



République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريديج  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers  
قسم العلوم البيواوجية  
Département des Sciences Biologiques



## Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

## Intitulé

**Activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries vis-à-vis d'agents  
phytopathogènes et essai de lutte biologique**

Présenté par : Mme OUKACI Sonia

Soutenu publiquement le : 08/10/2021

Devant le jury composé de :

**Président** : Mr. MIRIBAI Abdelmalek (MCB) Université de Bordj Bou Arreridj

**Promotrice** : Mme SOUAGUI Yasmina (MCB) Université de Bordj Bou Arreridj

**Examinatrice** : Mme ABED Hanane (MCB) Université de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2020/2021

## **Remerciement**

*Avant tout, je remercie LE BON DIEU*

*Le tout puissant de  
m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour  
terminer ce travail.*

*Mes remerciement et ma profonde gratitude s'adresse à :*

*Mme Souagui Yasmina, Pour avoir encadré ce travail,  
pour son aide, ses conseils et sa patience.*

*J'adresse également mes sincères*

*remerciement à tout l'équipe du laboratoire de Microbiologie appliqué : Wabiba et wissam pour  
ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter mes réflexions.*

*Merci à tous les membres de jury ; Monsieur*

*Mirebai pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de  
présider ce jury ; Madame Zerrougui pour avoir accepté  
d'examiner ce modeste travail.*

*Je m'adresse aussi mes vifs remerciements à tous mes professeurs  
qui ont contribué à ma formation tout au long de cette année.*

*Merci mon cher mari qui de diverses façons et  
à différents moments ma apporté son aide.*

## *Dédicace*

*Je dédie affectueusement ce travail à :*

*Ma famille pour leur aide, leurs encouragements  
incessants et leur soutien moral aux moments difficiles.  
Qu'ils trouvent dans ce travail la preuve modeste d'une  
reconnaissance infinie et d'un profond amour.*

*Ma chère maman.*

*Ma sœur et mon frère*

*Mes belles sœurs*

*Toute la famille Oukaci et Touati*

*Tout mes amis de la promotion microbiologie sans exception.*

## Résumé

La présente étude a été réalisée pour mettre en évidence l'activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries (*Streptomyces*) à l'égard de souches bactériennes phytopathogènes isolées à partir de graines de blé dur. La mise en évidence de l'activité antibactérienne a été réalisée par la méthode des cylindres d'agar sur milieux spécifiques. Deux bactéries ont été isolées à partir des graines de blé dur à savoir *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas* sp.. Les résultats de la mise en évidence de l'activité ont montré que la souche d'actinobactéries (*Streptomyces*) présente un effet inhibiteur à l'égard de ces pathogènes avec des zones d'inhibition comprises entre (05 et 22 mm).

## Abstract

The present study was carried out to highlight the antibacterial activity of a strain of actinobacteria (*Streptomyces*) against phytopathogenic bacterial strains isolated from durum wheat seeds. The demonstration of the antibacterial activity was carried out by the agar cylinder method on specific medium. Two bacteria were isolated from durum wheat seeds namely *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas* sp.. The results of the activity showed that the strain of actinobacteria (*Streptomyces*) presents an inhibitory effect against these pathogens with inhibition zones between (05 and 22 mm).

## الملخص

هذه الدراسة أعدت من أجل تحديد النشاط المضاد لبكتيريا (*Streptomyces*) تجاه السلالات المسببة للأمراض النباتية (*S.aureus* و *Pseudomonas*) والتي تم عزلها وتحديدتها من بذور القمح الصلب. إبراز النشاط المضاد للبكتيريا تم باستخدام طريقة اسطوانات الاجار في محيط خاص.

سلالتين من البكتيريا تم عزلهما وتحديدهما من بذور القمح الصلب وهما: *Pseudomonas* و *Staphylococcus aureus*.

أظهرت النتائج أن سلالة (*Streptomyces*) تملك تأثير مثبت ضد السلالات المسببة للأمراض بمناطق تثبيط يتراوح قطرها بين (05-22 ملم).

## Liste des abréviations

**GN** : Gélose nutritive

**PLS** : Lipopolysaccharides

**S. aureus** : Staphylococcus aureus

**H** : heure

**mm** : Millimètres

**BN** : blé Boussalem non traité

**BW** : blé dur waha

**GTA** : blé dur Sidi Mbarek (R<sub>1</sub>)

**P<sub>1</sub>BB** : blé dur région Texester

**BT** : blé dur Boussalem traité

**GC** : Guanine Cytosine

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1 :</b> Localisation de la région de Bordj Bou Arreridj .....	3
<b>FIGURE 2 :</b> Maladie des stries bactériennes des feuilles de blé.....	4
<b>FIGURE 3 :</b> Brûlure bactérienne des feuilles de blé .....	4
<b>FIGURE 4 :</b> Mise en évidence de l'activité antibactérienne par la méthode des cylindres d'agar.....	9
<b>FIGURE 5 :</b> Aspect microscopique des <i>Staphylococcus aureus</i> sur le milieu Chapman.....	10
<b>FIGURE 6 :</b> Aspect microscopique des <i>Pseudomonas</i> sur le milieu KingA.....	10
<b>FIGURE 7 :</b> Résultats de l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactérie BS05 vis-à-vis des bactéries pathogènes <i>Pseudomonas sp.</i> ....	12
<b>FIGURE 8 :</b> Résultats de l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactérie BS05 vis-à-vis de la bactérie pathogène <i>S. Aureus</i> .....	13

## LISTE DES TABLEAUX

<b>TABLEAU I :</b> Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche <i>Pseudomonas sp.</i> par la méthode des cylindres d'agar .....	11
<b>TABLEAU II :</b> Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche <i>Staphylococcus aureus sp</i> par la méthode des cylindres d'agar.....	12

