

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



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

## LICENCE

**Domaine :** Sciences de la nature et de la vie

**Filière :** Biologie

**Spécialité :** Biochimie

## Thème

# ACTIVITÉ ANTAGONISTE DES SOUCHES D'ACTINOMYCETES CONTRE QUELQUES BACTÉRIES PATHOGÈNES

**Par :**

**DIB Saïda**

**DJEKAOUA Sara**

**Jury :**

**M. BELGHIT Saïd**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**Mlle. HAMMOUDA Saliha**

Ingénieur en génie biologie

Univ. Ghardaïa

**Co- Encadreur**

**Mlle. TELLI Alia**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Examineur**

**Année universitaire 2012/2013**

## Dédicaces

*Je dédie ce travail*

*A ma très chère mère qui représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*sa prière et sa bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*A mon très cher père qui rien au monde ne vaut ses efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de ses sacrifices qu'il a consentis pour mon éducation et ma formation.*

*son soutien moral et matériel, sa gentillesse sans égal, m'ont permis de réussir mes études.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous et tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.*

*que Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.*

*A mes sœurs Aicha et Naima et leurs enfants*

*A mes frères Nasser, Abd elhakim, Abd elouahab et Mohammed*

*A mes belles sœurs Malika, Nabila et leurs enfants*

*A ma fidèle amie et binôme sara*

*A mes amies : Amina, Aicha, Hadjira, Halima, Messaouda g, Messaouda m, Messaouda r, Nawel, Ouahiba, Souad b, Souad ou, Soumia, Zineb hb, zineb hk... et tous mes collègues de biochimie.*

*et à la famille Dib et Ben bada*

*Saida*

## *Dédicaces*

*Je dédie affectueusement ce travail :*

*A mes très chers parents,*

*Pour leur amour, leurs encouragements incessants et leur soutien  
aux moments difficiles*

*Que dieu les protège et leur donne la bonne santé et qu'ils  
trouvent ici la preuve de ma reconnaissance infinie.*

*A mes frères ismail, youcef et zakaria et neveu abd elbaset  
Mes fidèles sœurs amina, halima, hamida et zineb et leur enfants*

*A ma belle-sœur djemaa*

*Je n'oublie pas les fleurs de Maison ikram, taha, yehya et  
bouchra*

*A mes oncles et tantes*

*A la famille Djekaoua et Ouled naoui*

*A mon amie intime et binôme saida et sa famille*

*A tous mes amies messaouda G, messaouda M, aicha, soumia,  
zineb H B souad o et zineb H K*

*A tous mes professeurs de primaire à l'université...*

*Et enfin je dédie ce travail à tous mes amis de ma promotion.*

*Sara*

## Remerciement

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de Microbiologie de l'Université de Ghardaïa, laboratoire de control de qualité à l'institut Chrif Msaadia (Ghardaïa), ainsi qu'au laboratoire de bactériologie à l'hôpital 18 février de metlil (Ghardaïa).

Nous adressons notre remerciements les plus sincères à notre encadreur Monsieur BELGHIT Said (Maître assistant à l'Université de Ghardaïa ) pour avoir guidé ce travail, pour son aide, ses précieux conseils, sa compréhension et son soutien moral.

Toute notre gratitude va s'adresser à Mlle TALLI Alia (Maître assistant à l'Université de Ghardaïa) qui a accepté d'examinée notre mémoire.

Nous remercions Monsieur HANSALI B (responsable de laboratoire de control de qualité) pour son accueil bienveillant au sein de son laboratoire et toute l'équipe du laboratoire de la microbiologie : MSAITFFA N, MOULAY AMMAR A....

Nous tenons à remercier aussi toute l'équipe du laboratoire de l'hôpital 18 février à metlili pour leur gentillesse, leur aide et leurs conseils pendant la réalisation de ce travail.

Un grande merci à tous les enseignants de département de Biologie , qui n'ont ménagé aucun effort pour nous transmettre une parcelle de leur savoir, nous leur serons toujours reconnaissant et plus particulièrement Mlle TALLI Alia et Mme hamidoudjana Aicha qui nous ont accompagné pendant notre étude par son aide, ses conseils et ses encouragements.

Enfin, nous remercierons fortement toute personne de près ou de loin que a contribué à la réalisation de cette mémoire.

## RESUME

Le travail que nous avons entrepris a pour objectif, la mise en évidence des activités antibactériennes des 4 souches d'actinomycètes (G44, G46, G68 et LG10) isolées à partir des échantillons de sols sahariens algériens. En utilisant deux techniques de mise en évidence (stries croisées et disques d'agar) sur un milieu de culture complexe ISP2, nous avons testé l'activité de ces souches contre quelques bactéries pathogènes. Les résultats obtenus ont montré globalement une activité importante des quatre souches, notamment la souche G46 qui a révélé un large spectre d'activité contre tous les germes pathogènes utilisés, avec une intensité importante (de l'ordre de 18 à 20mm par la technique de disques d'agar) contre *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes*. Une activité considérable a été notée avec la souche G44 notamment contre *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes*. Les deux autres souches G68 et LG10 ont présenté une intensité d'inhibition moindre pour les deux techniques.

