. albicans*. إضافة إلى دراسة تأثير هذه المستخلصات المبيد للجراثيم في لحم الدجاج. تم إجراء اختبار الحساسية على أطباق بيتري باستخدام طريقة انتشار في وسط الزرع Muller Hinton. أسفرت النتائج على انعدام وجود نشاط مضاد للبكتيريا لكل من مستخلصات التقطير المائي والنقع الساخن. بينما تبين أن عصير الثوم الطازج فعال جداً ضد العزلات المدروسة، تم تسجيل أكبر قطر تثبيط ضد *Micrococcus luteus* (23,33مم) و *Salmonella typhimurium* (20,16مم). الحد الأدنى للتركيز المثبطة التي تم الحصول عليها للعصير والمنقوع البارد للثوم هي 50٪، وهو ما يعادل 25 µl / 25 µl. المستخلصات الفعالة أعطت نشاطية مبيدة في التركيز 75٪ (37.5 µl / 12.5 µl). إضافة 10 µl بتركيز (75٪) من عصير ومنقوع الثوم البارد في 1 جرام من لحم الدجاج المخزن في درجة حرارة 4 ± 1 درجة مئوية لمدة 16 يوماً. في نهاية التخزين، سجلنا نسب عالية جداً من التثبيط الميكروبي لعصير الثوم. حيث تم تثبيط كلي للبكتيريا القولونية بنسبة 100٪ بينما تثبطت الفلورة الكلية الهوائية بنسبة 10.76٪. بناءً على هذه النتائج، يمثل الثوم بديلاً واعداً كمادة حافظة بيولوجية ومكمل لعملية التبريد.

**الكلمات المفتاحية:** *Allium sativum* L.، النشاط المضاد للميكروبات، التقطير المائي، النقع، الحفظ، لحم الدجاج.

## Résumé

Aujourd'hui, il existe un intérêt croissant pour les productions biologiques et écoresponsables ainsi que les techniques alternatives aux produits chimiques. L'ail (*Allium sativum* L.) est de plus en plus mis en avant pour ses propriétés antimicrobiennes. Ainsi, cette étude a été réalisée avec pour objectif de déterminer l'effet inhibiteur des extraits d'ail obtenus à partir de plusieurs méthodes d'extractions, hydro-distillation ; macération à chaud ; macération à froid et extraction du jus, sur la croissance de *B. cereus*, *E. coli*, *M. luteus*, *P. mirabilis*, *S. typhimurium* et *C. albicans*. En plus, l'étude de l'effet bactéricide de ces extraits ajouté dans la chair de poulet. Le test de sensibilité a été effectué *in vitro* par la méthode de diffusion sur Muller Hinton. Les extraits obtenus par hydro-distillation et macération à chaud ne montrent aucun résultat inhibiteur. Le jus frais d'ail est très efficace contre les souches étudiées, la zone d'inhibition la plus grande a été enregistré contre *Micrococcus luteus* (23,33mm) et *Salmonella typhimurium* (20,16 mm). Les concentrations minimales inhibitrice obtenues pour le jus d'ail et le macérât à froid sont de 50%, ce qui équivaut à 25µl/25µl. L'activité bactéricide est obtenue par le jus frais et le macérât à froid avec la concentration 75% (37.5 µl /12.5µl). L'application de 10µl de CMB (75%) de jus d'ail et de le macérât à froid dans 1g du viande entreposée à 4±1°C pendant 16 jours. A la fin de la conservation, nous avons enregistré des pourcentages d'inhibitions très importants par le jus d'ail. Les coliformes sont inhibés à 100% alors que la Flore totale est inhibée à 10,76%. D'après ces résultats, L'ail offre une alternative prometteuse comme bio-conservateur et peut compléter celui de la réfrigération.

**Mots clés :** *Allium sativum* L., activité antimicrobienne, hydro-distillation, macération, conservation, viande de poulet.

## Abstract

Today, there is a growing interest in organic and environmentally responsible production and alternative techniques to chemicals. Garlic (*Allium sativum* L.) is increasingly being promoted for its antimicrobial properties. Thus, this study was conducted with the objective of determining the inhibitory effect of garlic extracts obtained from several extraction methods, hydro-distillation; hot maceration; cold maceration and juice extraction, on the growth of *B. cereus*, *E. coli*, *M. luteus*, *P. mirabilis*, *S. typhimurium* and *C. albicans*. In addition, the study of the bactericidal effect of these extracts added in chicken meat. The sensitivity test was performed *in vitro* diffusion method on the Muller Hinton medium. The extracts obtained by hydro-distillation and hot maceration showed no inhibitory results. The fresh garlic juice is very effective against the studied strains, the largest zone of inhibition was recorded against *Micrococcus luteus* (23.33 mm) and *Salmonella typhimurium* (20.16 mm). The minimum inhibitory concentrations obtained for garlic juice and cold macerate are 50%, which is equivalent to 25µl/25µl. Bactericidal activity is obtained by the fresh juice and the cold macerate with the concentration 75% (37.5µl /12.5µl). The application of 10µl of CMB (75%) of garlic juice and the cold macerate 1g of meat stored at 4±1°C for 16 days. At the end of storage, we recorded very high percentages of inhibition by garlic juice. Coliforms were inhibited to 100% while total Flora was inhibited to 10.76%. According to these results, garlic offers a promising alternative as a biopreservative and can complement that of refrigeration.

**Keywords :** *Allium sativum* L., antimicrobial activity, hydro-distillation, maceration, preservation, chicken meat.



**Activité  
Scientifique**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي — برج بوعروريج  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون



# شهادة شكر وعرفان

يسر السيد عميد كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون واللجنة التنظيمية أن يتقدمان بالشكر الجزيل للطالبة **بن بلعيد فريال**، نظير جهودها في إنجاز الأيام العلمية الموسومة «**العلم والمعرفة**» يومي 16 و 17 ماي 2022، مع أمتنا بالمرسيد من التعاون العلمي والبحثي.

2022 ماي 17 في برج بوعروريج



رئيس الأيام العلمية

البروفيسور  
بن ثابت عبد الوهاب  
جامعة برج بوعروريج

بديلوطة  
الكلية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون



# شهادة شكر وعرفان

يسر السيد عميد كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون واللجنة التنظيمية أن يتقدمان بالشكر الجزيل للطالبة **بلعلوي جيليا**، نظير جهودها في إنجاز الأيام العلمية الموسومة «**العلم والمعرفة**» يومي 16 و 17 ماي 2022، مع أمتنا بالزهد من التعاون العلمي والبنحني.



جميع بوعريريج في 17 ماي 2022

عميد الكلية  
الكلية

و. طاهر بويلوطة

رئيس الأيام العلمية

البروفيسور  
بن ثابت عبد الوهاب  
جامعة برج بوعريريج



Faculté SNVSTU BBA



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BORDJ BOU ARRERIDJ



# ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le comité d'organisation des journées scientifiques « **La Connaissance & le Savoir** » tenu à l'Université Mohamed El Bachir

El Ibrahimy – Bordj Bou Arreridj les 16-17 Mai 2022, atteste par la présente que :

## BENBELAID Feriel et BELALOUIDjilia



A participé à cette manifestation par une **communication affichée**, intitulée :

« Activité antibactérienne de l'ail (*Allium sativum* L.) et son application dans la conservation de la viande de poulet »

Co-auteur(s) : NASRI Meriem et ABED Hanane

Le doyen de la faculté

الكلية  
بوبرولة

Le président des journées scientifiques



البروفيسور  
بن ثابت عبد الوهاب  
جامعة برج بوعريريج