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I Synthèse bibliographique</b> .....	3
I.1. Le blé dur .....	3
I.2. Zones de production du blé dur et données climatiques .....	3
I.1 Les agents pathogènes du blé.....	4
I.2 La lutte biologique .....	4
I.3 Les actinobactéries .....	5
I.3.1 Propriétés générales .....	5
I.3.2 Importances des actinobactéries dans la lutte biologique .....	5
I.3.3 Streptomyces agent de biocontrôle .....	6
<b>Chapitre II Matériel et Méthodes</b> .....	7
II.1 La souche d'actinobactéries.....	7
II.2 Les bactéries phytopathogènes .....	7
II.2.1 Isolement et échantillonnage .....	7
II.4 Mise en évidence de l'activité antibactérienne.....	8
<b>Chapitre III Résultats et discussions</b> .....	10
III.1. Résultats de l'isolement et identification des phytopathogènes.....	10
III.2 Résultats de la mise en évidence de l'activité antibactérienne.....	11
III.2.1 Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>Pseudomonas sp.</i> .....	11
III.2.2 Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	12
III.3 Discussion .....	14
<b>Conclusion</b> .....	16
<b>Annexes</b> .....	17
<b>Références bibliographiques</b> .....	18

## Introduction

Il est reconnu que le blé, le riz et le maïs constituent la base alimentaire des populations du globe. Durant le développement de la civilisation indo-européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux sous climat tempéré (Yves et De buyser, 2001). En l'Algérie, la production est de 19 millions de quintaux en 2008 à 2017. Elle est répartie entre blé dur (70%) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle. Cette dernière est due essentiellement à une situation géographique défavorable, d'une mauvaise maîtrise des techniques culturales, à cela viennent s'ajouter les pertes dues à un certain nombre d'agressions de nature diverses (Djaouti, 2010).

Le blé dur peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (Ezzahiri, 2001). La reconnaissance de ces maladies ainsi que leurs moyens de lutte restent des outils importants pour une meilleure maîtrise de ces contraintes et une amélioration de la productivité par la suite (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

La lutte biologique est l'une des méthodes prometteuses, elle consiste en l'utilisation de microorganismes antagonistes, qui sont connus pour leurs capacités métaboliques (Aouar et *al.*, 2019). L'origine de ces métabolites antibactériens peut être naturelle, synthétique ou semi synthétique (Watve et *al.*, 2001). En pratique il est prouvé que la capacité de produire différents composés est limité à des groupes de microorganismes eucaryotes et de bactéries, en particulier les actinobactéries (Tiwari et Gupta, 2011). Ces derniers sont des procaryotes très recherchés en biotechnologie à cause de leur rôle important dans la production des composés bioactifs.

Les actinobactéries, une famille de bactéries s'est particulièrement illustrée par la richesse de son métabolisme secondaire et par la remarquable diversité des métabolites produits. Ils sont à l'origine de 70% des antibiotiques naturels connus dans le monde. Le genre *Streptomyces*, qui secrète plus de 80% de ces molécules, est très intéressamment exploité (Solecka et *al.*, 2012). Les sols en Algérie représentent des écosystèmes particuliers. Leur exploration a permis de mettre en évidence leur richesse et leur biodiversité en actinobactéries rares. De nombreux travaux ont été réalisés dans le but de rechercher et isolés des souches productrices d'antibiotiques (Boudjella et *al.*, 2014), ou encore dans une optique de lutte biologique contre certaines maladies des plantes ou d'amélioration de la croissance des plantes (Aouar et *al.*, 2012).

L'objectif principale de notre travail est d'étudier l'activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries isolée à partir d'un sol aride au sud d'Algérie vis-à-vis de souches bactériennes phytopathogènes isolées à partir de graines de blé dur de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

## Chapitre I Synthèse bibliographique

### I.1. Le blé dur

Le blé dur ou "*Triticum durum*" se distingue du blé tendre par des caractéristiques génétiques, morphologiques et physiologiques. Le grain de blé a une structure hétérogène : germe\* (2 à 3 %), amande\* (77 à 81 %) et enveloppes (15 à 20 %). Sur le plan technologique, la structure vitreuse de son amande lui confère l'aptitude particulière à être transformé en semoule. La norme NF ISO 11051 "Blé dur (*Triticum durum* Desf.) - Spécifications" (Janvier 1995) définit les caractéristiques générales et physico-chimiques minimales du blé dur destiné à l'alimentation humaine et faisant l'objet de transactions commerciales (Dila, 2012). Lors de sa croissance ; le blé peut être menacer par de nombreuses maladies qui attaquent plusieurs de ses parties. Ces derniers influencent sur la qualité et la quantité du blé.

#### I.1.1 Zones de production du blé dur et données climatiques

Le blé a été prélevé dans – La région de Bordj Bou Arreridj, localisée dans l'arrière-pays méditerranéen où s'étendent les hautes plaines de l'est de l'Algérie (Fig. 1). C'est une région à vocation céréalière associée à l'élevage ovin et bovin (ITGC, 2001). Les sols ont une texture argileuse lourde à très lourde, une faible profondeur et une teneur modérée en matière organique. La principale variété de blé dur cultivée est Waha, caractérisée par sa précocité et sa productivité allant jusqu'à 4,5 t/ha, mais aussi par sa sensibilité à la sécheresse (Amokrane et al., 2002) Dans ce contexte, les aléas climatiques et les sécheresses sont des données décisives pour la production de céréales menée en pluvial.