**Mots clés:** actinomycète, antibiotique, activité antimicrobienne.

### الملخص :

يهدف العمل الذي قمنا به إلى إظهار النشاط المضاد للبكتيريا لأربع سلالات من البكتيريا الهيفية أكتينوميستات معزولة من عينات لتربة صحراوية جزائرية. باستعمال تقنيتي الخطوط المتقاطعة و أقراص الآغار في وسط زراعي مركب ISP2 حيث اختبرنا نشاط وفعالية هذه السلالات ضد بعض سلالات البكتيريا الممرضة. النتائج أظهرت إجمالا نشاطا هاما للسلالات الأربع، خاصة السلالة G46 التي أظهرت طيف نشاط عريض ضد كل سلالات البكتيريا الممرضة المستعملة بشدة تثبيط مهمة (من رتبة 18، 20 مم بطريقة أقراص الآغار) ضد *Escherichia coli* و *Listeria monocytogenes*. كما نسجل نشاطا معتبرا بالنسبة للسلالة G44 خاصة ضد *Escherichia coli* ، *Bacillus subtilis* و *Listeria monocytogenes*. السلالتان الأخريان G68 و LG10 أظهرتا شدة تثبيط أقل باستعمال التقنيتين.

**الكلمات الدالة:** بكتيريا هيفية، مضاد حيوي، نشاط ضد بكتيري.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Habitats de certains actinomycètes	<b>13</b>
<b>Tableau 2</b>	distribution générale des actinomycètes dans le sol	<b>15</b>
<b>Tableau 3</b>	Principaux chimiotype chez les actinomycètes	<b>18</b>
<b>Tableau 4</b>	Types de phospholipides chez les actinomycètes	<b>18</b>
<b>Tableau 5</b>	Antibiotiques bactériostatiques et bactéricides	<b>24</b>
<b>Tableau 6</b>	Exemples de quelques antibiotiques produits par les actinomycètes	<b>27</b>
<b>Tableau 7</b>	Activité antibactérienne des souches actinomycètes contre les bactéries pathogènes par la méthode des cylindres d'agar.	<b>33</b>

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b>	croissance d'une colonie d'actinomycète sur milieu solide	<b>12</b>
<b>Figure 2.</b>	Cycle de développement des Actinomycètes sur milieu solide	<b>12</b>
<b>Figure 3.</b>	mycélium de substrat et le mycélium aérien chez certains genres d'actinomycètes	<b>16</b>
<b>Figure 4.</b>	Position des flagelles sur les spores mobiles	<b>16</b>
<b>Figure 5.</b>	Différents chaînes de spores chez les Actinomycètes	<b>16</b>
<b>Figure 6.</b>	Classification du phylum d'actinobacteria basée sur des données de séquençage de l'ARNr 16S	<b>19</b>
<b>Figure 7.</b>	classes morphologiques de <i>Streptomyces</i> cultivé en milieu liquide	<b>21</b>
<b>Figure 8.</b>	Cycle de développement des Streptomyces sur milieu solide	<b>22</b>
<b>Figure 9.</b>	Structure de quelques antibiotiques	<b>23</b>
<b>Figure 10.</b>	Principaux cibles et modes d'action des antibiotiques	<b>25</b>
<b>Figure 11.</b>	Secteur angulaire montrant la répartition de production des antibiotiques entre les actinomycètes, les champignons, et d'autres bactéries non filamenteuses	<b>26</b>
<b>Figure 12.</b>	Méthode des stries croisées	<b>29</b>
<b>Figure 13.</b>	Méthode des cylindres d'agar	<b>30</b>
<b>Figure 14.</b>	Activité antibactérienne des souches actinomycètes contre les germes pathogènes par la méthode de stries croisées.	<b>31</b>
<b>Figure 15.</b>	Activité antagoniste des souches d'actinomycètes contre les germes tests par la méthode des stries croisées.	<b>32</b>
<b>Figure 16.</b>	Activité antagoniste des souches d'actinomycètes contre les cinq souches tests par la méthode des cylindres d'agar.	<b>34</b>

## Liste des abréviations

ADNr	Acide Désoxyribo-Nucléique ribosomique
ARNm	Acide Ribo-Nucléique messenger
ARNt	Acide Ribo-Nucléique transfère
CM	Concentration Minimale Bactéricide
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
DA	Acide Diaminopimélique
ENS	Ecole Normal Supérieure
G +C	Guanine + Cytosine
G	Ghardaia
GEI	Gastro-Entérites Infantile
ISP2	Inter national Streptomyces Project n°2
LBSM	Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens
LG	Laghouat (Echantillon De Sol)
NAD	Nicotine Amine Dinucleotide
NCCLS	National Comittee for Clinicallaboratory Standard
PBP	Pénicilline Binding Protéins
PC	Phosphatidyl-Choline
PE	Phosphatidyl-Ethanolamine
PG	Phospholipide Avecglucosamine
PGY	Phosphatidyl-Glycérol
PH	Potentiel d'Hydrogène
<i>S. griseorubiginouse</i>	<i>Streptomyces Griseorubiginouse</i>
SARM	<i>Staphylococous Aureus</i> Résistant à la Méthicilline
<i>S Cubenese</i>	<i>Streptomyces Cubenese</i>
β lactame	Béta- Lactame

