



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري  
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie moléculaire des microorganismes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

---

**Comparaison des profils microbiologiques du poulet biologique et  
Conventionnel : Influence de l'usage des antibiotiques**

---

Présenté par : LACHTAR Nada

Le : 13/06/2024

BOUKELLAL Nouha

Jury d'évaluation :

**Présidente :** Dr. ABDELAZIZ Ouided (MCB – U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Encadrante :** Dr. GUERGOURI Ibtissem. (MCB – U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Examinatrice :** Dr. MEGHNOUS Ouissem (MCB – U Constantine 1 Frères Mentouri).

**Année universitaire  
2023 – 2024**

# *Remerciements*

Remerciant tout d'abord **Dieu** tout puissant de nous avoir donné la force afin de réaliser ce travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements à Madame **ABDELAZIZ Wided.**, d'avoir bien accepté de présider ce jury.

Nous tenons à remercier Madame **MEGHNOUS Ouissem**, pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire et de l'enrichir par ses propositions.

Nous voudrions présenter nos remerciements à notre encadrante Madame **GUERGOURI Ibtissem**, pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Nous tenons également à remercier Madame **Bendali Maya**, Madame **Sabrina**, Madame **Wassila**, et toute l'équipe du laboratoire d'hygiène de Constantine et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, précisément les docteurs vétérinaires **Lachtar. Z** et **Beguiet. M.**

# *Dédicaces*

*En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre et pour dépasser toutes les difficultés.*

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, et de remerciement à :*

*La mémoire de Mon oncle **Lachtar Moussa** qui vient juste de nous quitter*

*((Allah yarhamou)) que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*Mon père **Lachtar Ali** pour son amour, sa générosité, sa compréhension, ses encouragements incessants, et son soutien moral dans les moments difficiles qui fut une lumière dans tout mon parcours.*

*Ma mère **Benlezzag Leïla** qui m'a entouré d'amour, d'affection, qui fait tout pour ma réussite, qui est toujours présente pour moi, et qui est la source de mon bonheur.*

*Merci pour ces sacrifices et ces encouragements à mon égard tout au long de mon parcours.*

*Je vous aime Papa et Mama, j'implore le tout-puissant pour qu'il vous accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.*

*Mon frère **Aziz**, ma sœur **Sonia**, mon beau-frère **Adlene**, mes chers neveux **Joud** et **Abdelwaheb**, ma belle-sœur **Hadil**. Je vous souhaite beaucoup de succès dans la vie et que chacun de vous puisse réaliser ces ambitions. Et à toute ma famille précisément mon oncle **Lchatar Abdelkader**, mes tantes **Benlezzag Latifa** et **Rania**, mes cousines **Lachtar Asia** et **Lachtar Nadjjet**, **Soundous** et **Nada** pour l'amour et le soutien, aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements.*

*Mon binôme **Nouha**, pour son travail charné et sa passion partagée dans notre étude. Merci pour cette incroyable collaboration et pour tout le moment mémorable passé ensemble.*

*A mes amies, **Marwa** et **Safa Terchi**, **Malek**, **Noussaïba**, **Rayen**, **Roufaïda**, **chaima**, **Marwa** et **Nour Sassi**, je vous dédie ce travail et je vous remercie pour votre amour et vos encouragements.*

**LACHTAR NADA**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents « **MOUHAMED** » et « **Nadjet** »*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis non enfance et j'espère que votre bénédiction ma compagne toujours.*

*Je vous souhaite tout le bonheur du monde.*

*A mes chers frères **Salah eddine** et **Amdjed**, ma fierté dans cette vie.*

*A mes chères tantes **Salima**, **Soria**, **Ajiba**, **Aziza**, **Nacira**, **Hanen** à qui j'exprime mes plus profonds sentiments d'amour.*

*A ma chère tante **Salima** et sa fille **Bessmala**, merci pour le courage, l'amour que vous avez toujours donné pour moi.*

*A mes cousins **Baby** et **Imed** et cousines **Amira**, **Dounia**, **kamella** et **khouloud** merci pour votre aide dans tous mon parcours.*

*A ma chère amie **Nada** la plus belle du monde et mon binôme d'amour, je la remercie pour le sourire qu'elle a su toujours dessiner sur mon visage aussi pour le courage qu'elle m'a donné et tous les moments qu'on a passé ensemble.*

*A mon intime **Amani**, je la remercie pour tout le soutien moral, pour toute la confiance et l'amour qu'elle m'a donné depuis longtemps, je t'aime profondément.*

*Nouha Boukellal*

## **Résumé**

Notre travail a porté sur la comparaison des profils microbiologiques et d'antibiorésistance d'isolats provenant de deux types d'échantillons de poulet : biologique et conventionnel, commercialisés dans la wilaya de Constantine. Dans un premier temps, nous avons effectué des analyses qualitatives et quantitatives en utilisant des méthodes d'isolement sélectif, de caractérisation (macroscopique, microscopique et biochimique) et de dénombrement, incluant l'analyse de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), des coliformes, des streptocoques fécaux, ainsi que la détection de la présence de *Staphylococcus aureus* et de salmonelles. Dans la deuxième partie, nous avons testé différents antibiotiques sur quelques souches isolées. Les résultats du dénombrement de la FTAM, des coliformes et des streptocoques fécaux ont été variables, indiquant l'implication de plusieurs facteurs dans la contamination bactérienne de la viande. Ces dénombrements sont étroitement liés à la qualité hygiénique du poulet, et certains font parties de la flore intestinale, reflétant les conditions d'élevage, d'abattage et de commercialisation. De son côté, la présence d'*Enterococcus*, suspectée d'appartenir à l'espèce *E. faecalis*, sur la viande biologique, présentant le profil d'une souche sauvage, et la détection d'*Escherichia coli* résistante aux bêtalactamines spécifiquement sur le poulet traité aux antibiotiques, suggèrent que cette dernière a probablement acquis une résistance en raison de la pression exercée par l'usage d'antibiotiques dans l'élevage de ce type de poulet. Enfin, l'absence de pathogènes comme *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* sp. Dans tous les échantillons témoigne d'un bon niveau de sécurité microbiologique, favorable à la santé publique.

**Mots clés** : Poulet biologique, poulet conventionnel, élevage, hygiène, contamination bactérienne, antibiotique, résistance.

## **Abstract**

Our work focused on comparing the microbiological profiles and antibiotic resistance of isolates from two types of chicken samples: organic and conventional, marketed in the Constantine region. Initially, we conducted qualitative and quantitative analyses using selective isolation methods, characterization (macroscopic, microscopic, and biochemical), and enumeration, including analysis of total mesophilic aerobic flora (TMAF), coliforms, fecal streptococci, as well as detection of the presence of *Staphylococcus aureus* and salmonella. In the second part, we tested various antibiotics on some isolated strains. The results of TMAF, coliforms, and fecal streptococci enumeration varied, indicating the involvement of multiple factors in bacterial contamination of the meat. These enumerations are closely related to the hygienic quality of the chicken, and some are part of the intestinal flora, reflecting the conditions of rearing, slaughter, and commercialization. On the other hand, the presence of *Enterococcus*, suspected to belong to the species *E. faecalis*, on organic meat, with the profile of a wild strain, and the detection of *Escherichia coli* resistant to beta-lactams specifically on antibiotic-treated chicken, suggest that the latter likely acquired resistance due to the pressure exerted by antibiotic use in the rearing of this kind of chicken. Finally, the absence of pathogens such as *Staphylococcus aureus* and *Salmonella sp.* in all samples indicates a good level of microbiological safety, favorable to public health.

**Keywords:** Organic chicken, conventional chicken, farming, hygiene, bacterial contamination, antibiotic, resistance.

## ملخص

تركزت دراستنا على مقارنة النمط الميكروبيولوجي وأنماط مقاومة المضادات الحيوية للعزلات من نوعين من عينات الدجاج: العضوي والتقليدي، المسوقة في ولاية قسنطينة. في البداية، أجرينا تحليلات كمية ونوعية باستخدام طرق العزل الانتقائي، والتوصيف (العيني، المجهرى، والبيوكيميائي)، والتعداد، بما في ذلك التعداد الإجمالي للأحياء المجهرية الهوائية الميزوفيلة ((FTAM)، والقولونيات، والمكورات العقدية البرازية، بالإضافة إلى الكشف عن وجود العنقوديات الذهبية والسالمونيلا. في الجزء الثاني، قمنا بتجربة مضادات حيوية مختلفة على بعض السلالات المعزولة. كانت نتائج تعداد (FTAM)، والقولونيات، والمكورات العقدية البرازية متغيرة، مما يشير إلى تورط عوامل عديدة في التلوث البكتيري للحوم. هذه التعدادات مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالجودة الصحية للدجاج، وبعضها جزء من البكتيريا المعوية، مما يعكس ظروف التربية والذبح والتسويق. من ناحية أخرى، فإن وجود المَكْوَرَة المعوية، المشتبه في أنها تنتمي إلى النوع *E. faecalis*، على اللحم العضوي، الذي يظهر نمطاً لسلالة برية، والكشف عن الإشريكية القولونية المقاومة للبيبتاكتامات بشكل خاص على الدجاج المعالج بالمضادات الحيوية، يشير إلى أن هذه الأخيرة اكتسبت على الأرجح المقاومة بسبب الضغط الذي يمارسه استخدام المضادات الحيوية في تربية هذا النوع من الدجاج. وأخيراً، فإن غياب الممرضات مثل العنقوديات الذهبية والسالمونيلا في جميع العينات يشير إلى مستوى جيد من السلامة الميكروبيولوجية، المفيدة للصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: دجاج عضوي، دجاج تقليدي، تربية، نظافة، تلوث بكتيري، مضاد حيوي، مقاومة.

## *Liste des figures*

N°	Titre	page
<b>1</b>	Schéma d'une poulailler.	<b>6</b>
<b>2</b>	<i>Pseudomonas fluorescens</i> bacteria, SEM.	<b>10</b>
<b>3</b>	La bactérie multirésistant <i>Acinetobacter baumannii</i> illustration 3D.	<b>10</b>
<b>4</b>	Image en 3D d'une bactérie <i>E.coli</i> .	<b>11</b>
<b>5</b>	<i>Salmonella spp</i> (sous microscope à balayage).	<b>12</b>
<b>6</b>	<i>Campylobacter jejuni</i> 3D.	<b>13</b>
<b>7</b>	Micrographie électronique à balayage de <i>Staphylococcus aureus</i> et d'un neutrophile humain mort.	<b>13</b>
<b>8</b>	<i>Listeria monocytogenes</i> 3D.	<b>14</b>
<b>9</b>	<i>Clostridium botulinum</i> , botulinum toxin.	<b>15</b>
<b>10</b>	<i>Enterococcus faecalis</i> bacteria, SEM.	<b>19</b>
<b>11</b>	Schéma explicatif la Technique de dénombrement de la FTAM.	<b>30</b>
<b>12</b>	Recherche et dénombrement des Streptocoque totaux et fécaux.	<b>32</b>
<b>13</b>	Dénombrement de la FTAM d'E3c.	<b>36</b>
<b>14</b>	(A) Résultats positif du test BLBVB, (B) Test positif sur eau peptonée tamponnée exempte d'indole.	<b>37</b>
<b>15</b>	Résultats du test Rothe E2b.	<b>38</b>
<b>16</b>	(A) Résultats du test Eva Litsky, (B) Isolement des streptocoques fécaux par filtration sur membrane dans le milieu Slanetz,	<b>39</b>
<b>17</b>	(A) virage au noir sur milieu Giolitti Cantoni E2b, (B) isolement de Staphylocoque blanc sur milieu Chapman E1b.	<b>40</b>
<b>18</b>	Croissance de colonies autres que <i>Salmonella</i> sp. Sur milieu Hektoen.	<b>40</b>
<b>19</b>	Observation de croissance bactérienne sur milieu Hektoen.	<b>41</b>
<b>20</b>	Observation de croissance bactérienne sur milieu Chapman.	<b>42</b>
<b>21</b>	Observation de croissance bactérienne sur milieu Slanetz Bartley.	<b>43</b>
<b>22</b>	Aspect macroscopique d' <i>Enterococcus faecalis</i> sur milieu gélose au tellurite de potassium.	<b>43</b>
<b>23</b>	Observation microscopique de S1.	<b>45</b>



<b>24</b>	Observation microscopique de S7.	<b>45</b>
<b>25</b>	Observation microscopique de S5.	<b>45</b>
<b>26</b>	Observation microscopique de S6.	<b>45</b>
<b>27</b>	Observation microscopique de S3.	<b>45</b>
<b>28</b>	Résultats tests biochimiques S5.	<b>46</b>
<b>29</b>	Résultats tests biochimiques S2.	<b>46</b>
<b>30</b>	Résultats tests biochimiques de S6.	<b>46</b>
<b>31</b>	Résultats tests biochimiques de S7.	<b>46</b>
<b>32</b>	Résultats d'antibiogramme de <i>E.coli</i> (S7).	<b>48</b>
<b>33</b>	Résultats d'antibiogramme de <i>Klebsiella</i> (S5).	<b>49</b>
<b>34</b>	Résultats d'antibiogramme de <i>Pseudomonas</i> sp. (S6).	<b>49</b>
<b>35</b>	Résultats d'antibiogramme de Staphylocoque blanc (S4).	<b>50</b>
<b>36</b>	Résultats d'antibiogramme de <i>Enterococcus</i> (S1) issue de l'échantillon. E1b.	<b>52</b>

## *Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>1</b>	Principaux antibiotiques utilisés en aviculture.	<b>22</b>
<b>2</b>	Code des échantillons de poulet et leur provenance.	<b>29</b>
<b>3</b>	Résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile dans les quatre échantillons de poulet.	<b>36</b>
<b>4</b>	Résultats du dénombrement des coliformes totaux, fécaux et <i>E. coli</i> .	<b>37</b>
<b>5</b>	Résultats du dénombrement des Streptocoques fécaux sur milieu Rothe et la confirmation de leur présence sur Eva litsky.	<b>38</b>
<b>6</b>	Résultats d'enrichissement de <i>Staphylococcus aureus</i> sur milieu Giolitti Cantoni et leur croissance sur milieu Chapman.	<b>39</b>
<b>7</b>	Résultats de la croissance de Salmonelles sur milieu Hektoen.	<b>40</b>
<b>8</b>	Résultats de l'aspect macroscopique des colonies isolées de poulet biologique et conventionnel.	<b>44</b>
<b>9</b>	Résultats d'observation microscopique des bactéries isolées de poulet biologique et conventionnel.	<b>44</b>
<b>10</b>	Résultats des tests biochimiques des bactéries isolées à partir du milieu Hektoen.	<b>46</b>
<b>11</b>	Les genres bactériens suspectés dans les échantillons de poulet.	<b>47</b>
<b>12</b>	Résultats de l'antibiogramme d' <i>E. coli</i> (S7).	<b>47</b>
<b>13</b>	Résultats de l'antibiogramme de <i>Klebsiella</i> (S5).	<b>48</b>
<b>14</b>	Résultats de profil de résistance/sensibilité de <i>Pseudomonas</i> .	<b>49</b>
<b>15</b>	Résultats de profil de résistance/sensibilité de Staphylocoque blanc.	<b>50</b>
<b>16</b>	Résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques des Entérocoques.	<b>51</b>

## *Liste des abréviations*

**UFC** : Unité Formant Colonie

**UFT** : Unité Formant Trouble

**BLBVB** : Bouillon Lactose Bilié au Vert Brillant

**PCA** : Plate Count Agar

**TSI** : Tri-Sugar-Iron.

**SAC** : Saccharose.

**LAC** : Lactose.

**GLU** : Glucose.

**VP** : Vosges-Proskauer.

**ADN** : Acide désoxyribonucléique.

**CMI** : La concentration minimale inhibitrice.

**CMB** : La concentration minimale bactéricide.

**S** : Sensible.

**I** : Intermédiaire.

**R** : Résistante.

**ASPC** : l'Agence de la santé publique du Canada.

**H<sub>2</sub>S** : Thiosulfate de sodium.

**HRM** : High Resolution Melting.

**PCR** : La réaction de polymérisation en chaîne.

**qPCR** : La PCR quantitative.

**EUCAST** : European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing.

**MLST** : le Multi-Locus Sequence Typing.

**MLEE** : le Multi-Locus Enzyme Electrophoresis.

**PFGE** : Pulsed-field Gel Electrophoresis.

**LEP** : Laboratoire des Pathogènes Enteriques.

# *Table des Matières*

<b>Remerciements</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>ملخص</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Table des matières</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>

## **Partie I : synthèse bibliographique**

### **Chapitre 1 : Pratiques d'élevage et qualité de poulet**

<b>1. L'élevage de poulet en Algérie.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Définition.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Propriétés de poulet.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Types d'élevage.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. Poulet Biologique.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. Poulet Conventionnel.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Valeur nutritionnelle du poulet.....</b>	<b>5</b>
<b>6. Les conditions ambiantes d'élevage.....</b>	<b>5</b>

### **Chapitre 2 : Microbiologie de la viande de poulet**

<b>1. Contamination de la viande de poulet .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Sources de la contamination bactérienne.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. L'élevage.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. L'abattage.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Le personnel.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Infrastructures et équipements.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3. La flore du tube digestif, cuir et muqueuses.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4. Les étapes de l'abattage.....</b>	<b>8</b>

<b>3. Les principaux contaminants bactériens de la viande de poulet.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Les bactéries Saprophytes.....</b>	<b>9</b>
3.1.1. <i>Pseudomonas</i> .....	9
3.1.2. <i>Acinetobacter</i> .....	10
<b>3.2. Les bactéries pathogènes.....</b>	<b>10</b>
3.2.1. <i>Escherichia coli</i> .....	10
3.2.2. <i>Salmonella</i> .....	11
3.2.3. <i>Campylobacter</i> .....	12
3.2.4. <i>Staphylocoque</i> .....	13
3.2.5. <i>Listeria monocytogenes</i> .....	14
3.2.6. <i>Clostridium</i> .....	15
<b>3.3. Les Entérocoques.....</b>	<b>16</b>
3.3.1. Historique et taxonomie.....	16
3.3.2. Habitat.....	16
3.3.3. Caractéristiques bactériennes.....	17
3.3.3.1. Caractères morphologique.....	17
3.3.3.2. Caractères physiologiques.....	17
3.3.3.3. Les caractères culturels.....	18
3.3.3.4. Risque et épidémiologie des entérocoques.....	18
3.3.3.5. <i>Enterococcus</i> , indicateur de résistance aux antibiotiques.....	18

**Chapitre 3 : Usage des antibiotiques en aviculture et résistance des microorganismes du poulet**

<b>1. Antimicrobien et Antibiotique.....</b>	<b>20</b>
<b>2. Type des antibiotiques et modes d'action.....</b>	<b>20</b>
<b>3. Usage d'antibiotiques en aviculture.....</b>	<b>21</b>
3.1. Utilisation à titre thérapeutique curatif.....	21
3.2. Utilisation en métaphylaxie.....	21
3.3. Utilisation en antibioprévention.....	22
3.4. Utilisation au tant qu'additifs dans l'alimentation animale.....	22
<b>4. Les principaux antibiotiques utilisés dans aviculture.....</b>	<b>22</b>
<b>5. L'influence des antibiotiques sur la qualité de la viande de poulet.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Risque liés à l'usage d'antibiotiques.....</b>	<b>23</b>
6.1. Toxicité directe.....	23

6.2. Risque allergique.....	24
6.3. Risque cancérigène.....	24
6.4. Risque de perturbation de la flore digestive du consommateur.....	24
6.5. L'antibiorésistance.....	25
6.6. Risque de transmission de souches résistantes à l'Homme.....	25
7. La résistance aux antibiotiques.....	25
7.1. La résistance naturelle.....	25
7.2. La résistance acquise.....	26
7.3. Mécanismes de résistance.....	26

#### **Chapitre 4 : Méthodes d'analyses microbiologiques de la viande aviaire**

1. La détection des microorganismes dans les produits avicoles.....	27
1.1. Techniques de caractérisation phénotypique.....	27
1.1.1. Caractérisation biochimique culturale (Biotypage).....	27
1.1.2. Observation macroscopique et microscopique après coloration de Gram.....	27
1.1.3. Le sérotypage.....	27
1.1.4. Le lysotypage.....	27
1.2. Techniques de caractérisation génotypique.....	27
1.2.1. HRM (High Resolution Melting).....	27
1.2.2. MLST (Multi-Locus Sequence Typing).....	27
1.2.3. PFGE (Pulsed-field Gel Electrophoresis).....	28
2. Méthodes classiques d'étude de l'antibiorésistance.....	28
2.1. Antibiogrammes.....	29
2.1.1. Méthodes qualitatives.....	29
2.1.2. Méthodes semi-quantitatives.....	29
3. Méthodes moléculaires d'étude de l'antibiorésistance.....	29
3.1. Tests basés sur les acides nucléiques.....	29

### **Partie II : Partie expérimentale**

#### **Chapitre 5 : Matériel et méthodes**

1. Cadre d'étude.....	30
2. Matériel biologique.....	30
2.1. Technique de prélèvement.....	30

<b>3. Méthodes d'analyse.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Analyse microbiologique.....</b>	<b>30</b>
3.1.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.....	31
3.1.2. La recherche des coliformes sur milieu liquide.....	31
3.1.3. La recherche des Streptocoques fécaux.....	32
3.1.4. La recherche des <i>Enterococcus faecalis</i> .....	33
3.1.5. La recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	33
3.1.6. La recherche des Salmonelles.....	34
<b>3.2. Isolement et identification des bactéries détectés.....</b>	<b>34</b>
3.2.1. Aspect macroscopique.....	34
3.2.2. Aspect microscopique.....	34
3.2.3. Etudes des caractères biochimiques.....	35
3.2.4. l'antibiogramme.....	35
3.2.5. La galerie API pour les Streptocoques.....	35
<b>Chapitre 5 : Résultats et discussions</b>	
<b>1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile.....</b>	<b>37</b>
<b>2. Coliformes totaux, fécaux, et <i>E. Coli</i>.....</b>	<b>38</b>
<b>3. Streptocoques fécaux.....</b>	<b>39</b>
<b>4. <i>Staphylococcus aureus</i>.....</b>	<b>40</b>
<b>5. Salmonelles.....</b>	<b>41</b>
<b>6. Caractérisation et identification de quelques bactéries isolées de poulet biologique et conventionnel et analyse de leur profil de résistance aux antibiotiques.....</b>	<b>42</b>
6.1. Croissance sur milieux sélectifs .....	42
6.2. Observation macroscopique et microscopique.....	45
6.3. Tests biochimiques.....	47
6.4. Résultats de l'antibiogramme pour quelques souches.....	48
<b>7. Discussion.....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>57</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>59</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>66</b>

# *Introduction*



Le poulet est l'une des sources de protéines les plus consommées au monde. Selon les chiffres de l'Office national des aliments du bétail et de l'élevage avicole en Algérie (ONAB), la consommation moyenne algérienne de viande blanche est d'environ 50 000 tonnes par mois. Avec l'entrée sur le marché algérien de nouvelles marques qui proposent du poulet 'bio', les consommateurs se demandent : privilégions-nous la consommation de la viande de poulet biologique ou celle de poulet conventionnel ?