Figure 1 : Localisation de la région de Bordj Bou Arreridj

### I.1.2 Les agents pathogènes du blé

Le concept de maladie se rapporte aux anomalies observées par rapport au phénotype attendu. Lorsqu'un agent pathogène entre en contact avec une plante dans des conditions d'environnement favorables à l'infection débute le dialogue moléculaire entre l'hôte et le pathogène dont l'issue va définir le type de relation (sensibilité ou résistance) qui s'établit entre les deux protagonistes (le poivre, 2003).

Plusieurs types d'organismes peuvent être à l'origine des maladies. Parmi ceux-ci on peut citer les champignons les virus, et les bactéries. Ces micro-organismes attaquent presque toutes les espèces cultivées, provoquant ainsi différents types de dégâts (Zahour,1992). L'un des effets des maladies est la réduction de la biomasse totale et, par suite, le rendement (Zahour,1992).

Le micro-organisme *Pseudomonas* provoque des maladies qui agissent sur les feuilles du blé. Il s'agit de la maladie « brûlure bactérienne des feuilles » figure 2 et 3 (Benjama, 1997).



**Figure 1:** Maladie des stries bactériennes des feuilles de blé

(Benjama,1997)



**Figure 2:** Brûlure bactérienne des feuilles de blé

(Benjama,1997)

### I.2 La lutte biologique

La lutte biologique consiste en l'utilisation des micro-organismes afin de contrôler d'autres organismes "nuisibles" présents sur les exploitations agricoles. Ces micro-organismes ont une action régulatrice sur des pathogènes de cultures (Tingley et al, 2017).

Le biocontrôle constitue un réel enjeu pour le développement d'une agriculture durable, en vue de limiter l'utilisation de pesticides traditionnels. De plus, plusieurs travaux ont mis en évidence que certaines bactéries stimulent globalement le métabolisme des plantes, permettant notamment une meilleure adaptation de la plante vis-à-vis de stress abiotiques (Lydie, 2010).

L'utilisation de micro-organismes antagonistes des pathogènes apparaît donc comme une approche prometteuse. Un travail demeure nécessaire pour consolider les connaissances sur les souches d'agents de biocontrôle et leur mode de fonctionnement, ainsi que sur les méthodes d'application pour une efficacité optimale (Ridano et al., 2017).

Les souches des micro-organismes les plus efficaces ont été isolées pour vérifier leur potentiel directement sur les plantes par des mécanismes par lesquels les agents de lutte biologique interagissent avec la plante hôte et d'autres membres de la communauté microbienne associée à la plante (Comby et al., 2017).

### **I.3 Les actinobactéries**

#### **I.3.1 Propriétés générales**

Les actinobactéries sont des bactéries aérobies à Gram positif caractérisées par un génome à forte teneur en G + C. Actuellement, le phylum *Actinobacteria* tel qu'il figure dans le Manuel de Bergey, (2012), regroupe 6 classes, 23 ordres, 53 familles, 222 genres et environ 3000 espèces. Les genres de ce phylum présentent une énorme diversité en termes de morphologie, de physiologie et de capacités métaboliques. La taxonomie des Actinobactéries a évolué de manière significative avec le temps avec l'accumulation de connaissances.

Les actinobactéries sont réparties de façon ubiquitaire dans les écosystèmes aquatiques et terrestres, ont un mode de vie mycélien et subissent une différenciation morphologique complexe (Barka et al., 2015).

Les streptomycètes représentent le plus grand genre appartenant à l'ordre des *Actinomycetales* qui renferment une diversité de morphotypes comprenant des formes unicellulaires sphériques, des hyphes fragmentés et des mycéliums ramifiés (Barka et al., 2016).

Les actinobactéries constituent l'un des phylums taxonomiques les plus importants et les plus anciens du domaine des bactéries et sont bien connus pour leurs métabolites secondaires notamment les streptomycètes (Verma et al., 2013).

#### **I.3.2 Importances des actinobactéries dans la lutte biologique**

Dans le domaine de la pathologie végétale, la lutte biologique est la lutte menée contre les agents responsables des maladies des plantes au moyen de micro-organismes antagonistes.

Les actinobactéries possèdent les principales propriétés de l'antagoniste idéal (Sabaou et al., 1998) défini par plusieurs auteurs. Ces critères laissent supposer que ce groupe de micro-organismes peut jouer un rôle primordial dans le domaine de la protection des plantes contre leurs bio-agresseurs (Xuefang, 2019)

Les actinobactéries sont bien reconnues pour leur production de métabolites primaires et secondaires qui ont des applications importantes dans la lutte biologique. Ils sont également une source prometteuse de large gamme d'enzymes importantes, et ont la capacité de dégrader une large gamme d'hydrocarbures, de pesticides et de composés aromatiques et aliphatiques (Skplovská et al., 2003).

La réussite de la lutte biologique nécessite l'application d'un agent de biocontrôle efficace. L'efficacité est notamment liée à la capacité de l'agent de lutte biologique à coloniser et à s'installer dans le milieu rhizosphérique des plantes (Singh et al., 2003).

### **I.3.3 *Streptomyces* agent de biocontrôle**

Les *Streptomyces* sont connus pour leurs capacités métaboliques, elles produisent des milliers d'antibiotiques. Ils semblent être de bons candidats comme agents de lutte biologique (Aouar et al., 2019). Elles produisent également une grande variété de métabolites secondaires bioactifs, tels que des molécules antibactériennes, antiviraux, antitumoraux, antihypertensives et immunosuppressives et elles possèdent un nombre élevé d'enzymes hydrolytiques (Chen et al., 2018).