# Table de matières

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

## PARTIE I

### SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>I.- Données sur les bactéries pathogènes.....</b>	<b>3</b>
1.- pouvoir pathogène et les facteurs de virulence des bactéries.....	3
1.1- pouvoir pathogène.....	3
1.2.- facteurs de virulence de l'agent pathogène.....	3
1.2.1.- facteurs d'adhésion.....	3
1.2.2.- camouflage capsulaire .....	3
1.2.3.- leucocidines.....	3
1.2.4.- variation antigénique .....	4
2.- Exemples de quelques bactéries pathogènes.....	4
2.1.- <i>Escherichia coli</i> .....	4
2.1.1.- Morphologie.....	4
2.1.2.- Habitat.....	4
2.1.3.- Pouvoir pathogène.....	4
2.1.3.1.- Infections intestinales.....	4
2.1.3.2.- Infections extra-intestinales.....	4
a) Infections urinaires.....	4
b) Méningites néo-natales.....	5
c) Infections abdominales.....	5
2.1.4.- Traitement.....	5
2.2.- <i>Shigella</i> .....	5
2.2.1.- Morphologie.....	5
2.2.2.- Habitat .....	5
2.2.3.- Pouvoir Pathogène.....	6
2.2.4.- Traitement.....	6
2.3.- <i>Salmonella</i> .....	6
2.3.1.- Morphologie .....	6
2.3.2.- Habitat .....	6
2.3.3.- Pouvoir Pathogène.....	7
2.3.4.-Traitement.....	7
2.4.- <i>Pseudomonas</i> .....	7

2.4.1.- Morphologie .....	7
2.4.2.- Habita.....	7
2.4.3.- Pouvoir pathogène .....	7
2.4.4.- Traitement.....	8
2.5.- <i>Staphylococcus</i> .....	8
2.5.1.- Morphologie.....	8
2.5.2.- Habitat .....	8
2.5.3.- Pouvoir pathogène.....	8
2.5.4.- Traitement.....	9
2.6.- <i>Bacillus</i> .....	9
2.6.1.- Morphologie .....	9
2.6.2.- Habitat.....	9
2.6.3.- Pouvoir pathogène.....	9
2.6.4.- Traitement.....	9
2.7.- <i>Klebsiella</i> .....	10
2.7.1.- Morphologie.....	10
2.7.2.- Habitat.....	10
2.7.3.- Pouvoir pathogène.....	10
2.7.4.- Traitement.....	10
2.8.- <i>Listeria</i> .....	10
2.8.1.- Morphologie.....	10
2.8.2.- Habitat .....	11
2.8.3.- Pouvoir pathogène .....	11
2.8.4.- Traitement.....	11
<b>II.- Données sur Les actinomycètes.....</b>	<b>11</b>
1.- Définition.....	11
2.- Morphologie .....	12
3.- Ecologie.....	12
4.- physiologie .....	13
4.1.- Conditions de croissance.....	14
4.1.2.- pH.....	14
4.1.3.- température.....	14
4.1.4.- humidité.....	14
4.1.4.- oxygène.....	15
4.1.5.- besoins nutritifs.....	15

5.- actinomycètes dans le sol.....	15
6.- Taxonomie des actinomycètes.....	17
6.1.-Taxonomie phénétique.....	17
6.1.1.- Classification morphologique .....	17
6.1.2.- Chimiotaxonomie.....	18
6.1.2.1.- Acides aminés.....	18
6.1.2.2.- Sucres.....	18
6.1.2.3.- Acides mycoliques.....	19
6.1.2.4.- hospholipides.....	19
6.1.3.- Critère physiologique et taxonomie numérique.....	20
6.3.- Classification moléculaire.....	20
7.- Importance des actinomycètes .....	21
7.1.- Importance en agronomie.....	22
7.2.- Importances en biotechnologie.....	22
8.- genre <i>Streptomyces</i> .....	23
8.1.- Caractéristiques générales.....	23
8.2.- Cycle de développement.....	23
8.3.- Importance Industrielle.....	24
<b>III.- Données sur les antibiotiques</b> .....	25
1.- Définition des antibiotiques.....	25
2.- Classification des antibiotiques.....	25
2.1.- Classification des antibiotiques selon leur origine.....	25
2.2.- Classification des antibiotiques selon la structure chimique.....	26
2.3.- Classification des antibiotiques selon le type d'action.....	26
2.3.1.- Antibiotique bactéricide.....	26
2.3.2.- Antibiotique bactériostatique.....	26
2.4.- Classification des antibiotiques selon les mécanismes d'action .....	26
2.4.1.- Action sur la paroi bactérienne.....	24
2.4.2.- Action sur la membrane cytoplasmique.....	27
2.4.3.- Action sur la synthèse protéique.....	27
2.4.4.- Interférence avec le métabolisme de la bactérie.....	27
2.4.5.- Action sur l'ADN nucléaire .....	27
2.4.6.- Action sur les ribosomes.....	27
2.4.7.- Autres Actions.....	28
2.5.- Classification des antibiotiques selon le spectre d'activité.....	28

3.- Antibiotiques produits par les actinomycètes.....	28
---	----

## **PARTIE II**

### **MATERIEL ET METHODES**

1.- Matériels.....	30
1.1.- Appareillage.....	30
1.2.- Petit matériel.....	30
1.3.- Produits chimiques .....	30
1.4.- Souches d'actinomycètes.....	30
1.5.- Germes cibles.....	30
2.- Méthodes.....	31
2.1.- Mise en évidence de l'activité antibactérienne des isolats d'actinomycètes.....	31
2.1.1.- Technique de stries croisées.....	31
2.1.2.- Technique des cylindres d'Agar.....	32

## **PARTIE III**

### **RESULTATS ET DISCUSSION**

1.- Mise en évidence de l'activité antibactérienne des isolats.....	33
1.1.- Par technique de stries croisées.....	33
1.2.- Par technique de cylindres d'agar.....	35
1.3.- Discussion.....	37
<b>CONCLUSION</b> .....	39
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	40
<b>ANNEXE</b> .....	46

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

L'homme vit dans un environnement peuplé d'un grand nombre de microorganismes qui sont présents dans l'air, dans le sol, dans les eaux douces, dans les eaux marines, à la surface de la peau et les muqueuses ainsi qu'au niveau du tube digestif, de l'arbre respiratoire et de l'appareil urinaire. Les bactéries comme des microorganismes, sont soit des hôtes naturels de l'homme et donc saprophytes (flore digestive par exemple), soit ils déterminent une infection et donc pathogènes (Benzeggouta, 2005), La plupart de ces microorganismes ne colonisent pas l'organisme, ils ne sont présents que de façon transitoire et ils n'entraînent pas de maladie apparente. Cependant dans certains cas, ils peuvent coloniser et nuire l'hôte (Perry *et al.*, 2004).