La réponse à cette question nécessite des analyses sur plusieurs plans, parmi eux l'analyse microbiologique de cette viande. En effet, la manière dont ces poulets sont élevés, que ce soit sans ou avec l'utilisation d'antibiotiques, peut avoir un impact significatif sur la microbiologie de la viande. La compréhension des profils microbiologiques est cruciale pour évaluer les risques pour la santé publique, notamment en ce qui concerne la résistance aux antibiotiques et la sécurité alimentaire. L'augmentation de la résistance aux antibiotiques chez les pathogènes d'origine alimentaire est particulièrement préoccupante, car elle peut réduire l'efficacité des traitements médicaux. Il est important de noter que l'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage de poulets est directement corrélée à l'augmentation de la résistance aux antibiotiques chez les microorganismes isolés de cette viande.

Notre recherche vise à comparer les profils microbiologiques de la viande de poulet issues de fermes biologiques et la viande de poulet conventionnel, vendu dans des boucheries de la région de Constantine, pour identifier des différences significatives en termes de variétés et de charge bactériennes et d'évaluer la présence et le niveau de bactéries résistantes aux antibiotiques dans les deux types de viande.

A travers des recherches menées dans cet axe, les taux inférieurs de résistance aux antibiotiques chez les bactéries isolées du poulet élevé de manière biologique, par rapport à celui élevé de manière conventionnelle, indiquent que l'agriculture biologique peut limiter le développement et la propagation de la résistance aux antibiotiques parmi les bactéries d'origine alimentaire. Elle peut même réduire la présence de pathogènes clés tels que *Salmonella* et *Campylobacter* si un certain nombre de mesures hygiéniques sont prises en compte de l'abattage jusqu'à la commercialisation.

Notre travail est composé de deux parties :

- Une revue de la littérature qui parle de l'élevage de poulet, la microbiologie de la viande de poulet, l'usage d'antibiotiques en aviculture, la résistance aux antibiotiques chez les microorganismes isolés du poulet ainsi que les méthodes d'analyses microbiologique de la viande aviaire.
- Une partie expérimentale : portant d'abord sur l'analyse microbiologique de la viande sur un plan quantitatif et qualitatif ainsi que l'analyse de la résistance aux antibiotiques.

*Revue*  
*Bibliographique*

# *Chapitre 1*

## *Pratiques d'élevage et qualité de poulet*

## 1. L'élevage de poulet en Algérie

L'expansion de l'aviculture en Algérie représente la solution la plus efficace pour répondre aux besoins de la population en protéines animales. Effectivement, près de deux millions de personnes ont amélioré leur apport en protéines dans leurs rations alimentaires (Alloui, 2011).

Après l'indépendance, la production avicole était presque entièrement basée sur l'élevage familial et quelques exploitations et unités de petite ou moyenne taille. En Algérie, l'industrialisation des élevages avicoles s'est avérée être la seule solution rapide et efficace pour combler le manque de protéines animales dans le modèle alimentaire. Un exemple étant la wilaya de Bejaia, où grâce à la présence de zones montagneuses, l'élevage avicole a été favorisé, ce qui la place au quatrième rang national en termes de production avicole. Aujourd'hui, l'élevage hors sol est devenu une tendance dominante et constitue l'une des caractéristiques de l'aviculture moderne. Cette méthode permet une production intensive et contrôlée, mais elle s'accompagne également de nombreux défis et préoccupations, entre autres la propagation rapide des maladies et l'usage intensif des antibiotiques (Kirouani, 2015).

## 2. Définition

Le poulet est une espèce d'oiseaux de la famille des *Phasianidae*. Son système digestif s'adapte à son régime omnivore, avec un gésier et une grande capacité d'assimilation. La nutrition du poulet a été étudiée afin d'améliorer son élevage et sa production de viande et d'œufs. De plus, elle est généralement perçue comme le responsable de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme en raison des problèmes d'hygiène et du non-respect des normes éthiques dans l'élevage (Dennai *et al.*, 2001 ; Fosse *et al.*, 2006).

## 3. Propriétés de poulet

La qualité organoleptique du poulet, comprenant sa couleur, sa tendreté, sa saveur et sa jutosité, est un aspect crucial qui influence la perception des consommateurs. Par exemple, la couleur de la viande peut varier en fonction du régime alimentaire du poulet, avec des nuances jaunes pour ceux nourris au maïs et des teintes plus pâles pour les autres (Pasquesoone, 2023). La tendreté, quant à elle, dépend de plusieurs facteurs physiologiques et environnementaux, tels que la quantité de graisse interstitielle et de collagène, ainsi que les protéines myofibrillaires présentes dans les muscles (Mellor *et al.*, 1958). De plus, la qualité technologique de la viande, comme le pH et la composition en protéines, influe sur sa capacité de conservation et de transformation (Wavreille *et al.*, 2001).

Sur le plan nutritionnel, le poulet est largement apprécié pour sa faible teneur en matières grasses et sa richesse en protéines, ainsi que pour sa contribution en vitamines et minéraux essentiels (**Zubiria, 2021**). Enfin, l'aspect hygiénique et sanitaire est également crucial pour garantir la qualité des produits de poulet, en particulier en ce qui concerne les pratiques d'abattage, de découpe et de manipulation pour éviter toute contamination (**Dennai et al., 2011**).

#### **4. Types d'élevage**

Selon l'approche d'élevage de volailles, ils sont classés en deux types :

##### **4.1. Poulet Biologique**

Le poulet biologique est une volaille qui est élevé en suivant les normes de l'agriculture biologique, ce qui encourage le bien-être animal, la durabilité et la qualité de la viande (**Agence bio, 2023**).

Les poulets biologiques sont élevés en plein air, avec un accès permanent à un environnement extérieur et une alimentation biologique qui comprend au moins 95 % de matières premières. En règle générale, les races utilisées sont rustiques, et l'âge minimum d'abattage est de 81 jours pour les races traditionnelles.

Les traitements préventifs et les vaccins sont préférés afin de restreindre l'usage des antibiotiques, le régime alimentaire vise à améliorer plutôt le système immunitaire de défense naturelle du poulet, tandis que les médicaments naturels sont privilégiés en cas de traitement curatif (**Maître CoQ, 2023**).

##### **4.2. Poulet Conventionnel**

Les pratiques d'élevage de poulet conventionnel visent à produire une grande quantité de viande de poulet de manière rentable. Les poules sont élevées dans de grands poulaillers, elles sont nourries avec des produits protéiques spécialisés de haute qualité d'origine animale et végétale peut favoriser le développement précoce de l'intestin, la physiologie digestive et améliorer la performance de croissance et l'immunité (**Beski et al., 2015**). Ils sont abattus à un âge intermédiaire de 56 jours au minimum (**Beaumont et al., 2004**).

## 5. Valeur nutritionnelle du poulet

Le poulet biologique présente une teneur plus élevée en acides gras oméga-3 et oméga-6 avec une réduction de 3 à 5 % des matières grasses, une teneur plus élevée en graisses saturées et en acides gras oméga-3 (**Kucheruk et al., 2019**).

Les produits de volaille biologique, comme les œufs et la viande, réduisent le cholestérol et les graisses et contribuent à une meilleure santé des consommateurs (**Jokic et al., 2005**).

Le poulet de chair conventionnel recevant une alimentation riche en protéines avait une teneur en graisse abdominale plus faible, et la réduction de la teneur en protéines ou la dilution avec de l'huile ou de l'amidon augmentait la teneur en graisse abdominale (**Gous et al., 1990**).

Les prébiotiques chez les poulets traités avec des antibiotiques entraînent une teneur plus élevée en acides gras saturés, en acides gras polyinsaturés et en acides gras n-3 (**Tavaniello et al., 2018**). Ces modifications influencent la valeur nutritionnelle de la viande, affectant sa teneur en graisses et en acides gras essentiels, ce qui a des implications pour la santé des consommateurs et la qualité perçue de la viande.

## 6. Conditions ambiantes d'élevage

L'environnement des volailles est crucial pour leur santé et leurs performances zootechniques. Un bâtiment bien structuré permet de mieux contrôler ces conditions. La température, par exemple, est primordiale : pour les poussins, elle doit être entre 28°C et 36°C, ajustée selon la qualité du plumage (**Alloui, 2006**). L'humidité influence aussi le bien-être animal ; une hygrométrie élevée dans un climat chaud empêche une bonne évaporation pulmonaire, réduisant ainsi les performances (**Alloui, 2006**). Une ventilation adéquate est nécessaire pour fournir de l'oxygène, éliminer les gaz nocifs et maintenir des conditions idéales de température et d'humidité, avec un renouvellement d'air de 4 à 6 m<sup>3</sup> par kg de poids vif par heure dans les climats chauds (Martino, 1976). L'éclairage artificiel, en complément de l'éclairage naturel, doit répondre aux besoins en activité, confort, sécurité et atmosphère des volailles, sans causer d'éblouissement (**Hartmann, 2016**).

Dans le contexte de l'élevage biologique, les normes dictent un accès continu des animaux à des espaces extérieurs, interdisent l'utilisation de cages. Les bâtiments biologiques sont limités à un maximum de 3 000 poules par 500 m<sup>2</sup>, avec une densité de 6 poules par m<sup>2</sup>, et offrent un

espace en plein air rotatif de 4 m<sup>2</sup> par tête. En comparaison, les bâtiments conventionnels en élevage industriel peuvent contenir jusqu'à 100 000 poules en cage, avec une densité de 13 poules par m<sup>2</sup> (Combe, 2016).

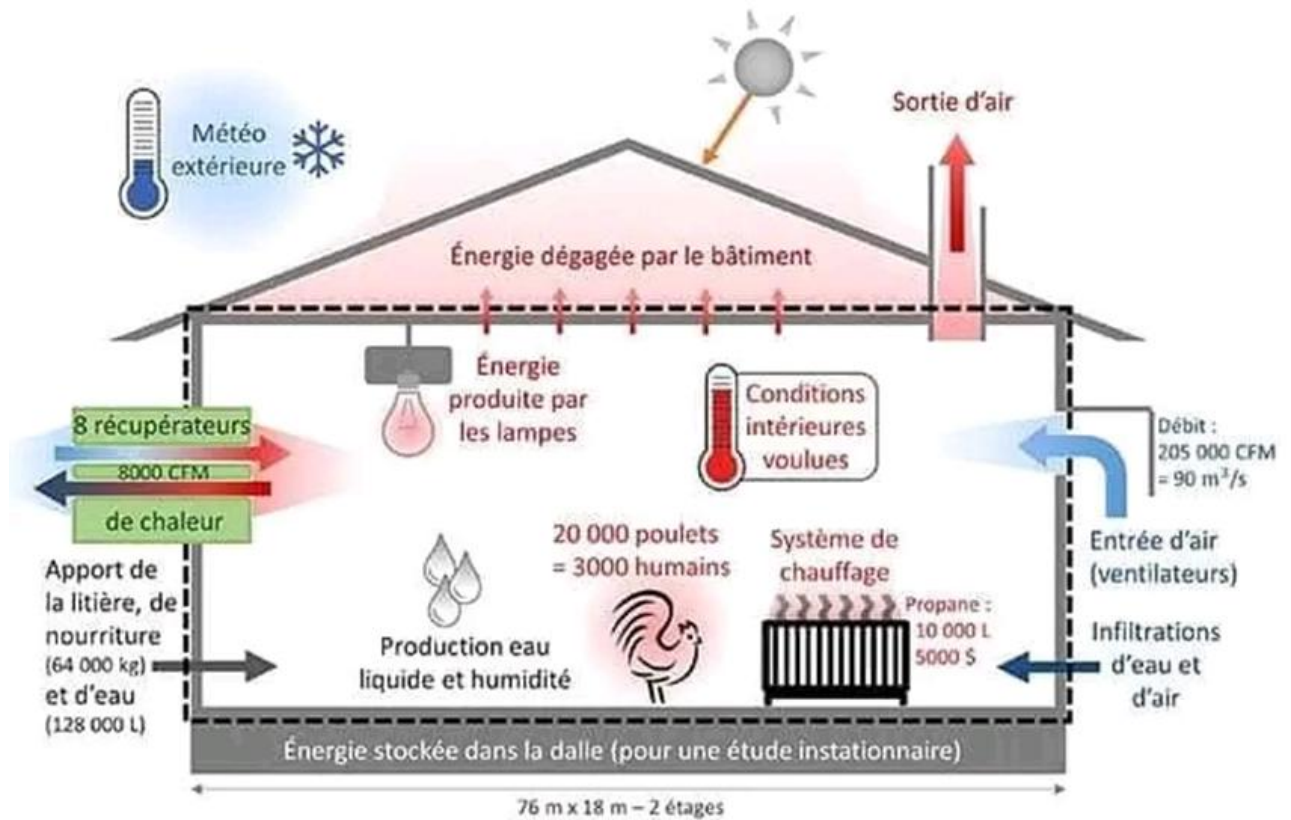


Figure 1 : schéma d'une poulailler (Aveline et Rouse, 2019).



## *Chapitre 2*

# *Microbiologie de la viande de poulet*

## 1. Contamination de la viande de poulet

La viande de volaille peut être contaminée à toute les étapes de sa production, depuis l'élevage jusqu'à l'abattage et à la transformation. Il est possible que la viande de poulet contienne des bactéries pathogènes comme *Escherichia coli*, ce qui peut causer des infections chez les consommateurs. Les petites installations d'abattage de volaille sont aussi susceptibles de contamination si les normes d'hygiène ne sont pas respectées. En outre, les substances chimiques telles que les pesticides et les dioxines peuvent également poser des inquiétudes à la sécurité alimentaire de la viande de volaille. Il est donc primordial de mettre en œuvre des mesures de prévention de contrôle pour diminuer les risques de contamination de la viande (FAO et OMS, 2002; Efsa.europa, 2012).

## 2. Sources de la contamination bactérienne

### 2.1. L'élevage

Une contamination bactérienne, notamment par *Salmonella* et *Campylobacter*, peut être principalement attribuée à des défauts dans les pratiques d'élevage. Un bâtiment mal aménagé favorise la prolifération des germes en présence d'humidité tandis qu'une litière inappropriée, qu'elle soit trop humide, émettrice d'ammoniac, ou trop sèche et poussiéreuse, expose les animaux à des risques de maladies. Une attention particulière à l'alimentation, notamment en termes de teneur en protéines et d'origine des ingrédients comme les farines de poisson, est essentielle pour éviter la contamination des volailles par des agents pathogènes. Enfin, l'eau peut servir de vecteur de contamination si les abreuvoirs sont contaminés par des matières fécales ou alimentaires, créant ainsi un environnement favorable à la multiplication des germes (Fatou, 2003).

### 2.2. L'abattage

Les abattoirs à grande échelle sont susceptibles de contaminer et de propager les bactéries, malgré les avancées technologiques (Denise *et al.*, 2017).

#### 2.2.1. Personnel

Le personnel peut contaminer les carcasses et les surfaces avec lesquelles il est en contact lors de l'abattage par ses mains sales, ses vêtements mal entretenus, son matériel de travail. Il existe un risque élevé de contamination, lorsque le personnel souffrant d'infections de l'appareil respiratoire est en contact avec la carcasse (Benaissa, 2016; Chartier, 2007).

### 2.2.2. Infrastructures et équipements

Les bactéries sont également présentes dans les surfaces, l'air et les liquides des abattoirs, ce qui peut contaminer les carcasses et les découpes de volaille après l'abattage (**Amélie et al., 2017**). Ainsi que le matériel (haches, bacs, couteaux, seaux...) qui peut également être une source de contamination en cas de mauvaise conception (**Hamad, 2009**).

### 2.2.3. Flore du tube digestif, cuir et muqueuses

Les germes de contamination interne proviennent de l'intestin. Il s'agit de bactéries anaérobies (*Clostridium*), aérobie anaérobie facultatives (*Entérobactéries*) ou microaérophile (*Entérocoques, Campylobacter*). L'éviscération et la découpe de la carcasse sont des occasions de contamination du muscle. Les bactéries passent de l'intestin vers le sang de manière relativement fluide. Très courant chez les animaux de bétail (**JeanLouis, 2007b**).

La contamination des cuirs provient en grande partie, du sol et de la poussière (**Loubamba, 2012**). Il existe de nombreux germes présents dans les cuirs, tels que *Escherichia coli* et les Coliformes (*Aerobacter, Enterobacter, Serratia, Klebsiella*) (**Cartier, 2007**).

### 2.2.4. Les étapes de l'abattage

La contamination peut être causée par différentes étapes de l'abattage, telles que la réception des volailles, la saignée, l'échaudage, la plumaison, l'éviscération, le refroidissement, le conditionnement et la découpe (**Cohen et al., 2007**).

Le déchargement des caisses de transport et l'attente des animaux peuvent être des moments de contamination croisée, ainsi que lors de diverses étapes (**Itavi et Coll, 2010**).

- **Echaudage** : l'échaudage sans contrôle de la température de l'eau ou l'échaudage incorrect augmente le risque de contamination bactérienne de la viande de poulet (**Kunnanut et al., 2022**).
- **Plumaison** : le plumage de la volaille pendant l'abattage est une source importante de contamination. Les machines à plumer, en particulier les disques avec les doigts de plumage, sont sujet à des niveaux élevés de contamination principalement par la Salmonelle (**H.Zeng et al., 2021**).
- **Refroidissement** : les carcasses peuvent être refroidies, ce qui peut provoquer des contaminations croisées entre les surfaces.

- **Stockage** : le maintien à une température basse encourage la prolifération des bactéries, et les gestes lors du conditionnement et de la découpe peuvent également entraîner des contaminations croisées (Amélie *et al.*, 2017).

### 3. Principaux contaminants bactériens de la viande de poulet

#### 3.1. Bactéries Saprophytes

La microflore de la contamination de la viande de poulet et des produits à base de viande est composée de germes saprophytes. Parmi eux certains pathogènes sont identifiés dans la viande en général, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus*, *Clostridium*, *Streptococcus*, Entérobactéries et *Lactobacillus* (Fournaud, 1982).

Les hygiénistes accordent également une grande importance à *Escherichia coli*, aux coliformes fécaux et Entérocoques, ces bactéries proviennent directement du tube digestif (Fournaud, 1982).

##### 3.1.1. *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Grams négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0.5 à 1.0 µm sur 1.5 à 5.0 µm, aérobies oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles par un ou deux flagelles polaires. Certains produisent des pigments hydrosolubles fluorescents ou pyoverdine, de couleur jaune-vert qui a un rôle de sidérophores. La plupart des espèces sont des psychrotrophes leur croissance est possible entre 4 °C et 43°C (Labadie *et al.*, 1996; Euzéby, 2007).

Les *Pseudomonas* sont des protéobactéries ubiquistes de la sous classe  $\gamma$  qui peuvent évoluer dans des milieux écologiques très variés. Plusieurs souches sont peu virulentes, mais elles sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents de dégradation de la viande, des produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. stutzeri* (Euzéby, 2007).

Ils sont présents dans les aliments et la réfrigération favorise leur croissance et la synthèse d'enzymes protéolytiques et lipolytiques qui provoquent des altérations trouvées constamment dans des chaînes d'abattage et notamment dans les chambres froides ce qui entraîne une contamination permanente des viandes. *Pseudomonas* est surtout employé comme signe d'altération des viandes fraîches et du lait (Labadie *et al.*, 1996).



**Figure 2 :** *Pseudomonas fluorescens* bacteria, SEM (Dennis, 2024).

### 3.1.2. *Acinetobacter*

Il s'agit de coccobacilles à Gram négatif, strictement aérobies, non sporulés parfois capsulées, immobiles, avec une oxydase négative et catalase positive. Elles se reproduisent facilement dans les milieux ordinaires et sont abondantes dans les flores des aliments altérés ou frais, tel que les carcasses de volailles et les viandes des animaux de boucheries (Guiraud, 2012).



**Figure 3 :** La bactérie multirésistante *Acinetobacter baumannii* illustration 3D (Kateryna, 2021).

## 3.2. Bactéries pathogènes

Ce sont les bactéries pathogènes les plus courantes dans le poulet qui se transmettent de différentes façons, pouvant provoquer des intoxications alimentaires chez l'homme.

### 3.2.1. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* est une espèce de la famille des *Enterobacteriaceae*, il s'agit de petites bâtonnets, Gram négatif, anaérobies facultatifs, non sporulés et mobile à l'aide d'un flagelle péritriches. Elles peuvent fermenter différents sucres, mais leur fermentation de lactose est particulière, avec émission de gaz. Caractérisée également par une multiplication à 44 °C, la

production d'indole, et la présence d'une activité  $\beta$  glucuronidase. Les antigènes somatiques (O), les 56 antigènes flagellaires (H) et les 80 antigènes capsulaires (K) sont utilisés pour identifier les différents sérotypes d'*E. coli* (Feng, 2001; Eslava *et al.*, 2003).

La présence d'*E. coli* est associée à diverses infections telles que les infections extra-intestinales, les infections urinaires, les infections abdominales et les septicémies avec choc septique causé par l'endotoxine O, ainsi que les infections intestinales : on sait que les diarrhées causées par *E. coli* existent depuis 1940. Ces diarrhées sont causées par des souches de sérotypes spécifiques qui entraînent soit des cas occasionnels, soit de petites épidémies (Abhijit *et al.*, 2013).



Figure 4 : Image en 3D d'une bactérie *E. coli*. (Getty images, 2023)

### 3.2.2. *Salmonella*

*Salmonella* est une espèce de bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae*. Les salmonelles sont des bacilles droits, Gram négatif, non sporulés de 0.7 à 1.5  $\mu\text{m}$  de large et de 2.0 à 5  $\mu\text{m}$  de long, aérobies anaérobies facultatifs, mobiles par flagelles péritriches. Les acides et le gaz sont généralement produits à partir de glucose et le citrate de comme seule source de carbone. La croissance de ces bactéries se produit à des températures allant de 8°C à 45°C, mais sont sensibles à la chaleur (Williams et Wilkins, 1984; ICMSF, 1996).

Depuis longtemps, *Salmonella* est la principale cause des infections du tractus digestif humain, associées à la consommation d'aliments d'origine animale. Parmi ces produits, on retrouve notamment les produits de viande de volaille et, plus particulièrement, les œufs. Bien que les producteurs fassent des efforts, le taux de contamination de la volaille vivante par *Salmonella* demeure très élevé. Le sérotype Enteritidis de l'espèce *Salmonella enterica subsp. enterica* est le plus fréquent dans le domaine de l'aviculture. Ce sérotype est dominant chez les

poules pondeuses et plusieurs sérotypes sont isolés chez les poulets à l'engraissement (VanImmerseel *et al.*, 2005).



**Figure 5 :** *Salmonella spp* ( sous microscope à balayage) (Touaitia, 2022).

### 3.2.3. *Campylobacter*

Les *Campylobacter* sont des bactéries Gram négatif, microaérophiles, non sporulées, spiralées, qui peuvent se transformer en forme de coccoïde, considérée comme une forme de dégénérescence. En général les espèces de *Compylobacter* présentent une mobilité élevée grâce à un ou deux flagelles polaires (anses, 2020). Ces espèces sont thermotolérantes, ont un taux de croissance optimal à une température de 42 °C. Cette catégorie englobe les espèces *C. jejuni*, *C. coli* (OIE, 2017).