Le genre *Streptomyces* a fait l'objet de nombreuses recherches comme antagoniste en vue d'une éventuelle utilisation comme agent de contrôle biologique de certaines maladies phytopathogènes. En effet, plusieurs espèces de *Streptomyces* ont été utilisées pour lutter contre les phytopathogènes (Xuefang et al., 2019).

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Microbiologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi (B.B.A).

Notre objectif essentiel, consiste à évaluer l'activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries du genre *Streptomyces* isolée d'un sol aride du sud algérien, vis-à-vis de souches bactériennes phytopathogènes isolées de graines de blé dure de quelques régions de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

### **II.1 Matériel biologique**

#### **II.2 La souche d'actinobactéries**

La souche utilisée dans notre étude appartient au genre *Streptomyces*; elle a été isolée et identifiée par notre encadrante Dr. SOUAGUI Y. à partir d'un échantillon de sol d'une région aride du sud algérien à Boussaâda.

#### **II.3 Les bactéries phytopathogènes**

Les bactéries phytopathogènes utilisées dans la présente étude ont été isolées à partir de quelques variétés de graines de blé dur de la région de Bordj Bou Arreridj.

##### **II.3.1 Isolement et échantillonnage**

L'isolement des bactéries phytopathogènes cibles a été réalisé à partir de graines de blé dur prélevées dans des régions différentes au niveau de la wilaya de B.B.A.

Dans notre travail on a utilisé 5 échantillons de blé dur, le premier est un blé de la région Tixter (PBB), le deuxième une variété traitée Boussalem (BT), troisième échantillon Boussalem non traité (génération 3) (BN), le quatrième Waha (BW) et le dernier est un blé prélevé dans la région de Sidi Mbarek (GTA).

Les graines de chaque variété ont été prélevées à l'aide d'une pince stérile puis désinfectées deux minutes avec de l'eau de javel (titrant 2 %), rincées à l'eau distillée stérile (pendant 1 min), puis séchées devant le bec Bunsen. Après le séchage, les graines ont été déposées dans des boîtes pétries fermées puis conservées.

Les graines (5 graines) de chaque variété, ont été déposées dans des boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé (GN), puis incubées à 30°C pendant 48h.

### **II.3.1.1 Isolement de *Pseudomonas* sp.**

Pour isoler les souches de *Pseudomonas* à partir des graines de blé, on a prélevé une colonie bactérienne à partir des boîtes pétries qu'on a incubées (sur GN) et ensemencé sur la gélose King A (King et al., 1954) (Milieu sélectif pour les *pseudomonas*). Le milieu ensemencé est incubé à 28°C pendant 72h.

- Le prélèvement et l'ensemencement a été effectué pour toutes les variétés de graines.

### **II.3.1.2 Identification des souches**

L'identification de ces souches isolées est déterminée à base de l'aspect phénotypique des colonies. L'observation morphologique (forme de la colonie, taille, couleur, aspect, odeur et transparence) permet une orientation préliminaire. Les caractères phénotypiques et biochimiques des souches ont été déterminés et comparés à ceux décrits dans le manuel de Bergey (Bergey's manual of determinative bacteriology, 9<sup>ème</sup> édition).

### **II.3.1.3 Isolement des staphylocoques**

Pour isoler les souches du genre *Staphylococcus* à partir des graines de blé, on a prélevé une colonie bactérienne à partir des boîtes pétries qu'on a incubées (sur GN) à l'aide d'une anse de platine et ensemencée sur la gélose Chapman. Le milieu ensemencé est incubé à 28°C pendant 48h.

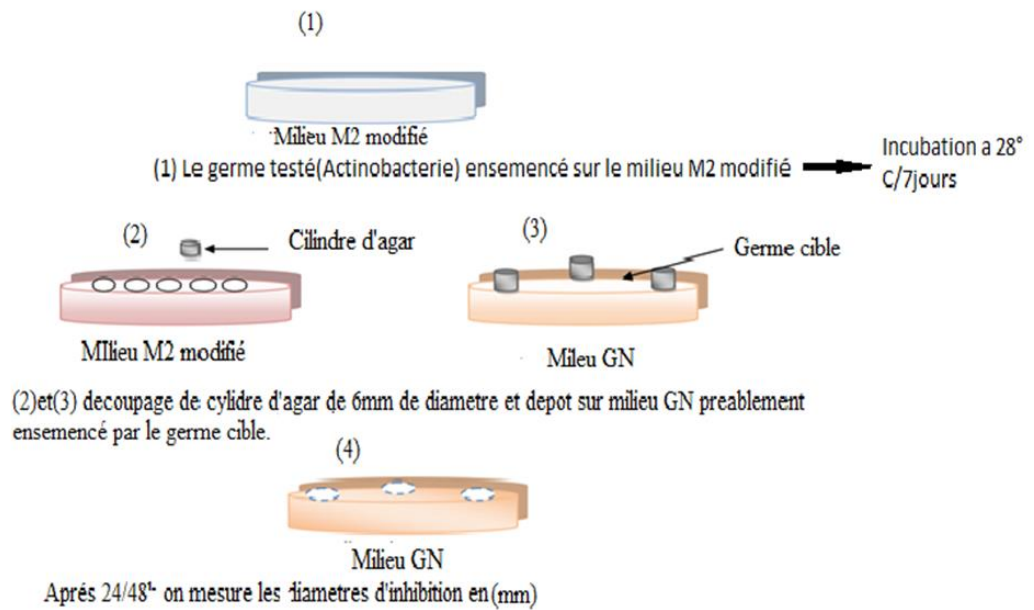
- Les souches de *Staphylococcus aureus* élaborent leur propre pigment. Les colonies s'entourent en 24 à 48 heures d'une auréole jaune ou doré due à la fermentation du mannitol.