Les moyens de lutte sont nombreux, les agents physiques (température, rayonnements...), les agents chimiques (métaux lourds, chlore et dérivés, alcools...) sont très actifs mais nocifs, aussi bien pour les bactéries que pour les cellules humaines ou animales, mais Il y a d'autres agents, possédants une "toxicité sélective": ils s'opposent à la multiplication bactérienne sans nuire aux cellules de l'hôte et sont utilisés pour cette raison en thérapeutique (Benzeggouta, 2005), ce sont des métabolites secondaires produits par des microorganismes antagonistes pour d'autres organismes, ils peuvent donc agir sur des cellules procaryotes ou eucaryotes, ce sont les "Antibiotiques" (Brager *et al.*, 2007).

Les antibiotiques ont été très efficaces pour le traitement de nombreuses maladies qui étaient un fléau pour le genre humain; La tuberculose, la pneumonie bactérienne, la syphilis et d'autres maladies infectieuses les plus dangereuses actuellement qui par le passé étaient fatales, sont aujourd'hui généralement traitées par les antibiotiques qui ont été qualifiés de médicaments miracles car ils provoquent une spectaculaire guérison pour des maladies autrefois considérées comme incurables (Perry *et al.*, 2004). Malheureusement certaines espèces bactériennes peuvent s'adapter plus rapidement aux antibiotiques ou acquérir une résistance aux antibiotiques (Tebibe, 2008), après un traitement, souvent prolongé mais parfois bref (Berekci et Abdelouahide, 2010), Cette résistance se fait par modification de leur capital génétique (mutation, acquisition de plasmides de transposons résistance extra chromosomique) et donc être classées en inconstamment résistances ou insensibles à tel ou tel antibiotique (Tebibe, 2008). Devant cette émergence de l'antibiorésistance, la découverte de nouvelles molécules représente donc un besoin qui ne peut être comblé que soit par la recherche de nouvelles antibiotiques ou de modifier des antibiotiques qu'ils restent actifs mais échappent aux résistances (Guespin, 2011).

Les actinomycètes comme des microorganismes représentent la principale source de métabolites à activité anticellulaire et forment l'un des groupes de procaryotes les plus importants

dans la nature, hormis un aspect pratique extrêmement utile : la production d'antibiotique, dont beaucoup sont des agents thérapeutiques (Pelmont, 1993). En effet, 75% des antibiotiques connus sont naturellement issus des actinomycètes et plus particulièrement du genre *Streptomyces* (Loqman, 2009).

Les sols sahariens d'Algérie qui représentent un écosystème particulier, renferment un potentiel considérable en actinomycètes, en quantité et en biodiversité génétique et spécifique (Sabaou *et al.*, 1992 et 1998).

Le présent travail a pour objectif, la mise en évidence d'activité antibactérienne produite par des souches d'actinomycètes isolées à partir de sol saharien algérien.

Ce manuscrit est présenté en trois parties. La première partie est relative à une synthèse bibliographique en rapport avec le thème abordé. La seconde partie est consacrée à la présentation du matériel utilisé et à la description des méthodes effectuées et la troisième partie est réservée aux résultats et la discussion correspondante. Une conclusion générale et les perspectives qui en découlent ainsi que les références bibliographiques clôturent ce manuscrit.

*PARTIE I*

**SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## **I.- Données sur les bactéries pathogènes**

Du point de vue historique les microorganismes pathogènes étaient ceux qui, invariablement, étaient capables de causer une maladie. Il y a plus d'un siècle Pasteur et Koch ont clairement mis en évidence le pouvoir pathogène des microorganismes, établissant qu'un pathogène est un membre d'une espèce microbienne et que la virulence définit certaines propriétés spécifiquement dangereuses de ce membre (Henri, 2003).

### **1.- Pouvoir pathogène et les facteurs de virulence des bactéries**

#### **1.1.- Pouvoir pathogène**

Le pouvoir pathogène d'une bactérie définit: comme l'ensemble de propriétés biologiques d'un microorganisme qui lui permettent de provoquer la maladie chez un hôte déterminé. On divise les bactéries pathogènes en deux parties: bactéries pathogènes et opportunistes (Breliere *et al.*, 2009). Le pouvoir pathogène repose sur au moins trois paramètres: la présence de facteurs de virulence, la variation allylique de certains de ces facteurs et la régulation fine de ces facteurs liée à la capacité des bactéries à sentir leur environnement (Bambeke et Tulkens, 2000).

#### **1.2.- Facteurs de virulence de l'agent pathogène**

La Virulence est l'appréciation quantitative de la capacité d'un pathogène à provoquer de dommages (Perry *et al.*, 2004). Le facteur de virulence c'est les processus d'invasion de l'hôte et le contournement de ses défenses par des bactéries pathogènes (Tortora *et al.*, 2003), ou L'agressivité de produits comme les toxines (Singleton, 2004).

##### **1.2.1.- Facteurs d'adhésion**

La présence de fimbriae (ou *pili*), d'adhésines, et/ou de glycocalyx facilite la fixation de la bactérie sur sa cellule-cible.