Les enquêtes cas-témoins mettent en évidence clairement le risque de consommer des viandes de volailles contaminées et insuffisamment cuites. De la même manière, il semble que les transferts de contamination lors de la manipulation de carcasses de volailles soient des éléments de risque (Anses, 2020).

La toxi-infection alimentaire à *Campylobacter* présente des symptômes assez similaires à ceux d'une salmonellose. *C.jejuni* peut provoquer un syndrome arthritique post-infectieux, une inflammation hépatique ou rénale, et surtout le syndrome de Guillain-Barré, qui se traduit par une paralysie temporaire du système nerveux périphérique. Ce syndrome est considéré comme extrêmement grave et mortel (Anses, 2011).

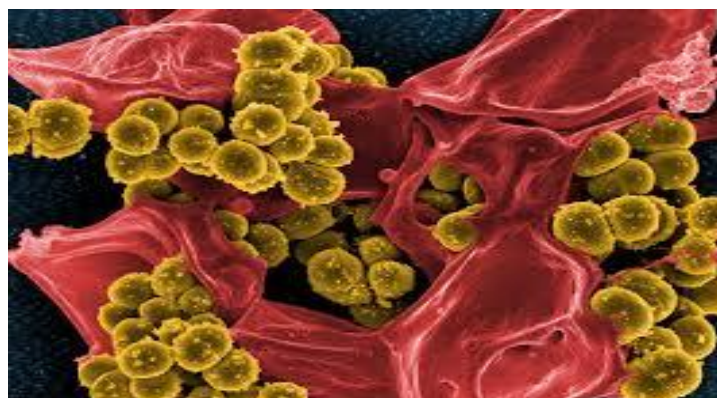


**Figure 6 :** *Campylobacter jejuni* 3D (Sophie, 2020).

#### 3.2.4. *Staphylocoque*

Les Staphylocoques sont des bactéries à Gram positif, encapsulées de manière ininterrompue, aérobies anaérobies facultatives, ubiquitaires. Ils se présentent le plus souvent sous l'aspect de coques regroupés en amas irréguliers, parfois isolés par paires ou en très courtes chaînes. La virulence de la bactérie in vitro est liée à un équipement enzymatique complexe, dont la capacité à produire une enzyme de type coagulase. L'espèce *Staphylococcus aureus* (*Staphylocoque doré*) à coagulase positive, est distincte des autres espèces de Staphylocoques à coagulase négative, regroupés également sous le nom de Staphylocoques blancs (*S.epidermis*, *S.hominis*, *S.capitis*... (Caby et al., 2010).

Les infections bactériennes les plus fréquentes chez l'homme sont causées par *Staphylococcus aureus*. Ces bactéries se trouvent principalement dans les fosses nasales, l'intestin, la peau ou les annexes glandulaires (l'aisselle et le périnée) (Idir et Kerkour, 2023).



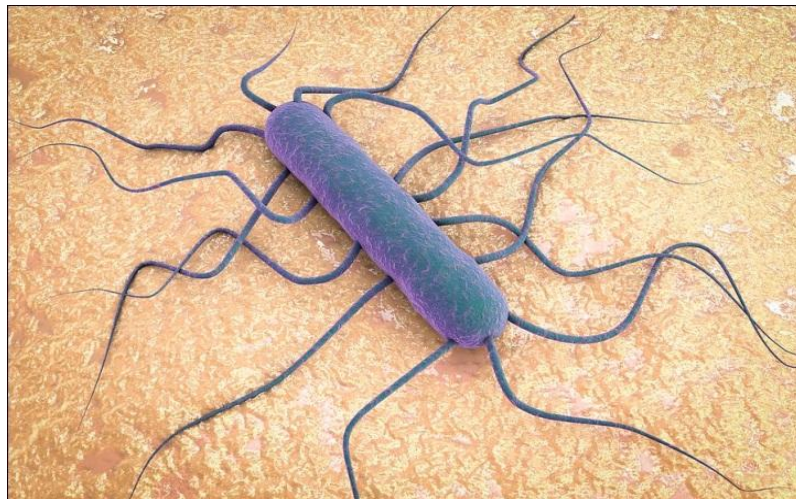
**Figure 7 :** Micrographie électronique à balayage de *Staphylococcus aureus* et d'un neutrophile humain mort (Getty images, 2020).



### 3.2.5. *Listeria monocytogenes*

Les *Listeria* sont des bacilles de petites tailles à Gram positif, non sporulés, anaérobies facultatifs, psychrophiles, avec une catalase positive et une oxydase positive. Ces bactéries sont dotées de flagelles péritriches qui leur permettent de se déplacer à des températures allant de 20 à 30°C. Cependant, ils ne se déplacent pas à des températures supérieures à 37°C. Ce microorganisme peut être observé au microscope sous la forme d'un bâtonnet et peut parfois être disposé en courtes chaînettes ou en forme de V ou de Y. Toutefois, il arrive parfois que les cellules présentent une forme coccoïde similaire à celle des *Streptococcus* (Rayser et Marth, 2007).

La listériose désigne la maladie liée à l'infection par *Listeria*. Cette maladie est principalement due à *Listeria monocytogenes* et touche spécialement les personnes âgées, les personnes immunodéficientes, les femmes enceintes et les nouveaux-nés. Cette infection peut prendre deux formes différentes la forme non invasive et la forme invasive. La voie orale est la principale source de contamination par *Listeria monocytogenes*, principalement par la consommation de produits alimentaires contaminés. Cependant, d'autres moyens peuvent également être utilisés, comme la transmission directe par contact avec la peau, notamment chez les vétérinaires travaillant avec des animaux contaminés, par exposition de la cornée et par transmission verticale au fœtus (Michael *et al.*, 2008).



**Figure 8 :** *Listeria monocytogenes* 3D (Kateryna, 2018).

### 3.2.6. *Clostridium*

*Clostridium* est un groupe de bactéries gram positives strictement anaérobies et sporulées, mobiles généralement par des flagelles péritriches. Présentes dans le sol et les tractus digestifs des animaux. Il englobe des agents pathogènes humains tels que ceux qui provoquent le botulisme.

Le botulisme est une maladie paralytique flasque grave causée par les neurotoxines botuliques produites par la bactérie anaérobie formant des spores *Clostridium botulinum* et certaines souches de *Clostridium baratii* et *Clostridium butyricum* (Ostrowski *et al.*, 2012).

*C. perfringens* est une espèce courante qui contamine les produits alimentaires, ceux d'origine animal, il est possible que ces produits soient contaminés lors de la phase d'éviscération à l'abattoir ou à partir de l'environnement souillé (plan de travail, contact avec des aliments contaminés, etc.) (Anses, 2010).

Les maladies graves causées par *C. perfringens* incluent une entérite nécrotique chez les porcelets, les volailles et plus rarement chez les jeunes d'autres espèces, une entérotoxémie chez les ovins, les bovins et parfois d'autres espèces, ainsi qu'une dysenterie chez l'agneau (Anses, 2010).



Figure 9 : *Clostridium botulinum*, botulinum toxin (Anonyme, 2014).

### 3.3. Les Entérocoques

#### 3.3.1. Historique et taxonomie

THIERCELIN fait la découverte de l'entérocoque en 1899. En 1906, ANDREWS et HORDER ont donné le nom de *Streptococcus faecalis* à des bactéries susceptibles de causer des problèmes d'endocardites chez les patients. En 1933, LANCEFIELD présente les différents sérogroupes des streptocoques et classifie les entérocoques comme des streptocoques de groupe sérologique D, avec certains *Streptococcus* tels que *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus* et *Streptococcus suis* (Gournier *et al.*, 1994).

KALINA suggéré en 1970 de transférer *Streptococcus faecalis* et *Streptococcus faecium* au genre *Enterococcus*. La biologie moléculaire et de nouvelles techniques, comme la détermination du pourcentage G+C, le séquençage de l'ARNr 16S et l'hybridation ADN-ADN, ont permis à Schleifer *et al.*, (1984) de reclasser les bactéries *Streptococcus faecalis* et *Streptococcus faecium* respectivement en *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* (Aguilar *et al.*, 2012).

#### 3.3.2. Habitat

Les entérocoques sont des organismes ubiquistes, qui peuvent survivre à différents types de stress environnementaux et coloniser diverses niches écologiques (Fisher et Philips, 2009).

Les entérocoques sont de bons témoins de la présence de contamination fécale. Ces bactéries ont été découvertes dans tous les échantillons de celles provenant de l'homme et dans de nombreuses fèces provenant d'origine animale (Teixeira et Facklam, 2003).

- **L'humain**

Chez l'homme adulte, les entérocoques constituent une minorité de la communauté bactérienne du tractus gastrointestinal. Selon les analyses moléculaires, Ces bactéries ne constituaient qu'environ 1 % de la microflore intestinale chez un adulte (Sghir *et al.*, 2000). Il semble que *E. faecalis* soit la plus fréquemment observée dans les fèces humaines (Devriese *et al.*, 1995; Finegold *et al.*, 1983) ainsi qu'en petite quantité dans la cavité orale (Chenoweth *et al.*, 1990).

La flore normale du tractus génital est également constituée d'entérocoques, dont *E. faecalis* est l'espèce prédominante (Finegold *et al.*, 1983).

- **Volaille**

La majorité des espèces d'*Enterococcus* appartiennent à la flore intestinale normale. Il est important de souligner que différentes espèces peuvent coexister dans une même zone écologique. Cependant, il y a tout de même une certaine particularité d'hôte. Dans l'intestin des animaux de ferme, les espèces les plus fréquentes du genre *Enterococcus* sont *E. faecalis*, *E. faecium*, *Enterococcus hirae* et *Enterococcus durans* (Devriese et al., 1991).

Chez la volaille, l'évolution de la colonisation par les différents entérocoques varie en fonction de l'âge. Au fil du temps, *E. faecalis* est rapidement remplacé par les espèces du groupe *E. faecium* (*E. faecium*, *E. hirae* et *E. durans*) (Devriese et al., 1991).

- **Autre**

Les entérocoques sont présents dans l'intestin humain et animal, mais aussi dans les eaux usées, l'eau douce, l'eau de mer, dans le sol et sur les végétaux. La dispersion importante est due aux diverses voies de transmission, qu'elles soient féco-orales ou aérosoliques (Teixeira et Facklam, 2003).

### 3.3.3. Caractéristiques bactériennes

#### 3.3.3.1. Caractères morphologiques

Les *Enterococcus* sont des coques à Gram positif qui présentent des cellules ovoïdes. Ils se développent individuellement, en paires ou en courtes chaînes, et sont souvent allongés dans la direction de la chaîne (Thiercelin et Jouhaud, 1903). Dans l'organisme, il rappelle le pneumocoque isolé ou en chaînette. Dans les cultures en bouillon, il ressemble au streptocoque. Sous forme de diplocoques, les deux grains sont inégaux (Guyon, 1960).

#### 3.3.3.2. Caractères physiologiques

Les *Enterococcus* se présentent sous forme de coques non-sporulants, anaérobies facultatifs, immobiles. Ils ont une température de croissance optimale de 35°C. Les souches prolifèrent entre 10 et 45°C, la majorité durent 30 minutes au chauffage à 60°C. Il est possible qu'ils se multiplient dans une solution de 6,5 % de NaCl et à un pH de 9,6. Il s'agit d'organismes chimioorganotrophes, qui ont un métabolisme homofermentaire. Ils sont à oxydase et catalase négatives. Certaines souches ont la capacité de générer de la pseudocatalase (Thiercelin et Jouhaud, 1903). Elles hydrolysent. Elles hydrolysent l'esculine en présence de 40 % des sels biliaires (Reissier, 2016).

### 3.3.3.3. Caractères cultureux

Selon **Carip et al (2015)** il est possible de diagnostiquer les entérocoques en utilisant une culture ou un sérodiagnostic. L'entérocoque se distingue des streptocoques et du pneumocoque en raison de :

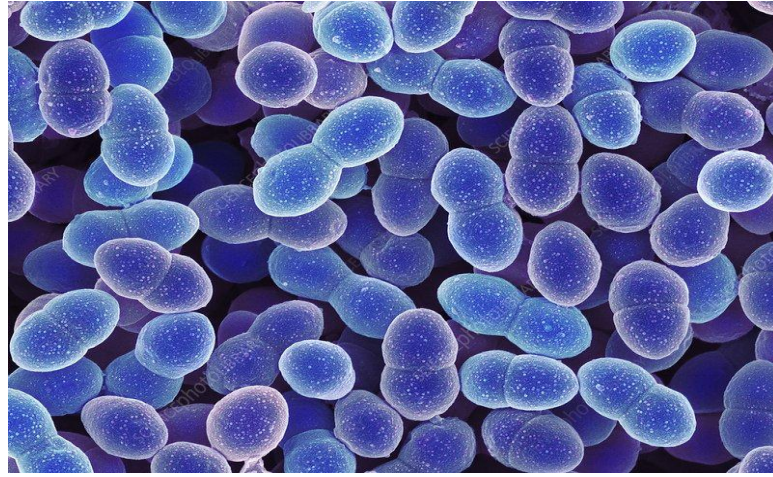
- Son polymorphisme ;
- Sa culture en bouillon bilié.
- Sa culture est d'une couleur noire sur une gélose à l'esculine. Alors que le streptocoque le pneumocoque ne se modifie pas par l'environnement (**Guyon, 1960**).
- Les colonies sont généralement non hémolytiques lors de la culture sur géloses au sang de mouton, sauf pour une sous-espèce *E. faecalis*, la variété Zymogène, qui est hémolytique.
- Elles sont de petite taille (0,5-1mm), transparentes, blanchâtres, sans aucun élément jaune (**CTCB, 2007**).

### 3.3.3.4. Risque et épidémiologie des entérocoques

Les entérocoques sont des pathogènes opportunistes qui peuvent causer des infections urinaires, des endocardites ou des septicémies à porte d'entrée urinaire, génitale ou digestive (**Carip et al., 2015**). Les entérocoques présentent un risque en raison de leur origine gastro-intestinale, de leur intégration dans la chaîne alimentaire, de leur résistance aux antibiotiques et de leur capacité à échanger du matériel génétique, ainsi que, pour certaines souches, à produire de grandes quantités d'amines biogéniques liées à la fermentation (**Aguilar et al., 2012**).

### 3.3.3.5. *Enterococcus*, indicateur de résistance aux antibiotiques

Les espèces *E. faecalis* et *E. faecium* peuvent facilement se propager à travers la chaîne alimentaire, contaminer l'eau et l'environnement (**Bogaard et Stobberingh, 2000**). Ils sont généralement présents en grande quantité dans les aliments d'origine animale comme les carcasses de bœuf, de porc et de volaille, ce qui suggère une contamination fécale (**Giraffa, 2002; Franz et al., 1999**). En outre, ils sont extrêmement capables d'acquérir et de transmettre la résistance aux antibiotiques (**Teixeira et Facklam, 2003**). Tous ces traits expliquent leur inclusion dans les programmes de surveillance de l'antibiorésistance en tant qu'indicateurs de résistance aux antibiotiques pour les bactéries à Gram positif (**Cindy, 2012**).



**Figure 10 :** *Enterococcus faecalis* bacteria, SEM (Dennis, 2024).

## *Chapitre 3*

# *Usage des antibiotiques en aviculture et résistance des microorganismes du poulet*

## 1. Antimicrobien et antibiotique

Les antibiotiques, dérivés du terme "antimicrobien", ont pour origine le grec anti (contre), mikros (petit) et bios (vie), définis comme des substances capables de lutter contre la vie des microorganismes. L'adjectif "antibiotique" a été introduit en 1889 pour désigner une substance produite par un organisme en vue de détruire un autre (**Muylaert et Mainil, 2012**). Ultérieurement, cette définition a été précisée comme une substance chimique produite par un microorganisme ayant la capacité d'inhiber sélectivement la croissance ou de tuer d'autres microorganismes. Les antibiotiques, produits par des microorganismes, ont la capacité d'inhiber ou de détruire les bactéries et autres microorganismes, déterminant leur spectre d'activité par l'étendue de leur action antibactérienne. Leur utilisation s'étend aux traitements médicaux des maladies bactériennes chez l'homme et les animaux, caractérisant ainsi leur importance dans la santé publique et vétérinaire. Les propriétés des antibiotiques, telles que leur spectre d'activité, leur toxicité sélective, leur activité en milieu organique, ainsi que leur absorption et diffusion dans l'organisme, les distinguent et en font des outils thérapeutiques cruciaux (**Mehdi, 2008**).

## 2. Type des antibiotiques et modes d'action

Les antibiotiques se divisent en deux principales catégories selon leur origine : naturelle ou synthétique. Les antibiotiques d'origine naturelle sont issus de divers microorganismes, tels que les champignons (*Penicilium*, *Cephalosporium*, *Aspergillus*), les actinomycètes microfilaments (notamment *Streptomyces*), et certaines bactéries (genres *Bacillus* et *Pseudomonas*) (**Mehdi, 2008**). Un exemple est la bacitracine utilisée dans certains traitements locaux. En revanche, les antibiotiques synthétiques sont produits soit à partir de dérivés artificiels, soit par recréation de substances initialement extraites de microorganismes. Cette catégorie comprend des médicaments comme les sulfamides, le métronidazole, l'isoniazide, l'acide nalidixique, les fluoroquinolones et les pénèmes. De plus, les antibiotiques semi-synthétiques sont obtenus en modifiant en laboratoire une substance produite par un microorganisme (**Mehdi, 2008**).

Les antibiotiques sont classés selon différents critères, notamment leur origine, leur composition chimique, leur mécanisme d'action et leur spectre d'activité (**Meskine et Benabdelkader, 2016**). Leur mécanisme d'action varie en fonction de leur famille, impliquant notamment l'inhibition de la synthèse de la paroi cellulaire (pénicillines, céphalosporines, carbapénèmes, etc.), de la synthèse protéique (tétracyclines, aminoglycosides, macrolides, etc.), de l'ADN (fluoroquinolones), de l'acide folique (sulfonamides, triméthoprim), ou encore de l'ARN (rifampine) (**Savard, 2008**).



### 3. Usage d'antibiotiques en aviculture

Comme tout organisme vivant, les animaux sont vulnérables à des maladies qu'il faut prévenir ou soigner. La gestion de la santé animale assure à la fois les performances économiques d'un troupeau (production de viande ou de lait en quantité et de qualité, mode d'élevage simplifié), ainsi que le bien-être des animaux. Seuls des animaux en bonne santé sont autorisés à être abattus, de sorte que les viandes commercialisées ne représentent aucun danger pour la santé du consommateur (**Djemli et Fadel, 2021**). Pour ces raisons, il est nécessaire d'administrer des médicaments vétérinaires aux animaux d'élevage. Cela s'applique notamment aux antibiotiques. Selon **L'OMS (2001)**, moins 50 % des antibiotiques fabriqués dans le monde étaient destinés aux animaux d'élevage et de compagnie.

Dans le domaine de l'élevage, les antibiotiques peuvent être administrés de différents modes pour traiter les maladies infectieuses causées par des bactéries (**Djemli et Fadel, 2021**).

Il existe quatre modes d'utilisation d'antibiotique dans l'aviculture :

#### 3.1. Utilisation à titre thérapeutique curatif

Le but principal est de guérir les animaux cliniquement malades et d'éviter la mortalité. Le traitement a également pour effet de guérir et de restaurer la production (viande, œufs, abats, lait...etc.), de réduire la prolifération bactérienne, ce qui peut dans certains cas conduire à la guérison et, lors des infections zoonotiques, éviter la contamination humaine (**Chauvin et al., 2006**).

#### 3.2. Utilisation en métaphylaxie

Quand une infection commune et très contagieuse se manifeste dans un élevage avec des effectifs importants et se déroule de manière aiguë avec suffisamment d'éléments concordants pour attribuer une bactérie, l'ensemble du groupe d'animaux est pris en charge. Les individus exposés mais qui ne présentent pas encore de symptômes cliniques sont donc traités simultanément avec ceux qui sont déjà atteints (**Maillard, 2002**).

### 3.3. Utilisation en antibioprévention

Les antibiotiques peuvent être administrés pendant des périodes cruciales de la vie, sur des animaux qui font face à une pression de contamination régulière et bien connue. Dans ces circonstances, on parle d'antibioprévention car le traitement permet d'éviter complètement l'apparition clinique (Chauvin *et al.*, 2006).

### 3.4. Utilisation au tant qu'additifs dans l'alimentation animale

Il est bien connu que l'utilisation d'un antibiotique comme additif alimentaire, c'est-à-dire qu'il est administré à une faible dose dans l'alimentation animale, peut assurer une protection contre certaines infections bactériennes cela peut également influencer la composition de la microflore intestinale, ce qui favorise une meilleure assimilation des aliments par les animaux et une augmentation de leur croissance (Devie *et al.*, 2006).

## 4. Principaux antibiotiques utilisés dans aviculture

La plupart des familles d'antibiotiques utilisées en médecine vétérinaire sont pratiquement identiques à celles utilisées en santé humaine. Cependant, en comparaison avec les antibiotiques à usage humain, le nombre de molécules est très limité.

**Tableau 1** : Principaux antibiotiques utilisés en aviculture (Dosso , 2014).

Famille	Antibiotiques
<b>Bêtalactamines</b>	Ampicilline, Amoxicilline, Ceftiofur
<b>Aminosides et apparentés</b>	Dihydrostreptomycines (DHS), Gentamicine, Néomycine, Streptomycine, Spectinomycine, Framycétine
<b>Quinolones</b>	Acide oxolonique, Fluméquine, Enrofloxacin, Difloxacin, etc
<b>Tétracyclines</b>	Chlorotétracycline, Oxytétracycline, Doxycycline.
<b>Polypeptides</b>	Colistine et Polymyxine E
<b>Macrolides et apparentés</b>	Erythromycine, Josamycine, Lincomycine, Tylosine, Tilmicosine, Spiramycine, Tiamuline, Tilmicosin.
<b>Sulfamides</b>	Sulfadiazine, Sulfadimidine, Sulfadiméthoxine, Sulfaquinoxalin.

## **5. Influence des antibiotiques sur la qualité de la viande de poulet**

Malgré l'importance cruciale de l'utilisation des antibiotiques en élevage pour combattre les maladies infectieuses bactériennes, il est essentiel de rester vigilant en raison des risques pour la santé animale et la santé publique (**Djemli et Fadel, 2021**).

Selon la Directive 852/81/CEE de 1981, les résidus d'antibiotiques désignent tous les principes actifs ou leurs métabolites qui restent présents dans les viandes ou autres denrées alimentaires provenant de l'animal auquel le médicament en question a été administré (**Mensah et al., 2014**).

## **6. Risque liés à l'usage d'antibiotiques**

Ce danger ne se manifeste qu'après une consommation répétée de produits alimentaires contenant des traces du même antibiotique. En général, la toxicité directe des antibiotiques est très faible. Le cas de toxicité potentielle souvent mentionné est celui du Chloramphénicol, qui serait responsable de plusieurs cas d'anémie aplasique chez l'homme. Cet antibiotique a été suffisamment démontré pour ses propriétés aplasiantes sur les humains (**Djemli et Fadel, 2021**).

### **6.1. Toxicité directe**

Ce danger ne se manifeste qu'après une consommation répétée de produits alimentaires contenant des traces du même antibiotique. En général, la toxicité directe des antibiotiques est très faible. Le cas de toxicité potentielle souvent mentionné est celui du Chloramphénicol, qui serait responsable de plusieurs cas d'anémie aplasique chez l'homme. Cet antibiotique a été suffisamment démontré pour ses propriétés aplasiantes sur les humains (**Djemli et Fadel, 2021**).