## **II.4 Mise en évidence de l'activité antibactérienne**

La mise en évidence de l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactéries vis-à-vis des souches bactériennes isolées à partir des graines de blé a été réalisée par la méthode des cylindres d'agar (figure 3).

Cette méthode consiste à ensemencer la souche d'actinobactéries en stries très serrées à l'aide d'une anse de platine stérile et d'une manière homogène à la surface du milieu Williams (Meklat, 2012), après incubation à 28°C pendant 7 jours, des cylindres de gélose de 6mm de diamètre ont été découpés aseptiquement à l'aide d'un emporte-pièce puis déposés à la surface du milieu GN, préalablement ensemencé avec le germe cible (bactéries isolées) (Bastide et

*al.*, 1986). Les boîtes ensemencées sont maintenues à 4°C pendant 2h avant d'être incubées à 28°C. Les zones d'inhibition sont mesurées après 24h d'incubation à 37°C.



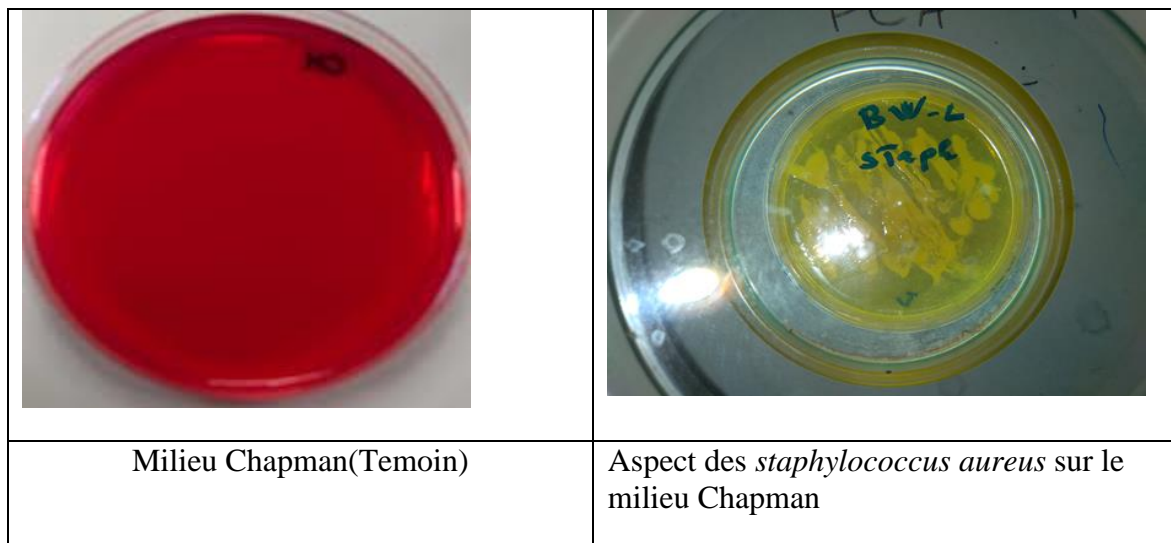
**Figure 3:** Mise en évidence de l'activité antibactérienne par la méthode des cylindres d'agar (Bastide et *al.*, 1986).

## Chapitre III Résultats et discussion

Au cours de cette études, deux souches pathogènes (*S.aureus* et *Pseudomonas* sp.) ont été isolées et identifiées dans le but de mettre en évidence l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactéries vis-à-vis de ces dernières.

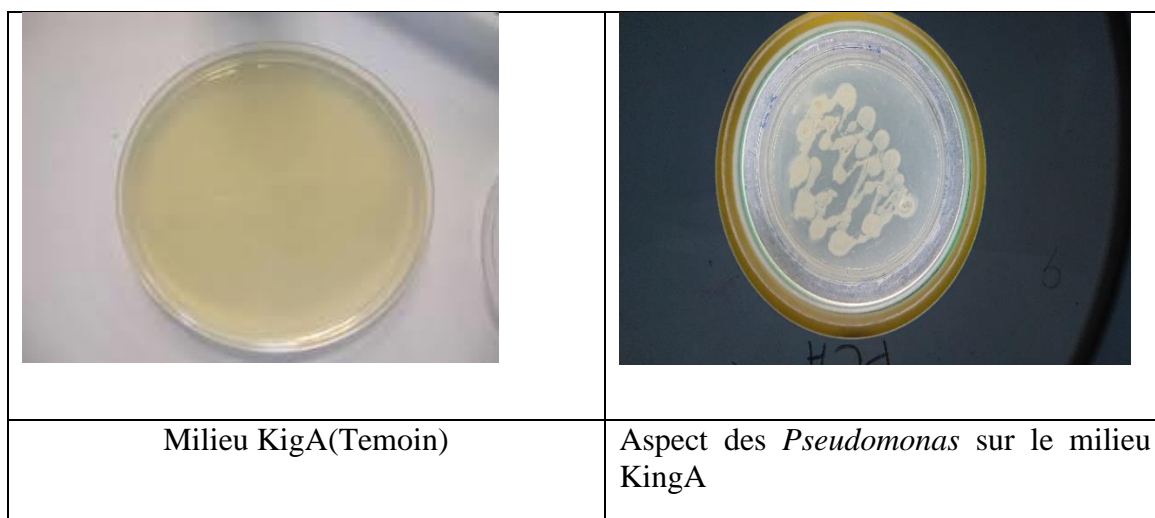
### III.1. Résultats de l'isolement et identification des phytopathogènes

**Milieu Chapman :** Les colonies de *S. aureus* s'entourent en 24 à 48 heures d'une auréole jaune ou dorée due à la fermentation du mannitol.