##### **1.2.2.- Camouflage capsulaire**

Certaines bactéries pathogènes sont pourvues de capsules anti-phagocytose par exemple, dans une souche pathogènes la capsule est faite d'acide hyaluronique, ce camouflage semble offrir une certaine protection contre la phagocytose.

##### **1.2.3.- Leucocidines**

Les leucocidines sont sécrétés par les bactéries pathogènes, peuvent endommager ou tuer les phagocytes.

### **1.2.4.- Variation antigénique**

Il y a des bactéries pathogènes qui peuvent changer la chimie de leur surface cellulaire et par conséquent leur antigènes, ceci peut les aider temporairement à éviter les effets des anticorps spécifiques (Singleton, 1994).

## **2.-Exemples de quelques bactéries pathogènes**

### **2.1.-*Escherichia coli***

#### **2.1.1.- Morphologie**

C'est un bacille ou coccobacille isolé ou paires, Habituellement ces germes sont mobiles à flagelles péritriches (Bouchenga et Lahreche, 2006).

#### **2.1.2.- Habitat**

Ces bactéries se trouvent dans l'environnement et les eaux d'alimentation. *E. coli* est l'espèce aérobie quantitativement la plus importante, présente à raison de 10<sup>9</sup> corps bactériens par gramme de selles. Cette population Bactérienne ne représente qu'environ 1 % de celle des anaérobies (Avril *et al.*, 1992).

#### **2.1.3.- Pouvoir pathogène**

##### **2.1.3.1.- Infections intestinales**

Elles étaient responsables de: Epidémies de gastro-entérites infantile (GEI) dans les communautés de nourrissons, diarrhées très liquides (Avril *et al.*, 1992). Certaines produisent des entérotoxines responsables de la turista (diarrhée des voyageurs) et telle que la maladie du hamburger (alimentaire) (tortora *et al.*, 2003). Diarrhées invasive chez les enfants (Grosjean *et al.*, 2011). Epidémies de diarrhée aqueuse puis hémorragique et guérissant en 5 à 8 jours, aussi responsables du syndrome hémolytique-urémique (Fougeres, 1997).

##### **2.1.3.2.- Infections extra-intestinales**

###### **a) Infections urinaires**

Les souches d'*E. Coli* provenant de la flore fécale contaminent les urines par voie ascendante; C'est la classique "colibacillose" (Avril *et al.*, 1992).

## **b) Méningites néo-natales**

Un tiers d'entre elles sont dues à *E. coli*. La plupart des souches en cause possèdent un antigène polysaccharidique de type KI (Grosjean *et al.*, 2011), dont la composition est proche de l'antigène capsulaire de *Neisseria meningitidis* type B (Avril *et al.*, 1992).

## **c) Infections abdominales**

Elles peuvent être: Cholécystites, péritonites, salpingites (Avril, 1991).

### **2.1.4.- Traitement**

Le traitement repose sur une antibiothérapie. Les antibiotiques utilisés doivent être concentrés dans les urines, efficaces sur les germes responsables et inoffensifs pour le fœtus. Les  $\beta$ -lactamines sont bien concentrées dans les urines et ne sont pas contre-indiquées pendant la grossesse. L'ampicilline, longtemps utilisée, n'est plus un traitement de choix, car de nombreux *E. coli* sont maintenant résistants (20 à 30 %). Les céphalosporines de première génération et l'association ampicilline-acide clavulanique ont une meilleure activité sur *E. coli* que l'ampicilline seule. Les céphalosporines de troisième génération peuvent aussi être utilisées. Les macrolides sont autorisés tout au long de la grossesse mais sont peu concentrés au niveau urinaire. La rifampicine et les imidazolés sont contre-indiqués au premier trimestre de la grossesse. Les nitrofuranes et les quinolones sont utilisables au deuxième trimestre. Les fluoroquinolones, les tétra-cyclines, les phénicoles et les sulfamides sont contre-indiqués en cours de grossesse. Les aminosides sont aussi classiquement contre-indiqués en cours de grossesse (Judlin, 2002).

## **2.2.-Shigella**

### **2.2.1.- Morphologie**

Les *Shigellas* sont des entérobactéries dont l'homme est l'hôte exclusif (Cronberg *et al.*, 1988), Elles sont des bacilles Gram négatif, immobiles, anaérobies facultatifs et sporulés, appartiennent à la famille d'enterobacteriaceae, Très proche génétiquement d'*Escherichia coli* (Avril, 1991).

### **2.2.2.- Habitat**

Le seul réservoir de *Shigella* est le tube digestif de l'homme, Elles sont présentes dans les matières fécales des malades ou des porteurs sains (convalescents, entourage des malades) (Avril *et al.*, 1992).

### 2.2.3.- Pouvoir pathogène

Ces bactéries n'infectent que les humains (Tortora *et al.*, 2003), et sont invasives pour la muqueuse colique et déclenchent des entérites inflammatoires fébriles dans le monde entier (Cronberg *et al.*, 1988). Elles peuvent être également la cause de diarrhées plus ou moins sévères (Berche *et al.*, 1991). Une shigellose commence habituellement par une diarrhée aqueuse suivie après 24 à 48 heures par l'apparition de sang et de mucus dans les selles. Elle est responsable de dysentérie bacillaire, colites infectieuses chez l'adulte et des gastro-entérites chez l'enfant (Avril *et al.*, 1991).