## 6.2. Risque allergique

Parfois, les résidus d'antibiotiques issus des aliments sont accusés en allergologie humaine. En effet, ils combinent différentes conditions qui peuvent entraîner des symptômes de type allergique (**Djemli et Fadel, 2021**).

Les antibiotiques les plus fréquemment impliqués sont les  $\beta$ -lactamines, les tétracyclines, les quinolones, les macrolides et les sulfamides. Il est possible que les principes actifs des médicaments, ainsi que des molécules de faible poids moléculaire (comme l'haptène), se lient de manière irréversible à des molécules plus grandes, souvent protéiques, appelées molécules porteuses. Cela crée un complexe qui peut être immunogène et allergène (**Demouly et al., 2000**).

La déclaration d'une allergie nécessite que l'organisme ait été en contact avec l'allergène au moins deux fois : Un contact initial qui sensibilise, habituellement sans symptômes, permet à l'organisme de reconnaître l'allergène, suivi d'un contact secondaire déclenchant qui provoque des symptômes (**Spertini et al., 2012**).

La crise allergique peut être provoquée, même avec des doses d'allergène très inférieures à celles qui ont entraîné la sensibilisation. Étant donné les taux de résidus très faibles, par rapport à la concentration d'antibiotique lors du traitement ou de la prophylaxie, il est très peu probable que les résidus soient responsables d'une sensibilisation initiale de l'individu, mais plutôt d'un effet excitant (**Merad, 2001**).

## 6.3. Risque cancérigène

Les résidus d'antibiotiques peuvent être carcinogènes à long terme, après consommation régulière d'aliments contenant ces résidus, ce qui semble être lié aux résidus de deux familles d'antibiotiques : les nitrofuranes et les nitroimidazoles, qui sont des carcinogènes génotoxiques bien connus (**Sanders, 2005**).

Selon les expériences animales, il a été démontré que leur utilisation prolongée pouvait entraîner des altérations du matériel génétique et l'émergence de tumeurs (**Leitner, 2007**).

Dans de nombreux pays, les nitrofuranes et la furazolidone sont actuellement proscrits chez les animaux de production afin d'éviter ces dangers (**Bernard, 2003**).

## 6.4. Risque de perturbation de la flore digestive du consommateur

La présence de résidus d'antibiotiques dans les aliments peut altérer la microflore intestinale chez l'homme, augmentant ainsi le risque de colonisation de l'intestin par des bactéries pathogènes ou opportunistes (**Fabre et al., 2006**).

Ces résidus peuvent entraîner la mort ou la diminution de la capacité de croissance de certaines bactéries, favorisant ainsi la formation de groupes bactériens potentiellement nocifs. Ce phénomène, connu sous le nom de "réduction des obstacles microbiologiques", diminue l'effet de barrière de la microflore contre ces bactéries extérieures (**Perrin-Guyomard et al., 2005**).

### **6.5. L'antibiorésistance**

La présence d'antibiotiques dans les suppléments pour animaux, bien que très appréciée en particulier par les éleveurs, soulève de plus en plus un problème de santé qui ne peut plus être négligé pour le bien-être du consommateur. En effet, l'utilisation des additifs antibiotiques peut entraîner l'émergence de résistances bactériennes transférables, ce qui représenterait un danger pour l'homme et l'animal. Diverses études expérimentales portant sur les effets des antibiotiques utilisés comme facteur de croissance ont révélé une corrélation entre l'utilisation de ces antibiotiques et l'émergence et l'évolution des résistances bactériennes chez l'homme et les animaux (**Henaoui et Dine, 2013**).

### **6.6. Risque de transmission de souches résistantes à l'Homme**

Les bactéries évoluent rapidement non seulement par mutation, mais aussi par acquisition de matériel génétique exogène, ce qui augmente considérablement le potentiel de diffusion de la résistance aux antibiotiques, surtout lorsqu'elle est portée par des éléments génétiques mobiles. La transmission à l'humain de bactéries résistantes par l'alimentation d'origine animale est confirmée, notamment pour des pathogènes comme *Salmonella*. Par exemple, une épidémie en France en 2004 a révélé que des patients infectés par *Salmonella enterica* résistant à la ceftriaxone avaient consommé de la viande de cheval importée contenant une souche résistante de *S. enterica* Newport portant le gène de résistance bla CMY-2 (**Cattoen, 2015**).

## **7. Résistance aux antibiotiques**

La résistance aux antibiotiques, définie comme la capacité d'une bactérie à survivre à l'action d'un antibiotique précédemment efficace, est un défi majeur pour la santé publique (**OMS, 2015**). Ce phénomène complexe se divise en deux catégories principales :

### **7.1. Résistance naturelle**

La résistance naturelle, ou intrinsèque, est une caractéristique partagée par toutes les souches d'une espèce bactérienne, souvent liée à des gènes chromosomiques communs (**Mehdi, 2008**). Certains micro-organismes sont naturellement insensibles à certains antibiotiques en raison de leur structure cellulaire ou de l'inaccessibilité de la cible (**Mehdi, 2008**).

## 7.2. Résistance acquise

La résistance acquise survient lorsque des bactéries, initialement sensibles à un antibiotique, acquièrent des facteurs génétiques les rendant résistantes, soit par mutation chromosomique, soit par acquisition de gènes provenant d'autres micro-organismes (**Mehdi, 2008**). Les mécanismes de résistance acquise comprennent :

- Résistance chromosomique, résultant de mutations dans l'ADN existant (**Muylaert et Mainil, 2012**).
- Résistance extra-chromosomique, impliquant l'acquisition de gènes via des éléments génétiques mobiles tels que les plasmides et les transposons (**Mehdi, 2008**).
- Résistance par acquisition de gènes transférés, résultant du transfert horizontal d'ADN entre les bactéries (**Doublet, 2012**).
- Résistance croisée, où la résistance à un antibiotique confère une résistance à d'autres antibiotiques de la même classe (**Julie, 2014**).
- Co-résistance, où plusieurs mécanismes de résistance sont liés, entraînant une résistance croisée à plusieurs antibiotiques (**Stephanie, 2009**).

## 7.3. Mécanismes de résistance

La résistance aux antibiotiques peut impliquer divers mécanismes, notamment :

- La destruction ou l'inactivation des antibiotiques par des enzymes spécifiques (**Meskine et Benabdelkader, 2016**).
- Le blocage de la pénétration des antibiotiques dans la cellule bactérienne, souvent observé chez les bactéries Gram négatives (**Gerardj, 2011**).
- La modification de la cible du médicament, rendant ainsi l'antibiotique inefficace tout en préservant le fonctionnement cellulaire (**Gerardj, 2011**).
- L'expulsion active des antibiotiques hors de la cellule par des pompes de résistance, souvent observée chez les bactéries Gram négatives (**Gerardj, 2011**).

***Chapitre 4***  
***Méthodes d'analyses***  
***microbiologiques de la viande***  
***aviaire***

## **1. Détection des microorganismes dans les produits avicoles**

### **1.1. Techniques de caractérisation phénotypique**

#### **1.1.1. Caractérisation biochimique culturale (Biotypage)**

Cette technique utilise des tests biochimiques standards (fermentation des sucres, production de gaz, réduction des nitrates, activité de l'uréase, production de H<sub>2</sub>S) et des milieux de culture sélectifs ou électifs pour identifier et subdiviser les espèces bactériennes. Elle permet de confirmer l'espèce et de caractériser les microorganismes selon les réactions biochimiques observées (Le Minor, 1988 ; Millemann, 1998 ; Kumar, 2009).

#### **1.1.2. Observation macroscopique et microscopique après coloration de Gram**

L'observation de la morphologie des bactéries après coloration de Gram aide à déterminer leur nature (Gram positif ou Gram négatif), leur forme (cocci, bacilles) et leur arrangement (en chaînettes, en amas).

#### **1.1.3. Sérotypage**

Méthode traditionnelle utilisant des anticorps pour réagir avec les antigènes de surface des bactéries, permettant d'identifier des sérotypes spécifiques de Salmonella. Cette méthode est coûteuse, complexe et nécessite des ressources spécifiques (Ryan *et al.*, 2017 ; Wattiau *et al.*, 2011).

#### **1.1.4. Lysotypage**

Technique divisant les souches en lysotypes selon leur sensibilité aux phages, utilisée pour le sous-typage de *S. enteritidis*, en identifiant les réactions avec des phages spécifiques (Baggese *et al.*, 2010 ; De Lappe *et al.*, 2009).

### **1.2. Techniques de caractérisation génotypique**

#### **1.2.1. HRM (High Resolution Melting)**

Technique utilisant la PCR quantitative pour détecter les variations dans les séquences d'ADN, utile pour le génotypage et l'identification des espèces (Wittwer *et al.*, 2003 ; Reed *et al.*, 2007).

#### **1.2.2. MLST (Multi-Locus Sequence Typing)**

Repose sur la sélection et l'amplification de gènes de ménage pour étudier la structure évolutive des populations bactériennes (Maiden *et al.*, 1998; Foley *et al.*, 2007).



### **1.2.3. PFGE (Pulsed-field Gel Electrophoresis)**

Considérée comme le standard pour le typage moléculaire, utilisant des champs pulsés pour séparer de gros fragments d'ADN bactérien, offrant une haute résolution pour les enquêtes épidémiologiques (Berge *et al.*, 2004; Schlichting *et al.*, 1993).

## **2. Méthodes classiques d'étude de l'antibiorésistance**

### **2.1. Antibiogrammes**

Les antibiogrammes évaluent la sensibilité des microorganismes aux antibiotiques, pouvant être qualitatifs, semi-quantitatifs ou basés sur des méthodes de biologie moléculaire (Vazquez, 2022).

#### **2.1.1. Méthodes qualitatives**

Déterminent la sensibilité (S), la résistance (R) ou l'intermédiaire (I) des microorganismes aux antibiotiques, influencées par des données pharmacocinétiques et cliniques (Vazquez, 2022).

#### **2.1.2. Méthodes semi-quantitatives**

- **La méthode des disques** : Mesure le diamètre de la zone d'inhibition autour des disques d'antibiotiques après incubation (Vazquez, 2022).
- **Concentration minimale inhibitrice (CMI)** : La plus faible concentration d'antibiotique empêchant la croissance visible des bactéries (Andrews, 2001).
- **Concentration minimale bactéricide (CMB)** : La plus faible concentration d'antibiotique tuant 99,99 % des bactéries (Andrews, 2001).

## **3. Méthodes moléculaires d'étude de l'antibiorésistance**

### **3.1. Tests basés sur les acides nucléiques**

Ces tests détectent des gènes ou des mutations de résistance connus, permettant de prédire la résistance des bactéries aux antibiotiques (Vazquez, 2022).

# *Matériel et Méthodes*

## 1. Cadre d'étude

Notre travail est basé sur l'analyse comparative de la flore bactérienne du biologique et celle du poulet conventionnel (traité aux antibiotiques), par des techniques de mise en culture. Cette analyse a été menée en Mars 2024 au sein du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Constantine sur une période d'un mois et demi.

## 2. Matériel biologique

Les échantillons de viande de poulet ont été prélevés à deux reprises pour chaque type au niveau de différentes boucheries et fermes localisées dans la ville de Constantine.

**Tableau 2** : Code des échantillons de poulet et leur provenance

Code de l'échantillon	Description
<b>E1b</b>	Poulet biologique Ouled Rahmoun
<b>E2b</b>	Poulet biologique Aïn Smara
<b>E3c</b>	Poulet conventionnel Daksi
<b>E4c</b>	Poulet conventionnel El Khroub

### 2.1. Technique de prélèvement

Juste au moment de l'abattage, les cuisses des poulets sont prélevées aseptiquement et acheminées aussitôt vers laboratoire d'analyses dans des glacières.

Le prélèvement se fait d'une quantité de viande en profondeur de muscle des cuisses à l'aide d'un bistouri stérile, après avoir enlevé la peau.

## 3. Méthodes d'analyse

**La prise d'essai** : 25g du poulet à analyser sont pesés dans un sachet stérile, additionnés de 225ml d'eau physiologique et broyés à l'aide d'un broyeur homogénéiseurs.

### 3.1. Analyse microbiologique

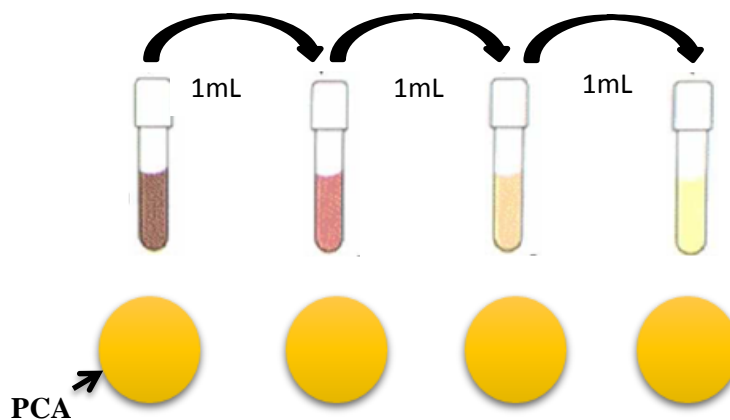
Toutes les méthodes employées dans notre recherche d'analyse hygiénique sont issues du journal officiel (**Direction et Redaction Secretariat General du Gouvernement, 2017**).

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

Le dénombrement de la microflore totale a été réalisé en deux étapes :

- A partir de l'échantillon mère une série de dilution décimale jusqu'à  $10^{-4}$  est réalisée à l'aide d'une pipette pasteur puis 1 ml de chacune est porté aseptiquement dans une boîte de Pétri vide ensemencement se fait en masse par la gélose PCA (Figure).
- Les boîtes sont incubées pendant 72h à une température de 30°C.

Après incubation, nous procédons au dénombrement en choisissant les boîtes contenant une population comprise entre 30 à 300 UFC.



**Figure 11** : Schéma explicatif la Technique de dénombrement de la FTAM

### 3.1.2. Recherche des coliformes sur milieu liquide

#### a. Test de présomption : la recherche des coliformes totaux

- Préparation des dilutions décimales jusque à  $10^{-3}$  (pour chaque dilutions 3 répétitions sont effectuées).
- Transfert de 1 ml de la solution mère et de ses dilutions chacune dans un tube contenant 10 ml du milieu BLBVB avec cloche de Durham.
- Incubation pendant 24-48h à 37°C.
- Un test positif se manifeste par un trouble et la production de gaz détecté dans la cloche.

Le dénombrement s'effectue selon la méthode du nombre le plus probable et en utilisant la table de Mac Grady.

**b. Test de confirmation :** le dénombrement des coliformes fécaux.

- À partir de chaque tube positif, deux tubes sont ensemencés : un tube contenant du BLBVB et un tube contenant de l'eau peptonée exempte d'indole.
- Incubation pendant 24-48h à 44 °C.
- Un test positif se manifeste par le trouble et la production de gaz pour le milieu BLBVB et l'apparition de l'anneau rouge après l'ajout du réactif Kovacs pour l'eau peptonée exempte d'indole.
- Le dénombrement se fait comme précédemment.

**3.1.3. Recherche des Streptocoques fécaux****a. Test de présomption :** sur milieu de Rothe

- Des dilutions décimales allant jusqu'à  $10^{-3}$  sont préparées (pour chaque dilutions 3 répétitions sont effectués).
- 1 ml de la solution mère et de ses dilutions sont transférés chacune dans un tube de Rothe, incubés pendant 24-48h à 37°C.
- Un test positif se manifeste par un trouble.
- Dénombrement selon la table de Mac Grady.

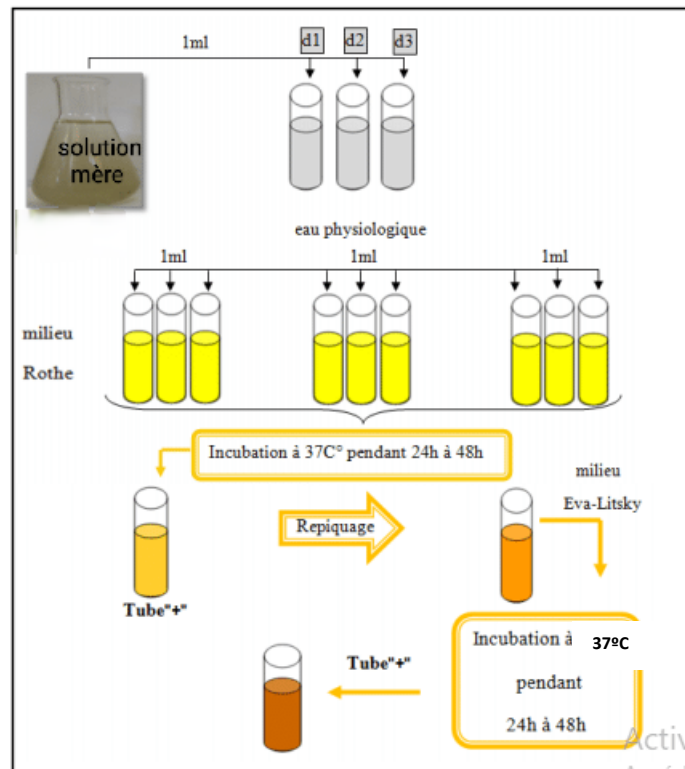
**b. Test de confirmation :** sur milieu Eva Litsky

- À partir de chaque tube positif, un tube de milieu Eva Litsky est ensemencé.
- Incubation pendant 24h 37°C (Figure).

**c. 2ème test de confirmation :** sur milieu Slanetz et Barteley

Après un test positif sur les milieux de Rothe et EVA Litsky, un ensemencement est effectué sur milieu Slanetz pour détecter la contamination d'origine fécale, qui se traduit en particulier par la présence des entérocoques, qui survivent plus longtemps dans l'environnement.

- Le broyat de deux types de poulet est filtré à travers une membrane et déposé aseptiquement sur la gélose Slanetz en boîte de Pétri.
- La présence des colonies rouge à marron sur la surface de la membrane indique un test positif.
- Cette coloration est due à la réduction des tétrazoliums présents dans le milieu par les entérocoques (*Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans*, *E. hirae*)
- Des colonies blanches ou incolores, indiquent qu'il n'y a pas eu de réduction des tétrazoliums : *Streptococcus*, *Lactococcus*, Gram-négatives non entérocoques



**Figure 12** : Recherche et dénombrement des Streptocoque totaux et fécaux (Bouchnid et Couacha, 2021).

### 3.1.4. Recherche des *Enterococcus faecalis*

- Elle se fait sur une gélose additionnée de tellurite de potassium à 0.8%.
- La base gélosée est fondue et maintenue en surfusion.
- Un ml d'une solution tellurite de potassium à 0.8% est mélangé à 20 ml de gélose, le tout versé en boîte et laissé au séchage.
- Un ensemencement en stries serrées est fait, suivi d'incubation pendant 24h à 37°C.
- ✓ Si les colonies sont noires → indique qu'il s'agit d'*Enterococcus faecalis*.
- ✓ L'absence de colonies noires ou la présence de colonies blanches indique d'autres espèces autres que *E. faecalis* (Larcher, 2021).

### 3.1.5. Recherche de *Staphylococcus aureus*

La recherche des staphylocoques passe par deux étapes

- A partir des dilutions décimales retenues ( $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ ), 1 ml de chaque dilution est transféré aseptiquement dans un tube à vis stérile et additionné d'environ 15 ml du milieu d'enrichissement Giolitti Cantoni, homogénéisés puis incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Les tubes ayant viré au noir, seront présumés positifs. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus* :

- Un ensemencement sur milieu sélectif Chapman est effectué à partir des tubes positifs qui seront incubés à 37°C pendant 24h.
- Les colonies jaunes indiquent la présence de *Staphylococcus aureus* (dus à la fermentation du mannitol qui change la couleur du milieu en jaune)
- Colonies blanches (ne fermentent pas le mannitol, le milieu reste rouge ou rose). peuvent être des *Staphylococcus* non *aureus* (ex. *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*).

### 3.1.6. Recherche des Salmonelles

- Un enrichissement sélectif des Salmonelles est effectué dans 15ml de bouillon Sélénite à partir de la suspension mère, et incubation pendant 18-24h à 37°C.
- l'ensemencement se fait sur une boîte de milieu Hektoen à partir de tube sélénite avec trouble, et l'incubation duré 24h à 37°C.
- Si les colonies sont bleu-vertes ou vertes à centre noir : il y'a suspicion de *S. mineur* , *S. paratyphi B*, *P. mirabilis*..... (*S. typhi* : H<sub>2</sub>S +/-)
- Les colonies saumon sont propres à *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Yersinia*.....
- Les colonies bleu-vertes ou vertes indiquent suspicion des *Shigella*, *S. paratyphi A*, *Pseudomonas aeruginosa*....

## 3.2. Isolement et identification des bactéries détectés

Nous avons remarqué le poussé de trois colonies sur le milieu Hektoen. Les colonies suspectes repérées sont sélectionnées, puis repiquées sur des boîtes de pétri contenant la gélose nutritif, L'ensemencement a été effectuée par des striations.

### 3.2.1. Aspect macroscopique

L'examen macroscopique est le premier examen effectué à partir des géloses de l'isolement après purification des différents aspects. C'est une description de l'aspect des colonies (la taille, la forme, la couleur. etc.) qui dépend des caractéristiques propres à chaque microorganisme, du milieu utilisé, de la durée et de la température de l'incubation (**Francias, 2002**).

### 3.2.2. Aspect microscopique

L'observation microscopique permet de faire une étude morphologique des cellules d'une espèce microbienne.

Elle comprend l'examen à l'état frais (examen entre lame et lamelle des bactéries vivantes) (annexe 3) et l'examen après coloration (le plus souvent sur frottis séchés et fixés) (**Francias, 2002**).

### ✓ L'examen après coloration de Gram

A pour but de déterminer l'aspect microscopique de la bactérie et la nature de sa paroi (Gram positif et Gram négatif), la disposition des germes et leur morphologie (cocci, bacille, coccobacille) (Annexe 3).

#### 3.2.3. Etudes des caractères biochimiques

- **TSI** : Est un milieu sous forme d'un tube semi-incliné avec un culot, qui permet la recherche de l'utilisation du glucose, du lactose, de la production d'H<sub>2</sub>S, et de gaz, ainsi que la recherche de la LDC (**Delarras, 2000**).
- **Citrate de Simmons** : Il permet de vérifier si la bactérie testée est capable d'utiliser le citrate comme seule source de carbone. Le milieu utilisé est sous forme d'un tube semi incliné avec un culot. (**2013**)
- **Mannitol-mobilité** : L'étude de la dégradation du mannitol et l'appréciation de la mobilité sont réalisés sur le milieu Mannitol-mobilité qui est un milieu semi solide (**Guirand, 2003**).
- **Urée-indole** :
  - Il permet de voir la présence de l'uréase, enzyme hydrolysant l'urée, activité directement détectable par le suivi de l'alcalinisation (**2013**).
  - Il permet aussi de voir la production d'indole par certaines bactéries qui désaminent puis hydrolysent le tryptophane (**Euzéby, 2007**)(Annexe 2).