**Figure 4** Aspect microscopique des *Staphylococcus aureus* sur le milieu Chapman

**Milieu KingA :** Les colonies de *Pseudomonas* sur le milieu sélectif King A sont de coloration blanchâtre à crème après incubation à 28°C/72h. les *Pseudomonas* produisent un pigment fluorescent. Ce pigment est observé sous UV à une longueur d'onde de 254 nm.



**Figure 5:** Aspect microscopique des *Pseudomonas* sur le milieu KingA

### III.2 Résultats de la mise en évidence de l'activité antibactérienne

La Méthode des cylindres d'agar a été réalisée pour mettre en évidence l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactéries vis-à-vis des bactéries isolées des graines de blé. La souche a montré une activité variable vis-à-vis des germes cibles utilisés.

#### III.2.1 Activité antibactérienne vis-à-vis de *Pseudomonas* sp.

Les résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche bactérienne *Pseudomonas* sp. sont rapportés sur le tableau I.

**Tableau I:** Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche *Pseudomonas* sp.

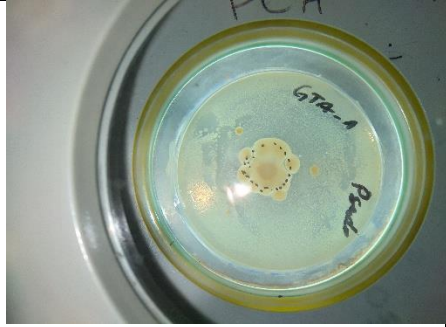

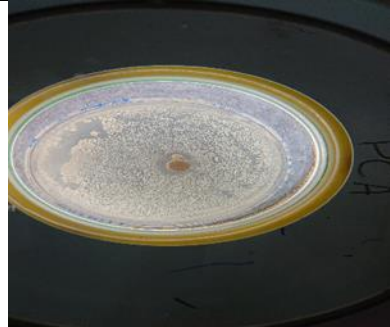

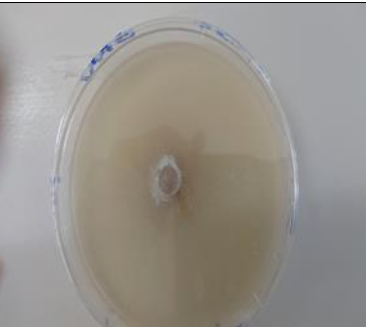
Le germe pathogène / Le diamètre	<i>Pseudomonas</i> isolé à partir de blé P <sub>1</sub> BB	<i>Pseudomonas</i> isolé à partir de blé BT	<i>Pseudomonas</i> isolé à partir de blé BN	<i>Pseudomonas</i> isolé à partir de blé BW	<i>Pseudomonas</i> isolé à partir de blé GTA
le diamètre de la zone inhibition (mm)	0	14	15	0	18

L'actinobactérie, montre un effet antibactérien important vis-à-vis des souches isolées à partir des graines de blé des variétés BT et BN, avec des zones d'inhibitions de 14 mm et 15 mm respectivement.

La plus forte action observée induit une zone d'inhibition de 18 mm de diamètre avec des souches isolées à partir de la variété GTA.

Aucun effet remarquable n'a été enregistré pour P<sub>1</sub>BB et BW dont les zones d'inhibition ont été nul de 00 mm.

Ces résultats suggèrent que l'actinobactérie possède un pouvoir antibactérien vis-à-vis des bactéries à Gram négatif.

		
Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>Pseudomonas</i> sp. isolée à partir du blé <b>GTA</b>	Activité antibactérienne vis à vis de <i>pseudomonas</i> isolée à partir du blé <b>BT</b>	Activité antibactérienne vis à vis de <i>pseudomonas</i> isolée à partir du blé <b>BN</b>
		
Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>pseudomonas</i> isolée à partir du blé <b>P1BB</b>	Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>pseudomonas</i> isolée à partir du blé <b>BW</b>	

**Figure 6:** Résultats de l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactérie vis-à-vis des bactéries pathogènes *Pseudomonas* sp.


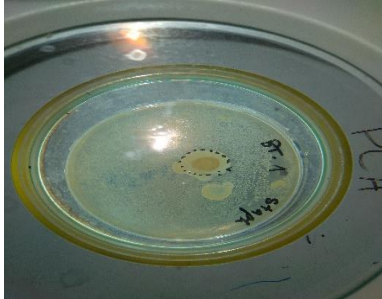
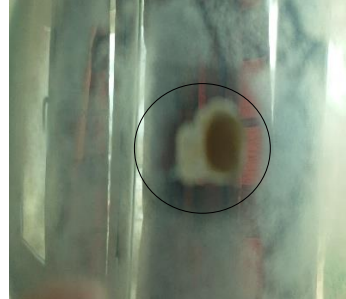

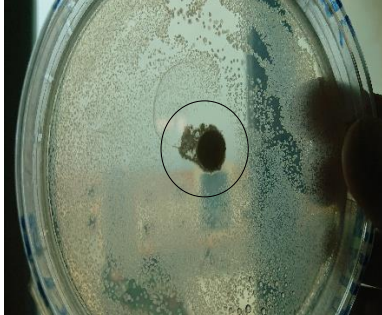
### III.2.2 Activité antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*

Les résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche bactérienne (*S. aureus*) isolée à partir des graines de blé sont rapportés sur le tableau II.