### 2.2.4.- Traitement

Des antibiotiques, choisis en fonction des profils de résistance locaux dominants, raccourcissent la durée et la gravité de la maladie ainsi que la durée pendant laquelle le pathogène est excrété. Ces derniers 50 ans, *Shigella* a montré sa capacité à développer des résistances contre de nouveaux antibiotiques qui étaient au départ très efficaces contre elle. La multirésistance à la plupart des antibiotiques à bas coûts (ampicilline, triméthoprime-sulfaméthoxazole) est courante, et le choix d'antibiotiques spécifiques dépend de l'antibiogramme de la souche isolée ou des profils locaux de sensibilité aux antibiotiques. Dans de nombreuses régions, la prévalence importante de *Shigella* résistante au triméthoprime-sulfaméthoxazole, à l'ampicilline et à la tétracycline conduit à utiliser des fluoroquinolones comme la ciprofloxacine comme traitement de première ligne, mais des résistances aux fluoroquinolones sont aussi apparues. L'azithromycine peut aussi être envisagée comme antimicrobien alternatif contre la shigellose, particulièrement pour les infections pédiatriques (Mintz *et al.*, 2008).

## 2.3.- *Salmonella*

### 2.3.1.- Morphologie

Sont des bacilles gram négatif aérobie, anaérobies facultatifs (Hili, 2000). Les salmonelles appartiennent à la famille d'enterobacteriaceae, elles sont habituellement mobile, se présentent sous forme immobile à l'isolement (Bouchenga et Lahreche, 2006). Elles sont des colonies vertes avec sous centre noire (Djellal, 2001).

### 2.3.2.- Habitat

Ces bactéries se trouvent fréquemment dans le tractus intestinal de nombreux animaux, et en particulier de la volaille et du bétail (Tortora *et al.*, 2003), sont retrouvées dans le milieu

extérieur, dans les eaux d'égout en particulier, dans les farines de poisson ou poudres d'os utilisées pour l'alimentation des animaux (Avril, 1991).

### **2.3.3- Pouvoir pathogène**

Les salmonelles peuvent provoquer des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, maladies graves de longue durée. Le plus souvent une gastro-entérite d'évolution rapide et l'origine est alimentaires pour l'homme. Elles peuvent toutefois être redoutables, caractérisées par un syndrome digestif (diarrhée, vomissements) (Joffin et joffin, 1992).

### **2.3.4.- Traitement**

Le traitement initial repose d'une part sur l'administration de céphalosporines de troisième génération ou de fluoroquinolones réputées pour diminuer la période bactériémique, et d'autre part sur le drainage urinaire s'il existe une obstruction du tractus urinaire. La durée du traitement antibiotique doit être prolongée pendant au moins 14 jours afin de minimiser le risque de portage chronique estimé à 18 % des cas. Même si l'infection urinaire est généralement bien contrôlée, le pronostic à plus long terme reste péjoratif en raison de la gravité de l'immuno dépression sous-jacente (Viale *et al.*, 2002).

## **2.4.- Pseudomonas**

### **2.4.1.- Morphologie**

Bacilles à Gram négatif aérobie dont la mobilité est assurée soit par un unique flagelle polaire, soit par une touffe de flagelles polaires (Tortora *et al.*, 2003 ), bâtonnets droites ou incurvés, chimio-organotrophes, aérobies strictes catalase positif (Bourgeois *et al.*, 1996).

### **2.4.2.- Habita**

Le genre *Pseudomonas* comprend des bactéries largement distribuées dans l'environnement (Hart et Shears, 1999), En raison de leurs exigences nutritives très modestes, les *Pseudomonas* peuvent survivre et se multiplier durant des mois dans un environnement humide: eau du robinet, eau distillée, écoulements d'éviers, surfaces humides, barboteurs, nébulisateurs, ainsi le sol et les végétaux (Avril *et al.*, 1992).

### **2.4.3.- Pouvoir pathogène**

L'effet pathogène est dû à la Sécrétion des protéases et lipases qui vont altérer la qualité des produits (produits laitiers par exemple) (Hili, 2000), par exemple *Pseudomonas aeruginosa* cause une infection communautaire: principalement broncho-pneumopathie évoluant sur un mode

chronique dans la mucoviscidose et les dilatation de bronches (Grosjean *et al.*, 2011), c'est l'agent de la mélioïdose, affection suppurative à symptomatologie polymorphe comportant des formes localisées; et aussi provoque la morve (maladie spécifique des équidés, transmise à l'homme) (Carbonnelle *et al.*, 1987).

#### **2.4.4.- Traitement**

L'essentiel des activités de développement de l'industrie pharmaceutique s'est concentré ces dernières années sur les molécules actives vis-à-vis des bactéries Gram-positif (essentiellement, les staphylocoques dorés résistants à la méthicilline (SARM), et les pneumocoques multirésistants), alors même que les B-lactames les plus récentes (cefepime, cefpirome) n'ont qu'une activité anti-pseudomonale relativement faible ou même insuffisante. Quoique les infections à *P. aeruginosa* multirésistants représentent donc clairement un besoin médical non-rencontré, les projets de développement sont rares et ne concernent guère que des molécules de classes pharmacologiques existantes (ceftobiprole dans celle des B-lactames; sitafloxacin dans celle des fluoroquinolones) (Mesaros *et al.*, 2007).

### **2.5.- Staphylococcus**

#### **2.5.1.- Morphologie**

Les staphylocoques appartiennent au genre *Staphylococcus*, gram positif, catalase positif, immobile et non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs (Hili, 2000), Après coloration, ils apparaissent sous la forme de cocci à Gram positif en amas (Hart et Shears, 1999).