#### 3.2.4. l'antibiogramme

C'est une analyse qui permet de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) d'un antibiotique et le caractère résistant, sensible ou intermédiaire d'une souche bactérienne responsable d'une infection vis-à-vis de différents antibiotiques. (Annexe 3)

#### 3.2.5. Galerie API pour les Streptocoques

La galerie API 20 Strep comporte 20 microtubes contenant les substrats déshydratés pour la mise en évidence d'activités enzymatiques ou de fermentation de sucres chez Streptocoques (figure).

Les tests enzymatiques sont inoculés avec une suspension dense, réalisée à partir d'une culture pure de la souche à tester, qui reconstitue les milieux (**bioMérieux SA, 2010**) (Annexe 3).



# *Résultats et discussion*

## 1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile a donné les résultats suivants (tableau 3)

**Tableau 3 :** Résultats du dénombrement de la flore totale aérobie mésophile dans les quatre échantillons de poulet

Type de poulet	E1b	E2b	E3c	E4c
FTAM (UFC/g)	$6.8 \times 10^4$	$8.4 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$8.4 \times 10^5$

Pour les échantillons de poulet biologique (E1b et E2b), nous observons des niveaux de FTAM significativement différents. L'échantillon E2b présente un niveau plus élevé de FTAM ( $8.4 \times 10^5$  UFC/g) par rapport à l'échantillon E1b ( $6.8 \times 10^4$  UFC/g) qui présente le plus bas niveau de contamination. Cela peut indiquer une contamination microbienne plus importante dans l'échantillon E2b.

Pour les échantillons de poulet conventionnel (E3c et E4c), nous remarquons également une différence notable. L'échantillon E4c affiche un niveau plus élevé de FTAM ( $8.4 \times 10^5$  UFC/g) par rapport à l'échantillon E3c ( $1.5 \times 10^5$  UFC/g). Cela suggère une contamination microbienne plus importante dans l'échantillon E4c.

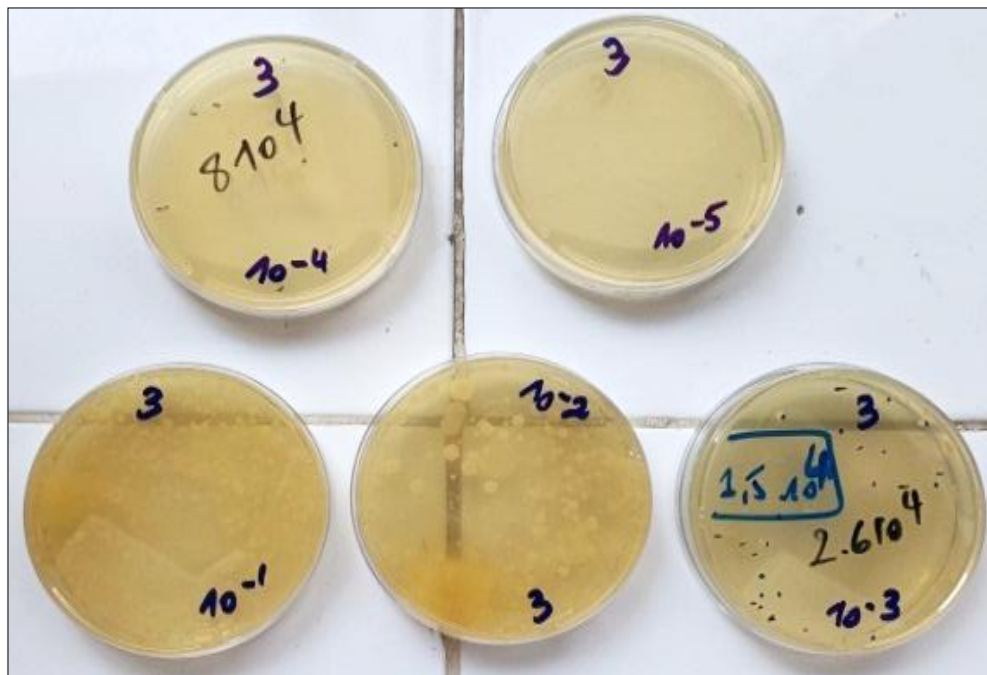


Figure 13 : Dénombrement de la FTAM de E3c

En comparant les échantillons de poulet bio aux échantillons de poulet conventionnel, nous constatons que les échantillons conventionnels ont tendance à présenter des niveaux plus élevés de FTAM. Cela pourrait être dû à divers facteurs, notamment les pratiques d'élevage, l'utilisation d'antibiotiques dans l'alimentation des animaux, ou les conditions de traitement après l'abattage.

## 2. Coliformes totaux, fécaux, et *E. coli*

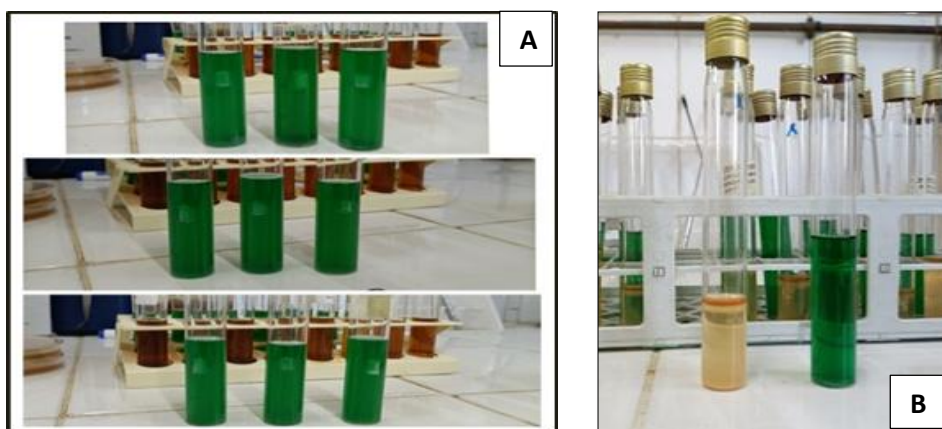
Les résultats du dénombrement des coliformes ainsi que la détection d'*E. coli* a montré les résultats suivants (tableau 4) :

**Tableau 4** : Résultats du dénombrement des coliformes totaux, fécaux et *E. coli*.

Échantillon	Coliformes Totaux (UFT/g)	Coliformes Fécaux	<i>E. coli</i>
E1b	$4 \times 10^1$	(-)	(-)
E2b	$4,5 \times 10^3$	(-)	(-)
E3c	$9,5 \times 10^2$	(-)	(-)
E4c	$1,4 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$

Les échantillons E1b, E2b et E3c montrent des niveaux relativement faibles de coliformes totaux, par rapport à l'échantillon E4c (poulet traité El Khroub) qui présente un niveau significativement plus élevé de coliformes totaux. Cela indique une contamination plus élevée dans le poulet conventionnel traité aux antibiotiques.

En ce qui concerne les coliformes fécaux et *E. coli*, seul l'échantillon E4c est positif. Cela indique une contamination d'origine fécale et une contamination par cette bactérie potentiellement pathogène dans cet échantillon.



**Figure 14** : (A) Résultats positif du test BLBVB, (B) Test positif sur eau peptonée tamponnée exempte d'indole

### 3. Streptocoques fécaux

Selon le test présomptif de Rothe, les résultats de dénombrement ont montré différents niveaux de contamination mais globalement plus importantes pour le poulet conventionnel (tableau 5).

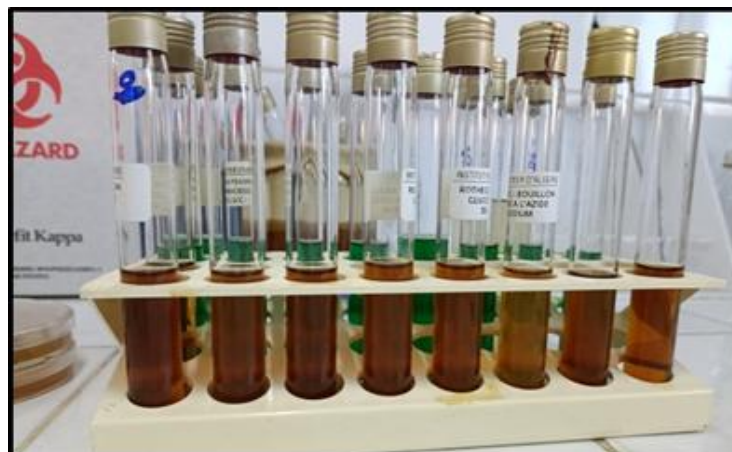
**Tableau 5 :** Résultats du dénombrement des Streptocoques fécaux sur milieu Rothe et la confirmation de leur présence sur Eva litsky.

Échantillon	Rothe (UFT/g)	Eva Litsky
E1b	$1,5 \times 10^3$	(+)
E2b	$4,5 \times 10^3$	(+)
E3c	$2,5 \times 10^3$	(+)
E4c	$4,5 \times 10^3$	(+)

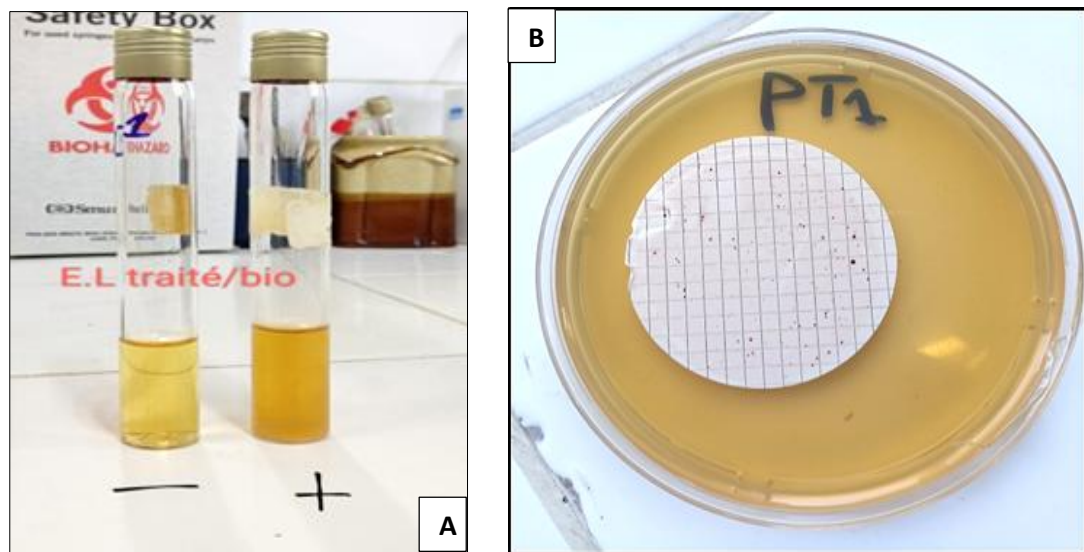
Bien que le milieu Rothe soit sélectif pour les streptocoques fécaux, il n'est pas totalement exclusif. Si l'échantillon est fortement contaminé, il est possible que d'autres micro-organismes, tels que des coliformes ou des staphylocoques, puissent également croître malgré les propriétés sélectives du milieu.

En parallèle, les résultats indiquent que tous les échantillons sont positifs au test Eva Litsky, confirmant ainsi la présence de streptocoques fécaux dans ces échantillons (E1b, E2b, E3c et E4c).

Un isolement réalisé directement sur le milieu sélectif Slanetz et Bartley à partir du broyat de poulet filtré sur membrane, a permis d'isoler deux souches appartenant au genre *Enterococcus* sp. Des deux échantillons biologiques (E1b, E2b), ainsi qu'une souche d'un échantillon conventionnel (E3c) (cette dernière a été malheureusement perdue).



**Figure 15 :** Résultats du test Rothe E2b



**Figure 16 :** (A) Résultats du test Eva Litsky, (B) Isolement des streptocoques fécaux par filtration sur membrane dans le milieu Slanetz,

#### 4. *Staphylococcus aureus*

Pour *Staphylococcus aureus*, seul l'échantillon E2b (poulet biologique) a montré une présomption positive sur le milieu Giolitti Cantoni (tableau 6), mais cela n'a pas été confirmé par le test sur milieu Chapman, puisque les colonies ayant poussé sont de couleur blanche et ne font pas virer le milieu au jaune. Donc elles sont supposées appartenir à une autre espèce de Staphylocoques.

**Tableau 6 :** Résultats d'enrichissement de *Staphylococcus aureus* sur milieu Giolitti Cantoni et leur croissance sur milieu Chapman.

Échantillon	Giolitti Cantoni	Chapman
E1b	(-)	/
E2b	(+)	(-)
E3c	(-)	/
E4c	(-)	/



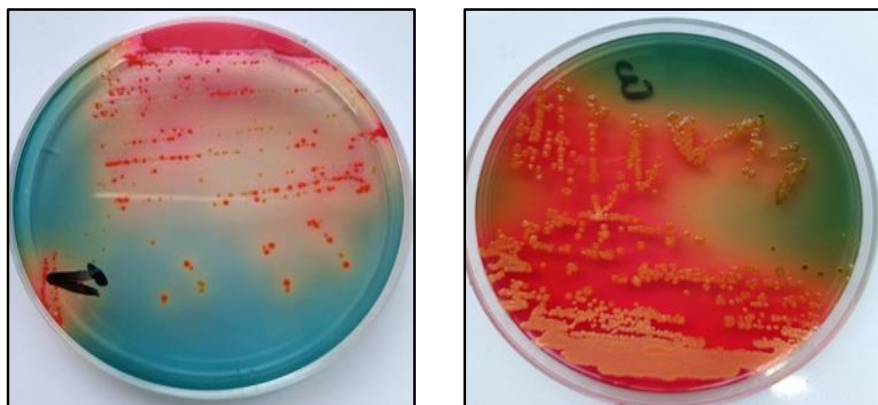
**Figure 17 :** (A) virage au noir sur milieu Giolitti Cantoni E2b, (B) isolement de Staphylocoque blanc sur milieu Chapman E1b.

## 5. Salmonelles

Tous les échantillons (E1b, E2b, E3c, E4c) ont montré un résultat négatif sur le milieu Hektoen (absence de colonies bleu-vertes ou vertes à centre noir), indiquant l'absence de salmonelles dans tous les échantillons.

**Tableau 7 :** Résultats de la croissance de Salmonelles sur milieu Hektoen

Échantillon	Milieu Hektoen
E1b	(-)
E2b	(-)
E3c	(-)
E4c	(-)



**Figure 18 :** Croissance de colonies autres que *Salmonella* sp. Sur milieu Hektoen

## 6. Caractérisation et identification de quelques bactéries isolées de poulet biologique et conventionnel et analyse de leur profil de résistance aux antibiotiques

Sept bactéries ont été isolées à partir de quatre échantillons de poulet, et d'après le milieu d'isolement sélectif, la description de leur aspect macroscopique et microscopique suite à une coloration de Gram, ainsi que quelques tests biochimiques de la galerie classique, nous suspectons leur appartenance à plusieurs genres bactériens. Ci-dessous la démarche d'orientation vers les genres.

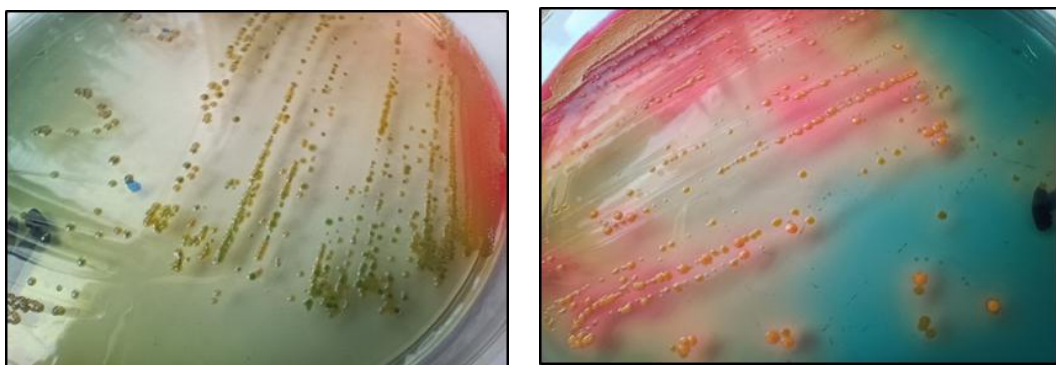
### 6.1. Croissance sur milieux sélectifs

#### ➤ Milieu Hektoen

Sur un milieu Hektoen *E. coli* typique apparaîtra généralement de la manière suivante : Les colonies sont souvent de couleur jaune à orange, avec des bordures lisses, de taille moyenne et de forme ronde. Elle fermente le lactose présent dans le milieu, produisant ainsi des colonies de couleur orange à saumon, indiquant une acidification locale du milieu.

Les colonies du genre *Klebsiella* se présentent typiquement comme suit : Les colonies sont généralement jaunes à orangées en raison de leur capacité à fermenter le lactose présent dans le milieu. Les bordures des colonies sont souvent lisses, peuvent être grandes, rondes et convexes, sont souvent muqueuses ou visqueuses à cause de la capsule polysaccharidique produite par *Klebsiella*.

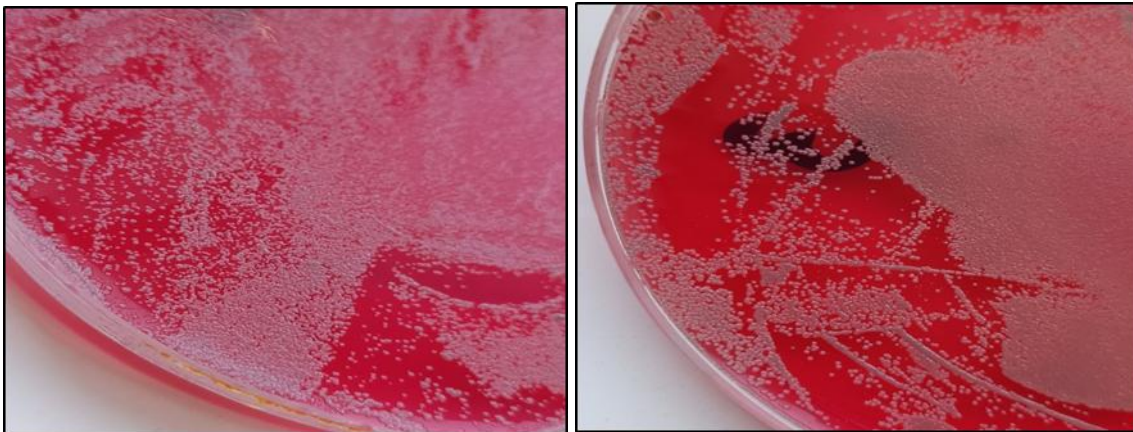
Les colonies de *Pseudomonas* peuvent présenter les caractéristiques suivantes : les *Pseudomonas* ne fermentent pas les sucres présents dans le milieu et n'acidifient donc pas le milieu, apparaissant comme vertes en raison de la production de pigments spécifiques tel que la pyocyanine. Les bordures des colonies sont généralement régulières.



**Figure 19** : Observation de croissance bactérienne sur milieu Hektoen

➤ **Milieu Chapman**

Le milieu Mannitol Salt Agar (Chapman) est sélectif pour les staphylocoques en raison de sa haute concentration en sel (7,5% NaCl), qui inhibe la plupart des autres bactéries. Il est également différentiel pour la fermentation du mannitol. *Staphylococcus epidermidis* et d'autres staphylocoques blancs ne fermentent pas le mannitol donc elles apparaissent souvent blanches, et le milieu reste rouge, les colonies sont petites, ronde et convexes, lisses et opaques, contrairement à *Staphylococcus aureus*, qui fermente le mannitol et produit une acidification du milieu, changeant sa couleur en jaune.

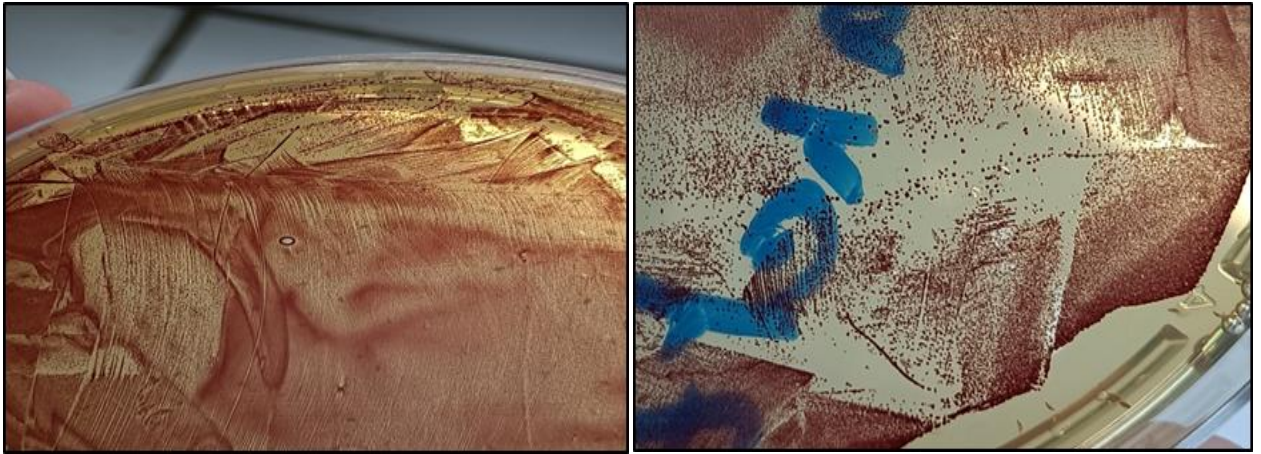


**Figure 20** : observation de croissance bactérienne sur milieu Chapman

➤ **Milieu Slanetz Bartley**

Sur le milieu Slanetz et Bartley, utilisé pour la détection et l'isolement des entérocoques, les colonies d'*Enterococcus* se présentent typiquement comme suit : elles sont de couleur rouge à marron foncé en raison de la réduction du tétrazolium, avec des bordures régulières et bien définies. Les colonies sont généralement petites à moyennes, rondes et convexes, et leur texture est souvent lisse.

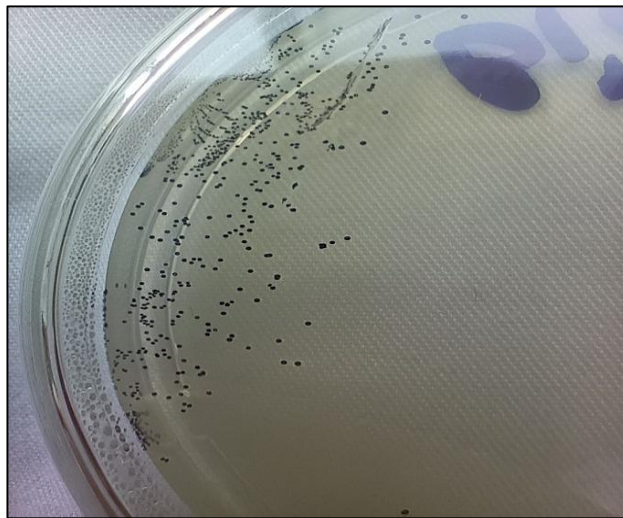




**Figure 21** : Observation de croissance bactérienne sur milieu Slanetz Bartley

➤ **Milieu Gélose au tellurite**

Sur une gélose au tellurite *Enterococcus faecalis* présente des petites colonies circulaires noires (la réduction de tellurite de potassium en tellure), et les autres *Enterococcus sp* présentent des colonies blanches.