**Tableau II** Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus*.

Le germe pathogène / Le diamètre	<i>S.aureus</i> isolé à partir de blé P <sub>1</sub> BB	<i>S.aureus</i> isolé à partir de blé BT	<i>S.aureus</i> isolé à partir de blé BN	<i>S.aureus</i> isolé à partir de blé BW	<i>S.aureus</i> isolé à partir de blé GTA
Diamètre de la zone inhibition (mm)	5	11	18	15	22

L'actinobactérie présente une forte activité antagoniste vis-à-vis des bactéries à Gram+ avec des diamètres de zones d'inhibition variant entre 22 mm pour *S. aureus* isolée à partir de la variété GTA ; 18 mm pour celle de la variété BN et 15mm pour celle de la variété BW par contre un effet moyen vis-à-vis de *S. aureus* de la variété BT et un effet faible a été enregistré pour P1BB dont les zone d'inhibition ont été de 11 mm et 5 mm respectivement (Tableau II).

		
Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>S. aureus</i> isolée à partir du blé <b>GTA</b>	Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>S. aureus</i> isolée à partir du blé <b>BT</b>	Activité antibactérienne vis à vis de <i>S. aureus</i> isolée à partir du blé <b>BN</b>
		
Activité antibactérienne vis à vis de <i>S. aureus</i> isolée à partir du blé <b>P1BB</b>	Activité antibactérienne vis-à-vis de <i>S. aureus</i> isolée à partir du blé <b>BW</b>	

**Figure 7 :** Résultats de l'activité antibactérienne de la souche d'actinobactérie vis-à-vis de la bactérie pathogène *S. aureus*

Sur les deux bactéries pathogènes isolées, *Pseudomonas* sp. apparaît comme étant la souche la plus résistante, alors que *Staphylococcus aureus* est la plus sensible à l'actinobactérie étudiée. Les résultats de la mise en évidence de l'activité antibactérienne indiquent que la souche d'actinobactérie testée, présente une activité vis-à-vis des bactéries cibles isolées. Ce résultat est très encourageant, il montre que nos écosystèmes peuvent offrir des actinobactéries possédant des activités antibactériennes importantes. Les résultats indiquent aussi que les diamètres des zones d'inhibition varient d'un germe à un autre, il est intéressant de préciser que

les plus grandes valeurs des zones d'inhibition sont enregistrées vis-à-vis des souches isolées à partir de la variété GTA.

### III.3 Discussion

Au cours de cette étude, nous avons testé l'activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries du genre *Streptomyces* vis-à-vis de bactéries phytopathogènes isolées à partir de quelques variétés de graines de blé dur de la région de Bordj Bou Arreridj.

La souche a montré des activités antibactériennes très variables selon le germe cible utilisé. L'activité antibactérienne la plus importante a été obtenue vis-à-vis de la bactérie à Gram positif *S. aureus* où la zone d'inhibition a été de 22 mm de diamètre.

L'activité antibactérienne est mieux exprimée par la méthode des cylindres d'agar. Elle est d'avantage ciblée et permet d'apprécier plus précisément le pouvoir antibactérien de la souche. Cette technique permet aussi une meilleure visualisation et une bonne observation des zones d'inhibitions, compte tenu du fait que, c'est une méthode où l'inoculum des germes cibles utilisé est précis (Sabou,1998).

Le pouvoir antibactérien des actinobactéries vis-à-vis des microorganismes pathogènes pourrait s'expliquer au moins en partie, par une action des substances bioactives secrétés. D'ailleurs, les actinobactéries sont réputées pour leurs pouvoir antibactérien (Toumatia et al.,2014). L'activité antibactérienne vis-à-vis des bactéries à Gram positif pourrait être expliquée par la composition chimique de leur paroi par le peptidoglycane et absence de couche lipopolysaccharide (LPS) qui est présente chez les bactéries à Gram négatif. Cette couche rend la paroi imperméable aux substances lipophiles (Kim et al ; 1994). Nos résultats sont en accord avec les résultats obtenus par d'autres auteurs qui évoquent la sensibilité des bactéries à Gram positif aux sécrétions d'actinobactéries par rapport aux bactéries à Gram négatif (Hrir, 2017).

Les travaux de Mellouk et al., 2016 ; montre que l'isolat *Streptomyces* sp. est fortement active contre les bactéries à Gram positif (*Staphylococcus aureus*) avec des diamètres d'inhibition importants ; aucune activité n'est enregistrée contre les bactéries à Gram négatif.

Reghioua (2006) a également montré que les *Streptomyces* présentent une forte activité inhibitrice contre la souche *Staphylococcus aureus* et une modeste activité contre les bactéries à Gram négatif.

Selon Gayathri et al., (2011), les deux souches *Pseudomonas* sp. et *Staphylococcus aureus* présentent une grande sensibilité aux antibiotiques produits par les actinobactéries. Bien que ces souches soient considérées comme des souches très résistantes aux antibiotiques.

Selon Srivibool et Sukchotiratana, (2006), qui ont obtenu des résultats comparables, expliquèrent que l'absence d'activité antibactérienne ne signifie pas forcément que la substance est absente ou pas assez active, mais cela peut être dû à une mauvaise diffusion de celle-ci, dans le milieu, car n'étant pas polaire ou bien constituée de composés non polaires.

Boughachiche et *al.* (2005) et Boudemagh et *al.*, (2005), expliquent que les variations des zones d'inhibition sont dues au fait qu'une souche d'actinobactéries peut produire plusieurs molécules antimicrobiennes (différents spectres d'action) dont la nature dépend de la composition du milieu de culture.

## Conclusion

Les actinobactéries sont d'importants producteurs d'antibiotiques (75% par *Streptomyces*) et autres métabolites secondaires. Les deux tiers des quelques milliers d'antibiotiques isolés sont produits par les actinobactéries (Chen et *al.*, 2018).