#### **2.5.2.- Habitat**

Les staphylocoques sont des bactéries très répandues dans la nature, et peuvent être saprophytes (air sol l'eau et aliment) commensaux (la peau et muqueuses de mammifère) ou pathogènes pour l'homme et les animaux (Bouaraba et Bouguerra, 2012).

#### **2.5.3.- Pouvoir pathogène**

La croissance des staphylocoques dans les aliments constitue un risque pour la santé publique (Hili, 2000), ils sont également impliqués dans bon nombre d'infection cutanées et cutané-muqueuses bénignes: folliculites, impétigo, furoncles ou plus graves: anthrax, abcès; celles-ci permettent l'apparition de localisation métastatique osseuses, pulmonaires, rénales et génitales (Carbonnelle *et al.*, 1987), par ce que certaines souches, appartenant principalement à l'espèce *staphylococcus aureus* produisant des entérotoxines, dont l'ingestion provoque une toxi-

infection alimentaire à staphylocoques. Les symptômes sont des vomissements violents, souvent accompagnés des diarrhées 2 à 4 heure après ingestion (Hili, 2000).

#### **2.5.4.- Traitement**

Selon cloude (2012), la vancomycine est l'antibiotique de choix administré à des patients infectés par un SARM.

### **2.6.- Bacillus**

#### **2.6.1.- Morphologie**

Les *bacillus* sont des bactéries gram positif, formant des spores chimio hétérotrophe, mobiles à flagelles péritriches, aérobie ou parfois facultatif et catalase positif, sont rarement capsulés (Carbonnelle *et al.*, 1987).

#### **2.6.2.- habitat**

Les *bacillus* sont des germes de l'environnement que l'on trouve partout: sur le sol, dans la poussière (Avril, 1991).

#### **2.6.3.- Pouvoir pathogène**

Il est l'agent d'une zoonose grave, qui atteint notamment les moutons, les bovins, les chevaux; la maladie est transmissible à l'homme dans des conditions particulières, comme l'infection de plaies cutanées, l'inhalation ou par la consommation de viande contaminée (nausées, vomissements, diarrhées massives et douleurs abdominales) (Leray et Guyen, 2001), Tous les types d'aliments ont pu être à l'origine des toxi-infections alimentaires à *Bacillus cereus*: volaille, viandes, produits de la mer, produits laitiers, légumes, les plats préparés de la cuisine chinoise et du riz cuit sont fréquemment à l'origine des syndromes émettant et/ou diarrhéique chez l'homme après quelques heures de l'ingestion d'aliment contaminé (Féderigh *et al.*, 2005).

#### **2.6.4.- Traitement**

En raison de la possibilité de sécrétion d'un bêta-lactame inductible, la monothérapie par pénicilline ou amoxicilline n'est pas recommandée sans antibiogramme préalable. Il n'y a pas de résistance naturelle à la ciprofloxacine ou la doxycycline mais la sélection de souches résistantes sous traitement reste possible. La détermination de la sensibilité des souches isolées est toujours nécessaire. La ciprofloxacine ou la doxycycline sont les deux molécules de choix pour initier le traitement avant antibiogramme (Pirotha *et al.*, 2010).

## **2.7.-Klebsiella**

### **2.7.1.- Morphologie**

Bactéries gram négatif, immobiles munies de capsules, surtout à la sortie de l'organisme, ils sont très polymorphe, présence de forme coccoides, se regroupent en diplobacille ou en courtes chênettes, souvent enrobée dans la même capsule (Pilet *et al.*, 1979).

### **2.7.2.- Habitat**

Sont fréquemment présentes dans le sol et l'eau, la poussière (Tortora *et al.*, 2003), et dans le milieu hospitalier (Carbonnelle *et al.*, 1987).

### **2.7.3.- Pouvoir pathogène**

C'est une bactérie occasionnellement pathogène, c'est l'agent des pneumopathies aiguës, d'angines, d'otites, de cytines et d'affection rénales (Bouchenga et Lahreche, 2006), elle est responsable d'infection broncho-pulmonaires en réanimation, infection urinaire souvent consécutives à des manœuvres instrumentales comme l'infection méningées post-traumatiques ou post-chirurgicales (Avril, 1991), infection cutanées, vasculaires (cathéter), péritonéales, oto-rhino-laryngologiques, génitales, ou vésiculaires (Berche *et al.*, 1991).

### **2.7.4.- Traitement**

Les *Klebsiella* sont généralement résistants aux pénicillines (Ampicilline). Cette résistance est connue depuis fort longtemps, Les souches de *Klebsiella* sont généralement sensibles aux céphalosporines. Le traitement de choix repose sur l'association de céphalosporines et d'aminoglycosides, mais de nos jours, on assiste à des résistances plasmidiques à cette association. Parmi les antibiotiques efficaces on peut citer la colistine, l'acide nalidixique, les dérivés du furane (infections urinaires), et l'association Triméthoprime sulfaméthoxazole et certains aminosides convenablement choisis (Ouedraogo, 1993).

## **2.8.- Listeria**

### **2.8.1.- Morphologie**

Le genre *Listeria* regroupe de petits bacilles à Gram positif de forme régulière, courts, à bouts arrondis parfois incurvés, isolés ou en courtes chaînes présentant un arrangement en palissade et en lettres comme les corynébactéries, avec parfois des formes filamenteuses dans les vieilles cultures. Ils sont non sporulés, non capsulés et mobiles à 20-25°C par des flagelles péritriches (Avril *et al.*, 1992).

### 2.8.2.- Habitat

Elle est notamment très largement répandue dans l'environnement (sols, végétaux, pâturages, eaux douces, eaux de mer, vase, eaux d'égouts), dans les locaux d'élevage (litière, sol, parois, fenêtres, mangeoires, abreuvoirs...) et dans les locaux d'habitation (torchons, serpillières, périphérie des conduites d'évacuation, réfrigérateurs, brosses à dents) (Dumas, 2007).