**Figure 22** : Aspect macroscopique d'*Enterococcus faecalis* sur milieu gélose au tellurite de potassium

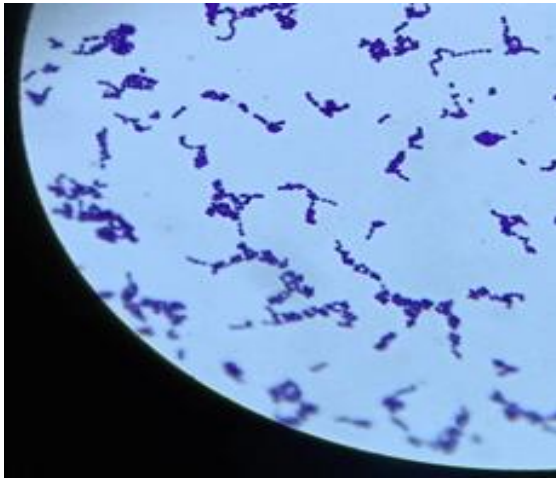
## 6.2. Observation macroscopique et microscopique

**Tableau 8 :** Résultats de l'aspect macroscopique des colonies isolées de poulet biologique et conventionnel.

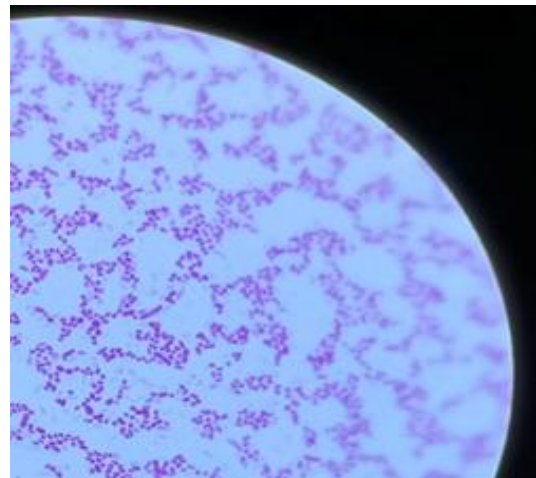
	Taille	Forme	Relief	Contour	Surface	Couleur	L'opacité	Consistance
S1	Très Petite	Circulaire	Plat	régulier	lisse	Maron	Opaque	Muqueuse
S2	Moyenne	ronde	bombé	régulier	lisse	Rose	Opaque	Muqueuse
S3	Très Petite	circulaire	plat	régulier	lisse	Maron	Opaque	Muqueuse
S4	Très Petite	circulaire	plat	régulier	lisse	blanche	Opaque	Craimeuse
S5	Moyenne	Ronde	bombé	régulier	lisse	Rose	Opaque	Muqueuse
S6	Moyenne	Large	convexe	régulier	lisse	Jaune-vertdate	Opaque	Muqueuse
S7	Moyenne	ronde	Plat	régulier	lisse	jaune	Opaque	Craimeuse

**Tableau 9 :** Résultats d'observation microscopique des bactéries isolées de poulet biologique et conventionnel

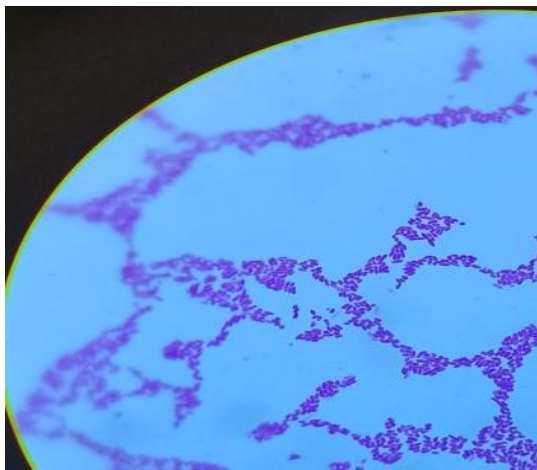
Souche	Gram	Forme	Mode de regroupement
<b>S1</b>	+	Cocci violette	Cocci en chaînette
<b>S2</b>	-	Bacille rose	Bacille isolé
<b>S3</b>	+	Cocci violette	Cocci en chaînette
<b>S4</b>	+	Cocci violette	Grappe de raisin
<b>S5</b>	-	Bacille rose	Bacille isolé
<b>S6</b>	-	Bacille rose	Diplobacille
<b>S7</b>	-	Bacille rose	Bacille isolé



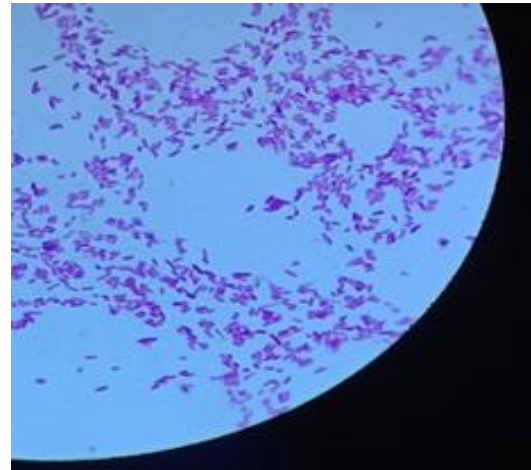
**Figure 23** : observation microscopique de S1



**Figure 24** : observation microscopique de S7



**Figure 25** : observation microscopique de S5



**Figure 26** : observation microscopique de S6



**Figure 27** : observation microscopique de S3

### 6.3. Tests biochimiques

Les résultats des tests biochimiques de la galerie biochimique faits dans l'objectif d'identifier les batteries ayant poussé sur la gélose hektoen, sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 10** : résultats des tests biochimiques des bactéries isolées à partir du milieu Hektoen.

Test Souche	TSI					Citrate	Mannitol	Mobilité	Urée	Indole	Oxydase
	GLU	SAC	LAC	GAZ	H <sub>2</sub> S						
S5	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
S6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
S2	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-
S7	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-



**Figure 28** : résultats tests biochimiques S5



**Figure 29** : résultats tests biochimiques S2



**Figure 30** : résultats tests biochimiques de S6



**Figure 31** : résultats tests biochimiques de S7

En se basant sur les schémas d'identification et les caractères décrits sur le **manuel de Bergey** les genres suspectés sont indiqués sur le tableau suivant :

**Tableau 11** : Les genres bactériens suspectés dans les échantillons de poulet

Souches	Échantillon	Genre suspecté
S1	E1b	<i>Enterococcus</i>
S2	E2b	<i>Klebsiella</i>
S3	E2b	<i>Enterococcus</i>
S4	E2b	<i>Staphylococcus</i>
S5	E3c	<i>Klebsiella</i>
S6	E3c	<i>Pseudomonas</i>
S7	E4c	<i>Escherichia</i>

#### 6.4. Résultats de l'antibiogramme pour quelques souches

Le test de l'antibiorésistance a été réalisé pour cinq souches, dont les résultats obtenus sont reparties sur les tableaux 12, 13, 14, 15, 16.

**Tableau 12** : Résultats de l'antibiogramme d'*E. coli* (S7)

<i>E. coli</i> (S7)			
Bêta-lactamines	Diamètre de zone de lyse (mm)	Phénotype sauvage	Phénotype résistant PASE (Pénicillinase) Bas/haut niveau
Ampicilline	(R)	S	R
Amoxicilline	(R)	S	R
Aztréonam	26 (S)	S	S
Imipénème	24(S)	S	S

PASE (Pénicillinase) bas/haut niveau : indiquent les quantités d'enzyme produites, ce qui peut limiter l'efficacité de la résistance par rapport à des niveaux plus élevés de production enzymatique.

Nous constatons que la souche *E. coli* (S7) est résistante aux pénicillines (ampicilline et amoxicilline) et sensible aux carbapénèmes (Aztréonam et Imipénème avec un diamètre de 26 et 24 mm respectivement). La souche sauvage *E. coli* est généralement sensible à l'ampicilline et à l'amoxicilline. Si les souches testées montrent une résistance à ces antibiotiques, cela suggère qu'elles ont acquis une résistance, probablement en raison de l'usage d'antibiotiques dans l'élevage des poules ou bien aux transferts horizontaux des gènes de résistance.

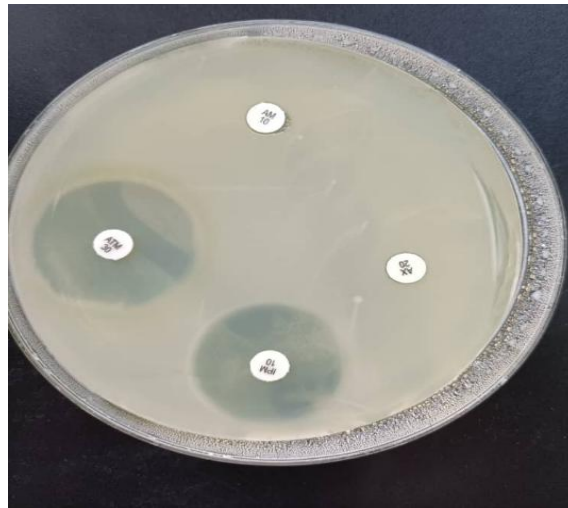


Figure 32 : résultats d'antibiogramme de *E. coli* (S7)

Tableau 13 : résultats de l'antibiogramme de *Klebsiella* (S5)

<i>Klebsiella</i> (S5)			
Bêta-lactamines	Diamètre de zone de lyse (mm)	Phénotype sauvage	Phénotype résistant
		PASE bas niveau	PASE haut niveau
Ampicilline	/ (R)	R	R
Amoxicilline	/ (R)	R	R
Aztréonam	30 (S)	S	S
Imipénème	25 (S)	S	S

La souche *Klebsiella* (S5) montre une résistance à l'amoxicilline et à l'ampicilline qui peut être de bas ou de haut niveau (il faut plus de tests pour confirmer). Les souches sauvages sont bien connues pour produire naturellement des  $\beta$ -lactamases, des enzymes capables de dégrader les antibiotiques  $\beta$ -lactamines, ce qui contribue à leur résistance.

Les souches à résistance acquise ont un haut niveau de résistance indiquant une activité accrue des pénicillinases. On peut alors conclure qu'il s'agit de souche sauvage ou bien ayant acquis une résistance si on arrive à déterminer le niveau de sa résistance.

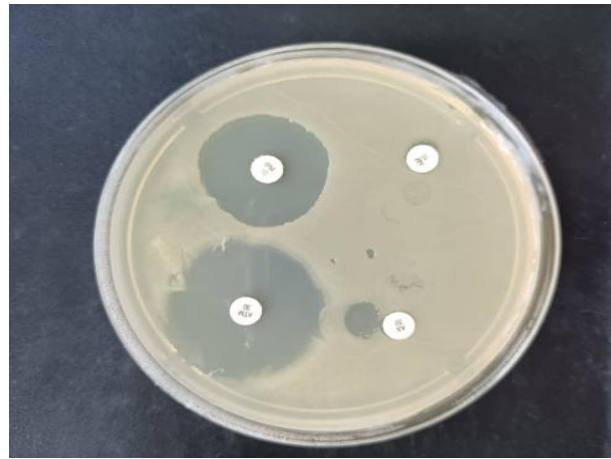


Figure 33 : résultats d'antibiogramme de *Klebsiella* (S5)

Tableau 14 : Résultats de profil de résistance/sensibilité de *Pseudomonas*

<i>Pseudomonas</i> (S6)			
Bêta-lactamines	Diamètre de zone de lyse (mm)	Phénotype sauvage	Phénotype résistant
Ampicilline	/ (R)	/	/
Amoxicilline	/ (R)	R	R
Aztréonam	20 (S)	S	R
Imipénème	33 (S)	S	R

Le profil de résistance de cette souche de *Pseudomonas* semble correspondre principalement à celui d'une souche sauvage, notamment pour les antibiotiques testés.

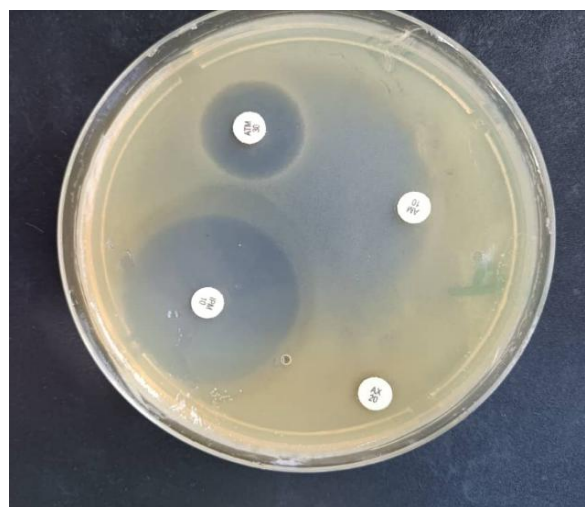
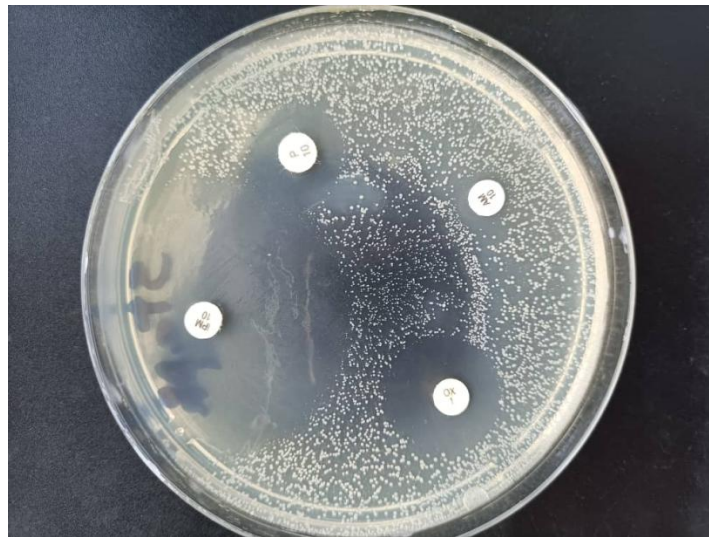


Figure 34 : résultats d'antibiogramme de *Pseudomonas* sp. (S6)

**Tableau 15 :** Résultats de profil de résistance/sensibilité de Staphylocoque blanc

Staphylocoque blanc (S4)			
Bêta-lactamines	Diamètre de zone de lyse (mm)	Phénotype sauvage	Phénotype résistant
Ampicilline	(R)	/	/
Imipénème	50 (S)	S	R
Oxacilline	20 (S)	S	S
Benzylpénicilline	16 (S)	S	R
Amoxicilline Acide clavulanique	/	S	R

La résistance à l'ampicilline et la sensibilité aux autres bêtalactamines suggèrent que la souche *Staphylococcus* sp. Peut-être une souche sauvage mais ceci doit être confirmé par d'autres antibiotiques spécifiques.



**Figure 35 :** résultats d'antibiogramme de Staphylocoque blanc (S4)

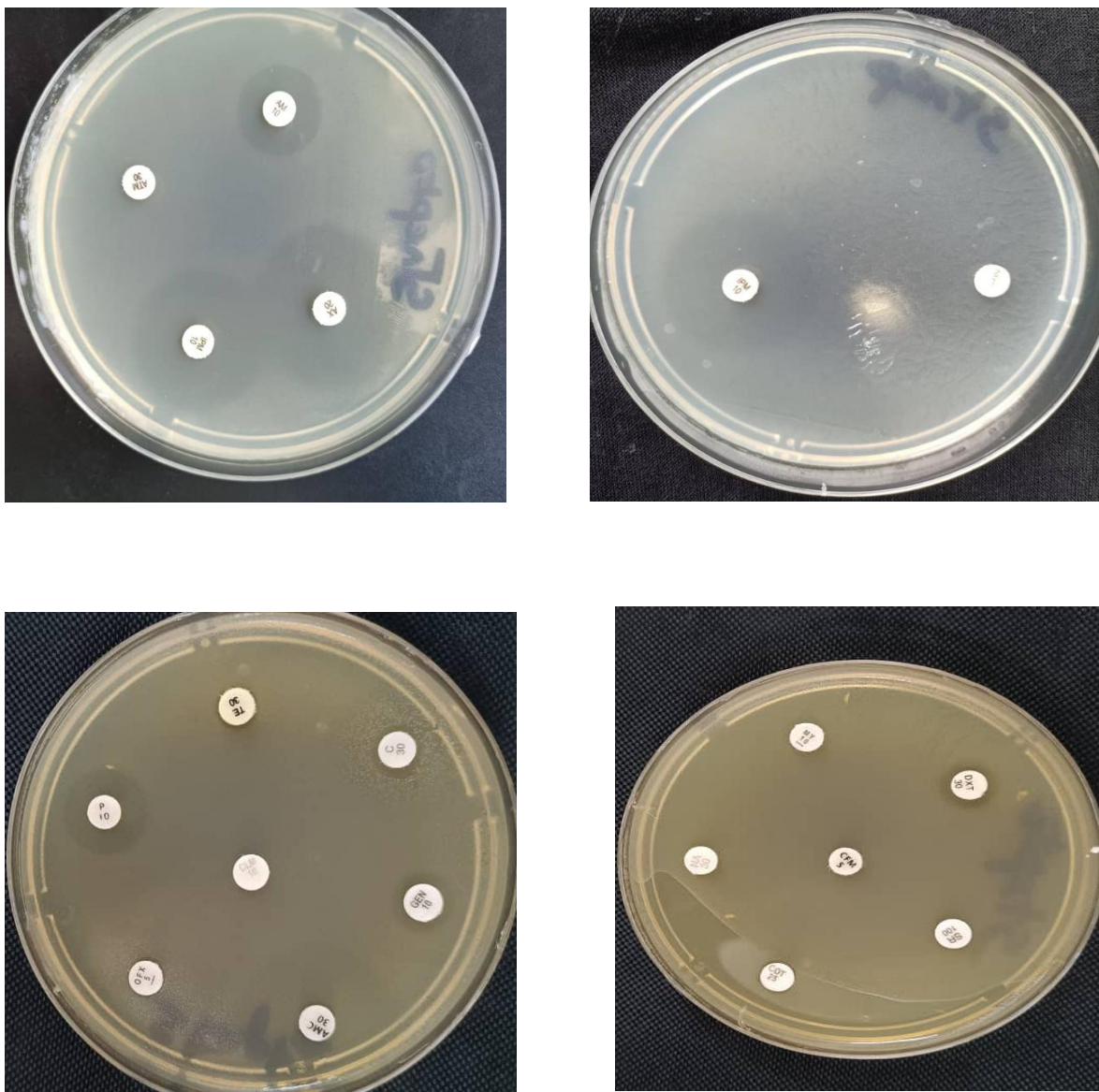


Tableau 16 : Résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques des Entérocoques

Entérocoques (S1)							
Famille d'antibiotiques		Nom	Diamètre de zone de lyse (mm)	Réponse	Souche sauvage <i>E.faecalis</i>	Souche sauvage <i>E.faecium</i>	Souche résistante
Bêta-lactamines	Pénicillines	Ampicilline (AM)	16	S	/	/	/
		Amoxicilline (AMX)	28	S	S	R	R
		Pénicilline (P 10)	17	S	S	R	/
		Amoxicilline+Acide clavulanique (AMC 30)	32	S	S	S	R
	Carbapénèmes	Aztréonam (ATM)	/	R	/	/	/
		Imipénème (IPM)	24	S	S	S	R
Céphalosporines		Céfixime (CFM 5)	/	R	R	R	/
Aminoglycosides		Gentamicine (GEN)	10	R	R (bas niveau)	R (bas niveau)	R (haut niveau)
Tétracyclines		Tétracycline (TE 30)	/	R	/	/	/
		Doxycycline(C 30)	/	R	/	/	/
Fluoroquinolones		Ofloxacine (OFX 5)	/	R	/	/	/
Lincosamides		Lincomycine (MY 10)	/	R	R	S	R
Sulfonamides		Co-trimoxazole (COT 25)	/	R	R	R	R
Macrolides		Spiramycine (SR 100)	/	R	/	/	/
Quinolones		Acide nalidixique (NA 30)	/	R	R	R	R
Polypeptides		Colistin Methane sulphate (CLM 10)	/	R	/	/	/

Les entérocoques présentent une diversité de résistances selon les espèces. *E. faecalis* et *E. faecium* montrent toutes deux une sensibilité aux bêtalactamines comme l'ampicilline et à l'association amoxicilline + acide clavulanique, mais peuvent être résistantes à d'autres antibiotiques, notamment les aminoglycosides, les tétracyclines, et les macrolides.

Le profil de résistance des entérocoques testés suggère une résistance naturelle pour certains antibiotiques comme les céphalosporines et la gentamicine et la sensibilité aux bêtalactamines indique un profil de souche sauvage. La réponse aux antibiotiques pénicillines, amoxicilline et Lincomycine de notre souche ressemble à celle de l'espèce *E. faecalis* ce qui nous laisse supposer son appartenance à cette espèce.



**Figure 36** : résultats d'antibiogramme de *Enterococcus* (S1) issue de l'échantillon E1b

## 7. Discussion

Les analyses microbiologiques réalisées sur la viande de deux types de poulet (conventionnel et biologique) sont interprétées conformément aux normes établies par l'article 8 du décret exécutif n° 15-172 du 25 juin 2015 parue sur le journal officiel fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, notamment ceux des découpes de volailles sans peau.

Les nombre détectés de la FTAM ont tous dépassé le  $5 \times 10^5$  UFC/g, à l'exception du poulet E1b. ces nombres sont très important par comparaison a ceux d'une étude menée par (**Bouhafs et al., 2017**) sur 30 échantillons de viande de poulet, ou les nombres étaient inferieur a ce seuil.

Le poulet biologique montre une faible contamination en FTAM par rapport au poulet conventionnel, qui bien que traité avec des antibiotiques, présente une contamination plus élevée, ce qui suggère que l'absence d'antibiotiques n'a pas nécessairement conduit à une charge microbienne plus élevée. Cela indique que d'autres facteurs, comme les conditions de manipulation et de stockage de la viande, peuvent influencer la contamination microbienne de manière significative.

En théorie, et selon l'article de synthèse de **Mak et al., (2022)**, l'utilisation d'antibiotiques pourrait réduire la flore aérobie mésophile (FTAM) dans les échantillons de poulet conventionnel (E3c et E4c), car les antibiotiques sont utilisés pour combattre les bactéries, y compris celles présentes chez les animaux d'élevage. Cependant, cela dépend de divers facteurs, notamment du type d'antibiotique utilisé, de la posologie, de la fréquence d'administration et de la résistance des bactéries.

Dans certains cas, l'utilisation d'antibiotiques peut entraîner une diminution de la diversité microbienne, y compris la flore aérobie mésophile. Cependant, dans d'autres cas, elle peut favoriser la croissance de certaines souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, ce qui pourrait potentiellement conduire à des niveaux plus élevés de FTAM dans la viande de poulet.

En outre, la détection d'une contamination notable par les coliformes totaux et fécaux, en particulier dans l'échantillon E4c, soulève des inquiétudes quant à la présence potentielle de pathogènes tels que *E. coli* O157 :H7, associée à la contamination fécale. Cette constatation met en évidence l'importance cruciale des normes d'hygiène et des pratiques de manipulation lors de la production et du traitement des poulets conventionnels. De plus, la capacité de résistance aux antibiotiques acquise par cette bactérie, met l'accent sur la relation entre l'usage

d'antibiotiques en élevage et la résistance développée par ces bactéries. Ce résultat concorde avec celui de **Pesciaroli et al., (2020)**.