L'objectif de ce travail a été la mise en évidence de l'activité antibactérienne d'une souche d'actinobactéries vis-à-vis de bactéries phytopathogènes. Nous avons procédé à l'isolement, l'identification des germes phytopathogènes et l'évaluation de l'activité biologique de la souche d'actinobactéries par la méthode des cylindres d'agar.

Les résultats auxquels nous avons abouti lors de nos expériences sont prometteurs. La souche d'actinobactéries a montré une activité antibactérienne importante contre les souches pathogènes isolées *Pseudomonas* sp. et *S. aureus*; qui s'est manifestée par une zone d'inhibition d'un diamètre remarquable (14,15,18,22). Pour cela, cette souche a été sélectionnée pour des expériences ultérieures mettant l'accent sur l'activité antibactérienne de leurs métabolites secondaires.

Nous concluons alors que la souche d'actinobactéries est aptes à produire des molécules bioactives qui peuvent être utilisées dans le traitement des maladies des plantes, contre les bactéries phytopathogènes.

Comme perspectives, il reste plusieurs travaux à mener afin de répondre aux questions soulevées lors de ce travail. Parmi ces travaux on cite :

- La purification des différents métabolites actifs ainsi que leur caractérisation.
- Utiliser ces bactéries (*in vivo*) dans la lutte biologique contre les différentes maladies avec des méthodes de biotechnologie.

## Annexes

### Composition des milieux de culture :

#### *Gélose nutritive*

- Amidon.....10g
- Peptone.....05g
- Extrait de viande.....01g
- Extrait de levure.....02g
- NaCl.....05g
- Agar.....15g
- Eau distillée.....01L
- PH=7.5

#### *Milieu Chapman*

- Peptones : .....11g
- Extrait de viande..... 75g
- Chlorure de sodium..... 10g
- Mannitol : ..... 0.025g
- Rouge de phénol.....15g
- Agar : .....15g
- Eau distillée : .....011
- pH = 6.2

#### *Milieu King A*

- Glycérol .....10 g
- Sulfate de potassium.....10g
- Sulfate de magnésium heptahydraté ..... 1,4 g
- Agar purifié..... 12 g
- pH = 7,1

#### *Milieu M<sub>2</sub>*

- Amidon.....10g
- Extrait de levure.....04g
- Peptone.....02g
- Agar.....18g

## Références bibliographiques

- A. Gayathri, P. M. (2011). Diversity, Antibacterial Activity And Molecular Characterization of Actinomycetes Isolated From Salt Pan Region of Kodiakarai, Nagapattinam DT. *Asian J. Pharm. Tech.*, 1(3), 79-81.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites. *Journal of antibiotics*, 58:126.
- Boughachiche, F. (2012). *Étude de molécules antibiotiques secrétées par des Souches appartenant au genre Streptomyces, isolées de Sebkha*. Université Mentouri - Constantine: Thèse de doctorat en Biotechnologies Microbiennes.
- C. Kim, K. L. (1994). Selective isolation of actinomycetes by physical pretreatment of soil sample Korean. *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 22, 222-225.
- Demain, A. (2000). Small bugs, big business: the economic power of the microbe. *Biotechnol Adv*, 18(6), 499-514.
- E. Hour Chea, H. L. (1975). Identification d'actinomycètes aérobies isolés d'eau douce. *Revue canadienne de microbiologie*, 21(12), 1895-1900.
- Getha K., V. S. (2005). Evaluation of *Streptomyces* sp. strain g10 for suppression of *Fusarium* wilt and rhizosphere colonization in pot-grown banana plantlets. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 32, 24-32.
- Jean-Michel Gobat, M. A. (2010). *Le sol vivant: Bases de pédologie, biologie des sols*. PPUR Presses polytechnique.
- Kang J. H., K. (2004). *Streptomyces* sp strain isolated from river water has high bisphenol A degradability. *Letters in Applied Microbiology*, 39.
- Lepoivre, P. (2003). *Phytopathologie*. De boek université.
- M. Harir, B. M.-A.-C. (2017). Isolation and Characterization of Actinobacteria from Algerian. *Sahara Soils with Antimicrobial Activities*, 6(2).
- M. Ridano, A. R.-M. (2017). Impact of chlorpyrifos on human villous trophoblasts and chorionic villi. *Toxicology and applied pharmacology*, 329, 26-39.
- M.G. Watve, R. T. (2001). How many antibiotics are produced by the genus *Streptomyces* ? *Arch Microbiol*, 17(5), 386-390.
- N. Sabaou, H. B. (1998). Les sols du Sahara algérien, source d'actinomycètes rares producteurs d'antibiotiques. *Sécheresse*, 9, 147-153.
- O. Toumatia, A. Y. (2014). Antifungal properties of an actinomycin D-producing strain, *Streptomyces* sp. IA1, isolated from a Saharan soil. *Journal of Basic Microbiology*, 54, 1-8.
- Prescott L.M., H. J. (2007). Microbiologie. *De Boek and Larcier*, 805-825.

- S. Reghioua, F. B. (2006). *Activité antibactérienne d'actinomycètes rares isolés d'échantillons de sol aride du Sud-Est Algérien*. Université Mentouri de Constantine, Laboratoire de génie microbiologique et applications, Département des sciences et de la nature.
- S., H. (2002). Antimicrobial hormone, A-factor, as a master switch for morphological differentiation and secondary metabolism in *Streptomyces griseus*. *Frontiers in Biosciences*, 7, 2045-2057.
- SMAOUI, S. (2010). *Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés*. Toulouse: Thèse de doctorat.
- suty, L. (2010). *La lutte biologique: vers de nouveaux équilibres écologiques*. Educagri éditions.
- Zahour, A. (1992). *éléments d'amélioration génétique des plantes*. Editions Actes.