En revanche, l'absence de telles contaminations dans les échantillons de poulet biologique, comme observé dans les échantillons E1b et E2b, suggère que les protocoles de biosécurité plus stricts dans ces environnements de production peuvent contribuer à réduire le risque de contamination par des agents pathogènes, y compris *E. coli*, dans la chaîne alimentaire.

Le résultat positif de la présence des streptocoques fécaux suggère que, malgré l'utilisation d'antibiotiques, les pratiques d'hygiène et de manipulation restent cruciales pour prévenir la contamination bactérienne, et souligne aussi la nécessité d'une vigilance continue dans les procédures de manipulation et de traitement des poulets biologiques. L'identification d'entérocoques appartenant probablement à l'espèce *E. faecalis* sur le poulet biologique indique les conditions dans lesquelles il a été préparé, sauf que le profile sauvage de la souche est moins grave qu'une souche multirésistante. C'est le constat d'ailleurs dans les travaux de **Miranda et al., (2007)**, qui ont trouvé que le poulet biologique est susceptible de contenir moins de souches résistantes que le poulet conventionnel.

L'absence de *Staphylococcus aureus* est rassurante car cette bactérie peut causer des infections alimentaires graves. En revanche, la présence de *Staphylococcus* blanc, bien que moins pathogène, suggère une contamination possible de l'environnement de production ou de manipulation des échantillons. Il est important de noter que toutes les espèces de staphylocoques ne présentent pas le même niveau de risque pour la santé humaine. Ainsi, bien que l'absence de *S. aureus* soit positive, la présence de *S. blanc* souligne la nécessité de maintenir des pratiques d'hygiène strictes pour prévenir toute contamination croisée ou risque d'infection alimentaire.

De son côté, l'absence de salmonelles dans tous les échantillons est un indicateur positif de la sécurité microbiologique des échantillons en ce qui concerne ce pathogène particulier. En effet, les salmonelles sont des agents pathogènes courants associés à de graves infections alimentaires, et leur présence dans les produits alimentaires est un sujet de préoccupation majeur pour la santé publique.

Par ailleurs, l'analyse des résultats d'antibiogrammes met en évidence une variété de profils de résistance parmi les différentes souches bactériennes examinées. Cette diversité de réponses aux antibiotiques reflète un ensemble complexe de facteurs incluant l'exposition antérieure aux antibiotiques, les caractéristiques génétiques des souches, ainsi que les mécanismes de

résistance. Pour certains agents pathogènes, comme *E. coli* et *Klebsiella*, issues de poulet élevé avec des antibiotiques, les profils de résistance observés suggèrent une possible acquisition de résistance, possiblement en réponse à l'utilisation fréquente d'antibiotiques. En revanche, les entérocoques issus de poulets élevés sans antibiotiques présentent des profils de résistance différents, soulignant une résistance naturelle à certains antibiotiques et une sensibilité à d'autres. Elles sont donc moins résistantes et peuvent être traitées efficacement avec une gamme plus large d'antibiotiques. Cela met en lumière l'importance des pratiques d'élevage durables et responsables pour contrôler la propagation de la résistance aux antibiotiques.

Ces constatations montrent l'importance de tenir compte de l'environnement de l'élevage et des pratiques d'utilisation des antibiotiques lors de l'interprétation des résultats d'antibiogrammes. Elles soulignent également la nécessité d'adopter une stratégie de lutte contre la résistance bactérienne, en encourageant le développement de pratiques agricoles durables et de stratégies de prévention des infections.

Enfin, ces résultats soulignent l'urgence de sensibiliser les éleveurs sur l'utilisation raisonnée des antibiotiques dans le traitement des maladies avicoles afin de préserver l'efficacité de ces médicaments essentiels pour le traitement des infections bactériennes sévères. L'absence ou la restriction sévère de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage biologique permet de limiter la sélection des souches résistantes.

# *Conclusion*

En conclusion, les échantillons de viande de poulet, qu'il soit biologique ou conventionnel, présentent une variabilité significative dans les niveaux de contamination microbiologique, notamment en ce qui concerne la flore totale aérobie mésophile (FTAM), les coliformes totaux et fécaux, ainsi que les streptocoques fécaux.

L'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage de poulets conventionnels semble avoir un impact sur la contamination microbiologique, notamment en favorisant la présence de souches résistantes telles qu'*Escherichia coli* résistant aux bêtalactamines.

Les échantillons de poulet biologique montrent généralement des niveaux de contamination microbiologique plus faibles que les échantillons conventionnels, ce qui suggère que les pratiques d'élevage biologique, caractérisées par des normes d'hygiène plus strictes et une utilisation limitée, voire absente, d'antibiotiques, peuvent contribuer à réduire le risque de contamination bactérienne. Bien que certains échantillons puissent contenir des souches bactériennes potentiellement pathogènes, celles-ci présentent souvent un profil de souche sauvage n'ayant pas acquis de résistance aux antibiotiques. Ces souches peuvent donc être combattues plus facilement contrairement aux souches résistantes.

Les résultats des tests d'antibiogramme révèlent une diversité de profils de résistance parmi les différentes souches bactériennes isolées, reflétant l'exposition antérieure aux antibiotiques, les caractéristiques génétiques des souches et les mécanismes de résistance.

Ces résultats mettent en évidence l'importance de prendre en compte l'environnement de l'élevage et les pratiques d'utilisation des antibiotiques dans la production avicole, ainsi que la nécessité d'une utilisation raisonnée de ces médicaments pour préserver leur efficacité et limiter le développement de souches bactériennes résistantes.

Devant cette préoccupation mondiale et selon Adjim et Djezzar (2023), il est important de promouvoir des pratiques agricoles durables et responsables, ainsi que des stratégies de prévention des infections, pour contrôler la propagation de la résistance aux antibiotiques et assurer la sécurité alimentaire. De plus en plus d'initiatives sont mises en place pour encourager des alternatives biologiques et durables dans le domaine de l'aviculture. Il existe certaines méthodes alternatives visant à diminuer la dépendance aux antibiotiques. Parmi les options biologiques, nous avons examiné :

- Les probiotiques sont des microorganismes utiles qui peuvent être donnés aux animaux afin de favoriser leur santé digestive et immunitaire. Ces médicaments peuvent contribuer à diminuer la propagation des bactéries pathogènes dans l'intestin, ce qui réduit la nécessité d'antibiotiques.
- Les prébiotiques, qui sont des composés non digérés, stimulent la prolifération sélective des bactéries favorables dans l'intestin, ce qui améliore la santé digestive et diminue les infections. Les symbiotiques sont des produits qui combinent les probiotiques et les prébiotiques, où leurs deux actions se combinent.
- Les Huiles essentielles, certaines d'entre elles possédant des propriétés antimicrobiennes naturelles, peuvent être employées comme une alternative aux antibiotiques. Elles peuvent être ajoutées à la nourriture ou à l'eau potable des animaux.
- Les peptides antimicrobiens aussi qui sont des substances qui ont une action ciblée sur les microorganismes pathogènes.
- Les produits végétaux, tels que les feuilles d'oliviers, sont actuellement l'objet de recherches les plus approfondies.

De plus un certain nombre de recommandations sont conseillées à savoir :

- Minimiser les risques de contamination par des procédures de transformation sûres.
- Maintenir une chaîne du froid stricte pendant le transport et le stockage.
- Étiquetage et traçabilité complètes pour identifier rapidement les sources de contamination.
- Cuisson adéquate : Poulet cuit à au moins 75°C pour éliminer les microorganismes
- Hygiène de la cuisine : Nettoyage régulier des surfaces, ustensiles et mains.
- Stockage approprié : Réfrigération du poulet cru à 4°C ou moins.



*Références  
bibliographiques*

1. **Abhijit S., Bhaskaran R., Narayanasamy A. (2013).** Study of urinary isolates with reference to extended spectrum beta-lactamases detection and antibiogram. *journal of evolution of medical and dental sciences*, 2(9), p : 1049-1055
2. **Aguilar-Galvez A., Dubois-Dauphin R., Destain J., Campos D., Thonart P. (2012).** Les entérocoques: avantages et inconvénients en biotechnologie. *Biotechnol.Agron.Soc.Environ*, 16(1), p : 67-76
3. **Alloui N. (2011).** Situation Actuelle Et Perspectives De Modernisation De La Filiere Avicole En Algerie. [https://www.academia.edu/25338346/Situation\\_Actuelle\\_et\\_Perspectives\\_De\\_Modernisation\\_De\\_La\\_Filiere\\_Avicole\\_en\\_Algerie](https://www.academia.edu/25338346/Situation_Actuelle_et_Perspectives_De_Modernisation_De_La_Filiere_Avicole_en_Algerie)
4. **Alloui N. (2006).** Cours zootechnie aviaire, université –El hadj Lakhdar -Batna, département de vétérinaire, 60 p.
5. **Amélie R., Odile T., Monique Z. (2017).** Bacterial contaminants of poultry meat: sources, specie, and Dynamics. *Microorganims*, 5(3), p : 50
6. **Anses. (2017),** Clostridium perfringens, Fiche de description de danger
7. **Anses. (2022),** Staphylococcus aureus et entérotoxines staphylococciques, Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments n°2016-SA-0076
8. **Anses. (2020),** Campylobacter jejuni, Campylobacter coli, Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliment n°2016-SA-0079
9. **Archambaud M., Clave D. (2007),** FICHE TECHNIQUE : Enterococcus faecalis, FICHE TECHNIQUE BACTERIOLOGIE n° 8-543
10. **Aveline V., Rousse D. R. (2019).** l'efficacité énergétique pour les poulaillers au Québec. *école de technologie supérieur*[en ligne], (page consulté le 15/05/2024). <https://www.etsmtl.ca/actualites/efficacite-energetique-poulaillers-quebec>
11. **Benaissa A. (2016).** Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine. Mémoire de Magister : Microbiologie Appliquée. Université Kasdi Merbah Ouargla. Université Kasdi Merbah Ouargla, 10 p.

12. **Bouchnid H., Couacha W. (2021).** Traitement microbiologique des eaux usées par *Moringa Oleifera*. Mémoire Licence Recherche : agroalimentaire. université ibnou zohr agadir, 23p.
13. **Bouhafs B. (2017).** Evaluation de la qualité microbiologique de la viande de volailles (cas de poulet et dinde) commercialisée au niveau de différentes boucheries de la wilaya de Blida. Mémoire Master Recherche : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire. Université Blida 1, 25p.
14. **Caby F., Bismuth R., Bossi P. (2010).** Infections à Staphylocoque. *EMC- Traité de Médecine Akos*, 5(1), p : 1-7
15. **Carip C., Salavert H., Tandeau A. (2015).** Microbiologie, hygiène et droit alimentaire. Paris : Lavoisier - Tec & Doc. P : 1-323. -(BTS diététique, ISSN 1963-1987)
16. **Chartier P. (2007).** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Institut de l'Élevage.
17. **Chenoweth C., Schaberg D. (1990).** The epidemiology of enterococci. *Current Topic: Review*, 9(2), p : 80-89, EN.FTBAC.
18. **Cohen N., Bouchrif B., Ennaji H., Hassar M., Karib H. (2007).** Comparative study of microbiological quality of raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering processes in Casablanca (Morocco). *Journal of Applied Poultry Research*, 16(4), p : 502-508
19. **Delarras C. (2000).** Microbiologie de l'environnement avec législation : travaux pratiques commentés. Paris : Gaëtan Morin. P : 1-231.-(Support IUT)
20. **Denise A., Claudio Z., Roger S. (2017).** Analysis of a poultry slaughter process: Influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. *Italian journal of food safety*, 6(4), p : 190-194
21. **Dennaï N, Kharrattib B, El Yachiouim A. (2001).** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 145(4), p : 270-274

22. **Dennis K.** Science Photo Library [en ligne]. (page consulté le 15/05/2024). <https://www.sciencephoto.fr/image/12297400-Pseudomonas-fluorescens-bacteria-SEM>
23. **Devriese L., Hommez J., Wijfels R., Haesebrouck F. (1991).** Composition of the enterococcal and streptococcal intestinal flora of poultry. *Journal of Applied Bacteriology*, 71(1), p : 46-50
24. **Dioma S. A. (2008).** Epidémiologie des entérobactéries productrices de Beta-lactamases a spectre Elargi du chu du point G. Thèse de doctorat : Pharmacie. UNIVERSITÉ DE BAMAKO, 17-20 p.
25. **Direction et Redaction Secretariat General du Gouvernement (2017).** Journal Officiel de la République Algérienne, (39), p : 1-32
26. **Efsa.europa. (2012).** autorite europeenne de securite des aliments [en ligne]. (page consulté le 12/05/2024) <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/120629>.
27. **EUZÉBY J.-P. (2007).** Travaux pratiques de bactériologie. 16-20p.
28. **FAO, OMS. (2002).** forum mondial fao/oms des responsables de la securite sanitaire des aliments [en ligne]. ( page consulté le 12/05/2024). <https://www.fao.org/3/y1940f/y1940f.htm>.
29. **Fatou T. (2003).** Qualité bactériologique de la viande de poulet de chair au Senegal: incidence des conditions d'élevage et d'abattage des volailles. Mémoire Master Recherche : Médecine Vétérinaire. universite cheikh anta diop de dakar, 8 p.
30. **Finegold S. M., Mathisen G. E., George W. L. (1983).** Changes in human intestinal flora related to administration of antimicrobial agents. Dans : Hentges D. J. human intestinal microflora in health and disease. New York : academic press, p : 356- 438.
31. **Fisher K., Philips C. (2009).** The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus* . *Microbiology*, 155, p: 1749–1757
32. **Franz C. M. A. P., Holzapfel W. H., Stiles M. E. (1999).** Enterococci at the crossroads of food safety?. *International Journal of Food Microbiology*, 47, p : 1-24

33. **Getty images.** gettyimages [en ligne]. (page consulté le 12/05/2024). <https://www.gettyimages.fr/detail/photo/staphylococcus-aureus-and-a-dead-human-image-libre-de-droits/1134420163?adppopup=true>
34. **Getty images.** rtbf actus [en ligne]. (page consulté le 12/05/2024). <https://www.rtbf.be/article/grace-a-la-greffe-d-une-autre-bacterie-e-coli-devient-capable-de-depolluer-et-de-produire-de-l-electricite-11258267>
35. **Getty images.** Istock photo [en ligne]. (page consulté le 15/05/2024). <https://www.istockphoto.com/fr/photo/clostridium-perfringens-bact8>
36. **Giraffa G. (2002).** Enterococci from foods. *FEMS Microbiology Reviews*, 26(2), p : 163-171
37. **Gournier-château N., Laprent J-P., Castellanos M-I. (1994).** Probiotique en alimentation animale et humaine. Paris : Tec et Doc , Lavoisier. P : 1-192.
38. **Guillaume P-Y. (2004).** Les milieux de culture [en ligne]. (page consulté le 12/05/2024).[http://py.guillaume1.free.fr/pierre-yves/site%20microbiologie/page%20les%20milieux%20de%20culture/milieu\\_en\\_tube/citrate.htm](http://py.guillaume1.free.fr/pierre-yves/site%20microbiologie/page%20les%20milieux%20de%20culture/milieu_en_tube/citrate.htm)
39. **Guirand J. P. (2003).** Microbiologie alimentaire. *RIA Dunod.*, p : 1-651.-(Industries agroalimentaires)
40. **Hamad B. (2009).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'EL-OUED. Mémoire Magister: médecine vétérinaire. Université de Constantine, 29-30 p.
41. **Hartmann S. (2016).** l'éclairage des batiments d'élevage. *le Réveil lozère*[en ligne], (1388), (page consulté le 15/05/2024). <https://www.reussir.fr/agriculture-massif-central/leclairage-des-batiments-delevage>
42. **Idir L., Kerkour K. (2023).** Evaluation de prévalence de Staphylococcus aureus et d'Escherichia coli dans les différentes infections Humaines. Mémoire Master Recherche : : écologie microbienne. Université Abderrahmane-Mira de Bejaïa, 6-10 p.

- 43. International commission on Microbiological specifications for foods. (1996).** Microorganisms in Foods 5: Characteristics of microbial pathogens. London : Blackie Academic & Professional. 513 p.
- 44. International Office of Epizootics. (2017).** *TERRESTRIAL ANIMAL HEALTH CODE*. france : WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. 360p.
- 45. Itavi, Coll. (2010).** Guide des bonnes pratiques d'hygiene et d'application des principales HACCP pour les petites structure d'abattage de volailles, de lamogorphes et de Ragondins. 16.
- 46. Jean-Louis C. (2007).** Les relations microorganismes / aliments /consommateurs. cour universitaire.
- 47. Kateryna K. (2018).** Science photo Gallery [en ligne]. ( page de consulté 12/05/2024). <https://sciencephotogallery.com/featured/listeria-monocytogenes-kateryna-konscience-photo-library.html>
- 48. Kateryna K. (2021).** Alamy [en ligne]. (page consulté 12/05/2024). <https://www.alamyimages.fr/bacterie-acinetobacter-baumannii-illustration-image418755620.html>
- 49. Kirouani L. (2015).** Structure et organisation de la filière avicole en Algérie-cas de la wilaya de Bejaia. *El-bahith revieww*, 15(1), p :187-199
- 50. Kuhn M., Scotti M., Vázquez-Boland J. A. (2008).** Pathogenesis. Dans : Dongyou L. Handbook of Listeria monocytogenes, CRC Press, p: 97-136.
- 51. Kunnanut K., Duangporn P., Tongkorn M., Thanida H., Patpong L., Veerasak P. (2022).** Bacterial contamination of chicken meat in slaughterhouses and associated risk factors: A nationwide study in Thailand. *Plos one*, 17(6), p : 1-14
- 52. Larcher C. (2021).** Gelose de tellurite, fiche technique.
- 53. Le Guyon R. (1960).** Précis de bactériologie. France : G. Doin et Cie. P : 1-955.
- 54. Loubamba L. (2012).** contribution a l'étude du ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de dakar : aspects technologiques et hygieniques. Thèse de doctorat : Médecine vétérinaire. universite cheikh anta diop de dakar, 12-34 p.

55. Mak P. H. W., Rehman M. A., Kiarie E. G., Topp E., Diarra M. S. (2022). Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in poultry: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1), p : 1-20
56. Martino M. (1976). De nouvelles de conception des bâtiments d'élevages.
57. Miranda J. M., Guarddon M., Mondragon A., Vazquez B. I., Fente A. C., Cepeda A., Franco M. C. (2007). Antimicrobial resistance in Enterococcus spp. strains isolated from organic chicken, conventional chicken, and turkey meat: a comparative survey. *Journal of Food Protection*, 70(4), p : 1021-1024
58. Ostrowski S. R., Kubiski S. V., Palmero J., Reilly C. M., Higgins J. K., Cook-Cronin S., Tawde S. N., Crossley B. M., Yant P., Cazarez R., Uzal F. A. (2012). An outbreak of equine botulisme type A associates with feeding grass clippings. *journal of veterinary Diagnostic Investigation* , 24(3), p : 601-603.
59. Prashant D. (2023). *Enterococcus faecalis*: A Comprehensive Guide. *Enterococcus faecalis* Overview [en ligne], (page consulté le 12/05/2024). <https://microbenotes.com/enterococcus-faecalis-overview/>
60. Rayser E. T., Marth E. H. (2007). *Listeria, listeriosis, and food safety*. CRC Press. 892 p.
61. Reissier S. (2016). Daptomycine et infections sévères à entérocoques. *Journal des Anti-infectieux*, 18, p :177-181
62. Sghir A., Gramet G., Suau A., Rochet V., Pochart P., Dore J. (2000). Quantification of bacterial groups within human fecal flora by oligonucleotide probe hybridization. *Applied and environmental microbiology*, 66(5), p : 2263-2266
63. Sophie L. (2020). Institut national de la recherche scientifique [en ligne]. (page consulté le 12/05/2024). <https://inrs.ca/actualites/un-nouveau-consortium-de-recherche-sur-les-vaccins-finances-par-le-reseau-international-des-instituts-pasteur/>
64. Svec P., L., Franz C. M. A. P. (1995). The genus *Enterococcus*. Dans : Holzapfel W. H., Wood B. J. B. *the lactic acid Bacteria : Biodiversity and Taxonomy*. London : John Wiley & Sons, p : 175-211.

- 65. Teixeira L. M., Facklam R. R., Carvalho M-D-G. S., Shewmaker P. L. (2003).** Enterococcus. Dans : Jorgensen J. H., Carroll K. C., Funke G., Pfaller M. A., Landry M. L., Richter S. S., Warnock D. W. Manual of Clinical Microbiology. ASM Press, p :403-421
- 66. Thiercelin E., Jouhaud. (1903).** Reproduction de l'entérocoque. *granulations périphériques et microblastes*, p : 686-688
- 67. Touaitia R. (2022).** cour universitaire : Microbiologie alimentaire.
- 68. Tremblay C-V (2012).** Étude de la résistance aux antibiotiques des entérocoques d'origine animale du Québec. Thèse de doctorat : sciences vétérinaires. Université de Montréal, p : 8-16
- 69. Van den Bogaard A. E., Stobberingh E. E. (2000).** Epidemiology of resistance to antibiotics. Links between animals and humans. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 14(4), p : 327–335
- 70. Van Immerseel F., De Buck J., Boyen F., Pasman F., Bertrand S., Collard J., Saegerman C., Hooyberghs J., Haesebrouck F., Ducatelle R. (2005).** Salmonella dans la viande de volaille et dans les oeufs: un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *ARTICLE ORIGINAUX-ARTICLE DE SYNTHÈSE*, 149, p : 34-48.
- 71. Williams, & Wilkins. (1984).** Salmonella. (B. m. systematic, Éd.) *El Minor L. Genus III, 1*, p : 427-458.
- 72. Zeng H., De Reu K., Gabriel S., Matteus W., De Zutter L., Rasschaert G. (2021).** Salmonella prevalence and persistence in industrialized poultry slaughterhouses. *Poultry Science*, 100(4), p : 1-10



# *Annexes*

## Annexe 1

### ➤ Les milieux de culture :

**Composition :** (Formule en g/L d'eau distillée)

#### • Gélose PCA

- Tryptone .....	5.0 g
- Extrait autolytique de levure.....	2.5 g
- Glucose.....	1.0 g
- Arar – agar.....	15.0 g

#### • Gélose Hektoen:

- Protéose peptone .....	12.0 g
- Extrait de levure .....	3.0 g
- Chlorure de sodium .....	5.0 g
- Thiosulfate de sodium.....	5.0 g
- Sels biliaires .....	9.0 g
- Citrate de fer III et d'ammonium.....	1.5 g
- Salicine.....	2.0g
- Lactose .....	12.0 g
- Saccharose .....	12.0 g
- Fuschine acide .....	0.1 g

#### • Gélose de Chapman

- Peptones.....	11g
- Extrait d viande.....	1g
- Chlorure de sodium.....	75g
- Mannitol.....	10g
- Rouge de phénol.....	0,025g
- Agar.....	15g
- Eau distillée.....	1L

#### • Gélose GN (Gélose Nutritive)

- Extrait de viande.....	1g
- Peptone.....	5g
- Chlorure de sodium.....	15g
- Extrait de levure.....	2g
- Agar.....	15g
- pH = 7,5	

#### • Gélose Hektoen

- Protéose peptone.....	1g
- Extrait de levure.....	3g
- Chlorure de sodium.....	5g
- Thiosulfate de sodium.....	5g

- Sels biliaires.....9g
- Citrate de fer III et d'ammonium.....1,5g
- Salicine.....2g
- Lactose.....12g
- Saccharose.....12g
- Fuschine acide.....0,1g
- Bleu de bromothymol.....0,065g
- Agar.....14g
- Eau distillée.....1L
- PH : 7.5

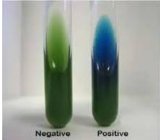
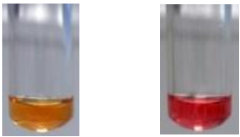
- **Bouillon coeur-cervelle**



- Protéose peptone .....10.0 g
- Infusion de cervelle de veau .....12.5 g
- Infusion de coeur de boeuf..... 5.0 g
- Glucose.....2.0g
- Chlorure de Sodium .....5.0 g
- Hydrogènephosphate de Sodium .....2.5 g
- pH .....7.4+0.2

## Annexe 2

### ➤ Les tests biochimiques

Milieu	Principe	Technique	Résultats
<b>TSI</b> (tri-sugar-iron)	Est un milieu sous forme d'un tube semi-incliné avec un culot, qui permet la recherche de : utilisation du glucose, utilisation du lactose, production H <sub>2</sub> S, production de gaz et recherche de la LDC ( <b>DELARRAS, 2000</b> ).	-Ensemencer abondamment la surface par des stries serrées, puis le culot par simple piqûre. -Mettre à l'étuve 24h à 37°C ( <b>DELARRAS, 2000</b> ).	-Virage de la couleur vers le jaune : glucose, lactose et saccharose positif. -Formation de tache noire H <sub>2</sub> S+ -bulles de gaz dans le culot, parfois même une surélévation de la gélose : Gaz+ ( <b>DELARRAS, 2000</b> ).
<b>Citrate de Simmons</b>	Il permet de vérifier si la bactérie testée est capable d'utiliser le citrate comme seule source de carbone. Le milieu utilisé est sous forme d'un tube semi incliné avec un culot ( <b>2013</b> ).	La pente est ensemencée par une strie longitudinale, à partir d'une suspension de la culture solide en eau distillée stérile. Ainsi l'ensemencement à partir d'une souche pure fournie en	-Virage de l'indicateur de pH au bleu : il y a une alcalinisation du milieu ; citrate de Simmons(+).

		<p>bouillon nutritif ou en eau peptonée est impossible. Mettre à l'étuve 24 heures à 37°C (2013).</p>	<p>- Pas de virage de l'indicateur de pH : il n'y a pas une alcalinisation. ; citrate de Simmons( -) (GUILLAUME, 2004).</p> 
<b>Mannitol-mobilité</b>	<p>L'étude de la dégradation du mannitol et l'appréciation de la mobilité sont réalisés sur le milieu Mannitol-mobilité qui est un milieu semi solide (GUIRAND, 2003).</p>	<p>-ensemencer le milieu par piqure centrale à l'aide d'un fil droit chargé de la suspension bactérienne préparée préalablement. -incuber 24 h à 37°C (GUIRAND, 2003).</p>	<p>-fermentation du mannitol : *virage de la couleur du milieu du rouge au jaune : le test mannitol est positif. *pas de virage de la couleur du milieu : le test mannitol est négatif. -la mobilité : se traduit par un envahissement plus ou moins grand à partir de la piqûre central (GUIRAND, 2003).</p>
<b>Urée-indole</b>	<p><b>Test uréase</b> : l'uréase, enzyme hydrolysant l'urée, activité directement détectable par le suivi de l'alcalinisation (2013).</p>	<p>Faire une suspension en milieu Urée-tryptophane Etuver 24 h à 37°C (2013).</p>	<p>La coloration rouge traduit une alcalinisation du milieu, suite à l'hydrolyse de l'urée et formation de carbonate d'ammonium : uréase+ Si le milieu persiste orange alors pas d'alcalinisation test uréase- (2013).</p> 

	<p><b>Test Indole</b> : Certaines bactéries désaminent puis hydrolysent le tryptophane pour donner une molécule d'indole (EUZÉBY, 2007).</p>	<p>-Ensemencer un milieu urée-indole.          -Incuber 18 à 24 heures à 37 °C.          - L'ajout de réactif Covax</p>	<p>-Formation d'un anneau rouge, indole +          - Absence de coloration rouge, indole - (2013).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Indole-</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Indole+</p> </div> </div>
--	--	---	--

### Annexe 3

#### ✓ L'examen à Etat frais

L'examen microscopique à l'état frais permet d'apprécier à la fois la forme, le mode de regroupement et la mobilité des bactéries isolées (FRANCIAS N, 2002).

#### Technique

- Déposer une goutte d'eau physiologique stérile sur une lame.
- Prélever à l'aide d'une anse de platine une fraction de la colonie sur milieu gélosé.
- Effectuer une suspension homogène dans la goutte d'eau physiologique en incorporant l'inoculum.
- Recouvrir d'une lamelle en évitant la formation de bulle d'air.

La lecture s'effectue à faible luminosité à l'objectif X10 puis X40 (Francias, 2002).

#### ✓ Coloration de Gram

##### • Mode opératoire

- Réaliser un frottis et le fixer à la flamme.
- Verser le Violet de Gentiane sur la lame ; laisser en contact 1 minute.
- Ajouter le colorant et finir de le chasser par la solution de Lugol ; laisser agir 1 min.
- Laver à l'eau et faire couler de l'alcool sur la préparation ; rincer immédiatement à l'eau.
- Recolorer la préparation avec la Fushine, laissé agir environ 30 secondes. Laver abondamment.
- Sécher au-dessus de la flamme d'un bec bunsen.

- Observer au microscope à l'immersion après avoir déposé une goutte de l'huile paraffine (X100). **(Bent Mohamed A et al., 2008).**

- **Lecture**

A l'issue de cette coloration, on peut distinguer :

- Des bactéries colorées en violet foncé ; elles ont gardé le violet, elles sont dites " Gram positif ".
- Des bactéries colorées en rose ou rouge pale ; elles ont perdu le violet, elles sont dites " Gram négatif ". **(Bent Mohamed A et al., 2008).**

✓ **L'antibiogramme**

**La technique**

- Préparation de l'inoculum a partir des souches Bacteriennes fournies preparer des suspensions en eau physiologique l'opacité équivalente à l'étalon 0.5 Mac Farland.
- Ensemencement par inondation les boites de la gélose de Mueller Hinton.
- Dépôt des disques d'antibiotiques fournis. a l'aide d'une pince stérile à la surface de la Gélose .
- Après avoir retourné les boites incuber les à 37°C pendant 24h **(Droguet, 2019).**

**Lecture**

- Mesurer des diamètres d'inhibition à l'aide d'une règle.
- Exprimer les valeurs mesurées en « mm ».
- Noter la présences éventuelle des colonies dans les zones d'inhibition pour chaque antibiotique **(Droguet, 2019).**

✓ **La galerie API pour les Streptocoques**

[https://sordalab.com/RESSOURCES/documents/FR/FT- \\_Api\\_strep\\_ref\\_20600.pdf](https://sordalab.com/RESSOURCES/documents/FR/FT- _Api_strep_ref_20600.pdf)

**Technique**

- **Préparation de la galerie**

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Incrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.
- Déposer la galerie dans la boîte d'incubation **(DIOMA, 2008).**

Parallèlement, réaliser le test d'oxydase et Catalase sur une colonie isolée.

- **Préparation de l'inoculum**

- Ouvrir une ampoule d'API Suspension Medium (2 ml) comme indiqué au paragraphe "Précautions d'utilisation" ou utiliser un tube contenant 2 ml d'eau distillée sans additif.
- A l'aide d'un écouvillon, prélever toute la culture préalablement préparée.
- Réaliser une suspension très dense : **opacité supérieure à 4 de McFarland**. Cette suspension doit être utilisée extemporanément (**bioMérieux SA, 2010**).

- **Inoculum de la galerie**

- Dans la première moitié de la galerie (tests VP à ADH) répartir la suspension précédente en évitant la formation de bulles.
- Dans la deuxième moitié de la galerie (tests RIB à GLYG).
- Remplir les cupules des tests soulignés ADH à GLYG avec de l'huile de paraffine stérile en formant un ménisque convexe.
- Incubation à  $36^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  en aérobiose pendant 4H00 - 4H30 pour une première lecture et 24 heures ( $\pm 2$  heures) si nécessaire pour une deuxième lecture (**bioMérieux SA, 2010**).

### **Lecture**

Après 4 heures d'incubation ajouter les réactifs :

- Test VP : 1 goutte de VP 1 et VP 2.
- Test HIP : 2 gouttes de NIN.
- Tests PYRA,  $\alpha$ GAL,  $\beta$ GUR,  $\beta$ GAL, PAL, LAP : 1 goutte de ZYM A et ZYM B.
- Relire après 24 heures les réactions ESC, ADH et RIB à GLYG sans relire les réactions enzymatiques (HIP, PYRA,  $\alpha$ GAL,  $\beta$ GUR,  $\beta$ GAL, PAL, LAP) et VP.
- Noter toutes les réactions sur la fiche de résultats (**bioMérieux SA, 2010**).

## **Annexe 4**



A

ANTIBIOGRAMME méthode des disques

## 2.7. Liste des antibiotiques et des valeurs de référence (ordre alphabétique des sigles d'antibiotiques)

Extrait des recommandations 2005 du Comité de l'antibiogramme de la Société française de microbiologie.

Cette liste doit permettre de retrouver l'antibiotique par le sigle figurant sur le disque. Il exclut les anaérobies strictes, *Haemophilus*, *Neisseria* pathogènes.

### AVERTISSEMENT

Ce tableau s'applique à la plupart des bactéries de culture "facile".

Antibiotiques (nom commun)	Sigle	Classe	CCinf	d. CCinf	CCsup	d. CCsup	Charge du disque
Virginiamycine		Macrolides-Streptogramines	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	15,0 µg
Ampicilline (sauf <i>Streptococcus</i> )	AM	Pénicilline : Aminopénicilline	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	10,0 µg
Amoxicilline + Ac. clavul.	AMC	Pénicilline : Aminopénicilline	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	25/10 µg
Amoxicilline (sauf <i>Streptococcus</i> )	AMX	Pénicilline : Aminopénicilline	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	25,0 µg
Amikacine	AN	Aminosides	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Aztréonam	ATM	Béta lactamine : Monobactam	4 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30,0 µg
Azlocilline	AZL/ ZL	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	16 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	64 µg mL <sup>-1</sup>	13 mm	75,0 µg
Azithromycine	AZM	Macrolides (vrais)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	15,0 µg
Bacitracine	B	Polypeptides	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	100,0 µg
Chloramphénicol	C	Phénicolés	8 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	30,0 µg
Céftazidime	CAZ	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Carbénicilline	CB	Pénicilline : Carboxypénicilline	128 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	128 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	
Céftaclor	CEC	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	10,0 µg
Céfradine	CEd	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	30,0 µg
Céfalotine	CF	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	30,0 µg
Cefixime	CFM	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	1 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	10,0 µg
Céfopérazone	CFP	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	30,0 µg
Céfadraxil	CFR	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	30,0 µg
Cefsulodine ( <i>Pseudomonas</i> )	CFS	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén. Pseudo	8 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	30,0 µg
Cefatrizine	CFT	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	10,0 µg
Ciprofloxacine	CIP	Quinolones 2 <sup>e</sup> gén. (fluroquinolones)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	5,0 µg
Clindamycine	CM/CC	Macrolides-Lincosamides	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	2 UI
Céménoxime	CMX	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Céfalexine	CN	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	30,0 µg
Cefpodoxime-proxétil	CPD	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	1 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	10,0 µg
Cefpirome	CPO	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Céftriaxone	CRO	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Colistine	CS	Polypeptides	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	50,0 µg
Céfotiam	CTF	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Céfotétan	CTT	Céphalosporine 2 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30,0 µg
Céfotaxime (sauf <i>Streptococcus</i> )	CTX	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Céfuroxime	CXM	Céphalosporine 2 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Céfuroxime-axétil	CXM	Céphalosporine 2 <sup>e</sup> gén.	1 µg mL <sup>-1</sup>	26 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	10,0 µg
Céfazoline (1)	CZ	Céphalosporine 1 <sup>e</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	30,0 µg
Céftizoxime	CZX	Céphalosporine 3 <sup>e</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Dibécacine	DKB	Aminosides	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	10,0 µg
Doxycycline	DO	Tétracyclines	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30 UI
Erythromycine	E	Macrolides (vrais)	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	15 UI

ANTIBIOGRAMME méthode des disques

Antibiotiques (nom commun)	Sigle	Classe	CCinf	d. CCinf	CCsup	d. CCsup	Charge du disque
Pipéracilline (Non Entérobactéries)	PIP	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	16 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	64 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	75,0 µg
Pristinamycine (sauf <i>S. pneumoniae</i> )	PT	Macrolides-Streptogramines	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	15,0 µg
Rifampicine (sauf <i>Staphylococcus</i> )	RA	divers	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	30,0 µg
Rifampicine ( <i>Staphylococcus</i> )	RA	divers	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	29 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	30,0 µg
Streptomycine	S	Aminosides	8 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	13 mm	10 UI
Sisomicine	SIS	Aminosides	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	10,0 µg
Spiramycine	SP	Macrolides (vrais)	1 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	100,0 µg
Spectinomycine (gonocoque)	SPT	Aminosides	64 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	64 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	100,0 µg
Sparfloxacin	SPX	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	5,0 µg
Sulfamide (urines)	SSS	Sulfamides	64 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	256 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	200,0 µg
Streptomycine haute charge ( <i>Streptococcus</i> )	STR	Aminosides	250 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	500 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	500,0 µg
Triméthoprime+Sulfaméthoxazole	SXT	Sulfamides	2,38 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	8\152 µg mL <sup>-1</sup>	10 mm	1,3/24 µg
Ticarcilline + Ac. Clavulanique	TCC	Pénicilline : Carboxypénicilline	16/2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	64/2 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	75/10 µg
Tétracycline	TE	Tétracyclines	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30 UI
Teicoplanine *	TEC	Glycopeptides	4 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	-	30,0 µg
Ticarcilline	TIC	Pénicilline : Carboxypénicilline	16 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	64 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	75,0 µg
Tobramycine	TM	Aminosides	2 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	10,0 µg
Tobramycine ( <i>Staphylococcus</i> )	TM	Aminosides	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	10,0 µg
Triméthoprime (urines)	TMP	Sulfamides	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	5,0 µg
Pipéracilline Tazobactam (Entérobactéries)	TZP	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	8/4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	64/4 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	75/10 µg
Pipéracilline Tazobactam (Non Entérobactéries)	TZP	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	16/4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	64/4 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	75/10
Fluméquine (urines)	UB	Quinolones 1 <sup>o</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	30,0 µg
Vancomycine *	VA	Glycopeptides	4 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	-	30,0 µg
Ertapénème		Pénicilline : Carbapénème	2 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	10,0 µg
Cefotiam-héxetil		Céphalosporine 3 <sup>o</sup> gén.	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	10,0 µg
Loracarbef		Céphalosporine 3 <sup>o</sup> gén.	2 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Dirithromycine		Macrolides («vrais»)	0,12 µg mL <sup>-1</sup>	28 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	15,0 µg
Teiithromycine		Macrolides-Kétolides	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	15,0 µg
Linézolide		Macrolides-Oxazolidinones	4 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	30,0 µg
Quinupristine-dalfopristine		Macrolides-Streptogramines	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	15,0 µg
Posoxacine (gonocoque)		Quinolones	1 µg mL <sup>-1</sup>	-	1 µg mL <sup>-1</sup>	-	5,0 µg
Acide piromidique (urines)		Quinolones 1 <sup>o</sup> gén.	16 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	25,0 µg
Gatifloxacin		Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	5,0 µg
Lévofloxacin (non <i>Streptococcus</i> )		Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	5,0 µg
Moxifloxacin		Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	5,0 µg
Moxifloxacin ( <i>Streptococcus pneumoniae</i> )		Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	24 mm	5,0 µg
Trovafloxacin		Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	5,0 µg
Mupirocine		divers	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	5,0 µg
Novobiocine		divers	2 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	

\* pour les glycopeptides, si le diamètre est inférieur à 17 mm, mesurer la CMI (Cci = 4, CCs = 16 µg/mL)

## ANTIBIOGRAMME méthode des disques

Antibiotiques (nom commun)	Sigle	Classe	CCinf	d. CCinf	CCsup	d. CCsup	Charge du disque
Énoxacine	ENX	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	5,0 µg
Acide fusidique	FA	divers	2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	10,0 µg
Ampicilline + Sulbactam	FAM	Pénicilline : Aminopénicilline	4/8 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	16/8 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	10/10 µg
Céfépime	FEP	Céphalosporine 3 <sup>o</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Fostomycine	FDS	divers	32 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	50,0 µg
Céfoxitine	FOX	Céphalosporine 2 <sup>o</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Furanes	FT	Furanes	25 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	100 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	500,0 µg
Gentamycine haute charge ( <i>Streptococcus</i> )	GEN	Aminosides	250 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	500 µg mL <sup>-1</sup>	11 mm	500,0 µg
Gentamycine	GM	Aminosides	2 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	15,0 µg
Gentamycine ( <i>Staphylococcus</i> )	GM	Aminosides	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	15,0 µg
Imipénème	IPM	Pénicilline : Carbapénème	4 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	10,0 µg
Isépamicine	ISP	Aminosides	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Kanamycine	K	Aminosides	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30 UI
Kanamycine haute charge ( <i>Streptococcus</i> )	KAN	Aminosides	250 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	500 µg mL <sup>-1</sup>	10 mm	1000 µg
Lincomycine	L	Macrolides-Lincosamides	2 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	15,0 µg
Loméfloxacine	LOM	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	5,0 µg
Lévofloxacine ( <i>Streptococcus pneumoniae</i> )	LVX	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	5,0 µg
Lévofloxacine ( <i>Streptococcus</i> )	LVX	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	5,0 µg
Céfamandole	MA	Céphalosporine 2 <sup>o</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Méccillnam	MEC	Pénicilline : Amidopénicilline	2 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	18 mm	10,0 µg
Méropénème	MEM	Pénicilline : Carbapénème	4 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	10,0 µg
Minocycline	MNO	Tétracyclines	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30 UI
Latamoxef	MOX	Céphalosporine 3 <sup>o</sup> gén.	4 µg mL <sup>-1</sup>	23 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	10,0 µg
Métronidazole	MTR	5-nitro-imidazolés	4 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	
Mezlocilline	MZ	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	8 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	75,0 µg
Acide nalidixique (urines)	NA	Quinolones 1 <sup>o</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	30,0 µg
Netilmycine	NET	Aminosides	2 µg mL <sup>-1</sup>	21 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	30,0 µg
Nitroxoline (urines)	NI	divers	1 µg mL <sup>-1</sup>	30 mm	32 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	20,0 µg
Norfloxacine (urines)	NOR	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	5,0 µg
Acide oxolinique (urines)	OA	Quinolones 1 <sup>o</sup> gén.	2 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	10,0 µg
Ofloxacine	OFX	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	0,5 µg mL <sup>-1</sup>	25 mm	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	5,0 µg
Oxytétracycline	OT	Tétracyclines	4 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	8 µg mL <sup>-1</sup>	17 mm	30 UI
Oxacilline	OX	Pénicilline : Isoxazolpénicilline (M)	2 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	5,0 µg
Pénicilline G (sauf <i>Streptococcus</i> )	P	Pénicilline : G	0,25 µg mL <sup>-1</sup>	29 mm	0,25 µg mL <sup>-1</sup>	29 mm	6,0 µg
Polymyxines	PB	Polypeptides	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	2 µg mL <sup>-1</sup>	15 mm	
Péfloxacine	PEF	Quinolones 2 <sup>o</sup> gén. (fluroquinolones)	1 µg mL <sup>-1</sup>	22 mm	4 µg mL <sup>-1</sup>	16 mm	5,0 µg
Acide pipémidique (urines)	PI	Quinolones 1 <sup>o</sup> gén.	8 µg mL <sup>-1</sup>	19 mm	16 µg mL <sup>-1</sup>	14 mm	20,0 µg
Pipéracilline (Entérobactéries)	PIP	Pénicilline : Acyluréidopénicillines	8 µg mL <sup>-1</sup>	20 mm	64 µg mL <sup>-1</sup>	12 mm	75,0 µg

## Annexe 5

Tables NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F))

Tableau 1 - Table NPP pour 3 x 1 g (ml), 3 x 0,1 g (ml) et 3 x 0,01 g (ml).

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					
autres valeurs			non cité dans la table ISO 7218 : 1996 (F)					

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : LACHTAR Nada  
BOUKELLAL Nouha

## Comparaison des profils Microbiologiques du poulet Biologique et Conventionnel : influence de l'Usage des Antibiotiques

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie Moléculaire des Microorganismes

### Résumé

Notre travail a porté sur la comparaison des profils microbiologiques et d'antibiorésistance d'isolats provenant de deux types d'échantillons de poulet : biologique et conventionnel, commercialisés dans la wilaya de Constantine. Dans un premier temps, nous avons effectué des analyses qualitatives et quantitatives en utilisant des méthodes d'isolement sélectif, de caractérisation (macroscopique, microscopique et biochimique) et de dénombrement, incluant l'analyse de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), des coliformes, des streptocoques fécaux, ainsi que la détection de la présence de *Staphylococcus aureus* et de salmonelles. Dans la deuxième partie, nous avons testé différents antibiotiques sur quelques souches isolées. Les résultats du dénombrement de la FTAM, des coliformes et des streptocoques fécaux ont été variables, indiquant l'implication de plusieurs facteurs dans la contamination bactérienne de la viande. Ces dénombrements sont étroitement liés à la qualité hygiénique du poulet, et certains font parties de la flore intestinale, reflétant les conditions d'élevage, d'abattage et de commercialisation. De son côté, la présence d'*Enterococcus*, suspectée d'appartenir à l'espèce *E. faecalis*, sur la viande biologique, présentant le profil d'une souche sauvage, et la détection d'*Escherichia coli* résistante aux bêtalactamines spécifiquement sur le poulet traité aux antibiotiques, suggèrent que cette dernière a probablement acquis une résistance en raison de la pression exercée par l'usage d'antibiotiques dans l'élevage de ce type de poulet. Enfin, l'absence de pathogènes comme *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* sp. Dans tous les échantillons témoigne d'un bon niveau de sécurité microbiologique, favorable à la santé publique.

**Mots-clés :** Poulet biologique, poulet conventionnel, élevage, hygiène, contamination bactérienne, antibiotique, résistance.

**Laboratoires de recherche :** laboratoire d'hygiène de Constantine.

**Présidente du jury :** Dr. ABDELAZIZ Ouided (MCB – UFM Constantine 1).

**Encadrant :** Dr. GUERGOURI Ibtissem (MCB – UFM Constantine 1).

**Examinatrice :** Dr. MEGHNOUS Ouissem (MCB – UFM Constantine 1).