### 2.8.3.- Pouvoir pathogène

La gravité des infections à *L. monocytogenes* est liée au pouvoir invasif de ce pathogène qui est capable de traverser la barrière intestinale ou placentaire et de pénétrer le système nerveux central. De plus, *L. monocytogenes* est une bactérie intracellulaire qui peut notamment envahir les cellules épithéliales et les macrophages et s'y multiplier (Dumas, 2007).

### 2.8.4.- Traitement

*Listeria monocytogenes* est une espèce sensible aux antibiotiques efficaces sur les bactéries à Gram positif. Les principaux antibiotiques actifs sont les bêta-lactamines avec une bonne activité des pénicillines, surtout ampicilline. Les aminosides (surtout gentamicine et tobramycine), les tétracyclines, l'érythromycine, le chloramphénicol sont aussi actifs. Le traitement de choix est l'association ampicilline plus aminoglycoside qui permet d'avoir *in vitro* le meilleur effet bactéricide (Avril *et al.*, 1992).

## II.- Données sur Les actinomycètes

### 1.- Définition

Le mot "Actinomycètes" provient de deux substantifs grecs "Actino" et "Mycète" et signifie champignons à rayons ou champignons rayonnants (Silini, 2012), expression utilisée pour désigner en anglais Ray fungi et aussi en allemand et en Russ (Loqman, 2009), Les actinomycètes ont longtemps été considéré par les mycologistes comme des champignons primitifs du fait de leur mycélium, souvent à la fois aérien (Loucif, 2011), mais Les bactériologistes considèrent les actinomycètes comme des bactéries. Aujourd'hui, ce problème est résolu et ce groupe de microorganismes est définitivement classé parmi les bactéries (Becker *et al.*, 1965; Lechevalier et Lechevalier, 1981), Les actinomycètes appartiennent au règne des Procaryotes à la division des Firmicutes et à la classe des actinobacteria, contenant l'ordre des Actinomycetales (Larpen, 2004), Les actinomycètes sont des eubactéries hétérotrophes, chimio-organotrophes (Strub, 2008), mais plusieurs espèces sont capables aussi de croissance chimio-autotrophique (Kitouni, 2007), elle sont des bactéries à Gram positif (Silini, 2012), ayant un pourcentage en "guanine cytosine" relativement

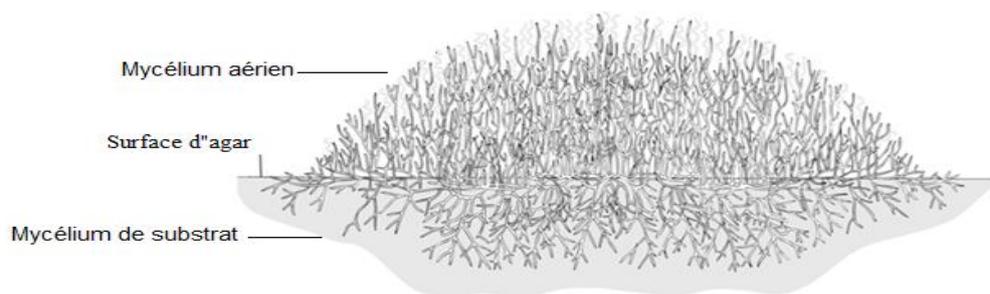
élevé dans leur ADN (GC > 55%) (Strub, 2008), dont la croissance donne lieu à des colonies circulaires constituées d'hyphes, c'est-à-dire de filaments qui irradient par croissance centrifuge, tout autour du germe qui leur a donné naissance (Lechevalier et Lechevalier, 1981).

## 2.- Morphologie

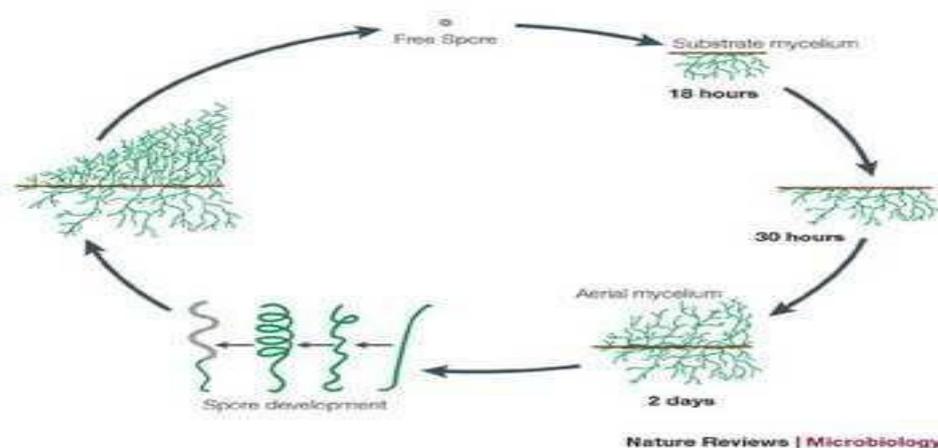
La coloration au bleu de méthylène permet d'observer plus facilement la morphologie de l'actinomycète, Ce sont des coccobacilles ou bacilles de 0,2 à 1 µm de large dont la longueur varie de 1,5 à 50µm (Avril *et al.*, 1992), de diamètre 0.5-1.0µm (Kitouni, 2007) pouvant se présenter sous forme de filaments (Avril *et al.*, 1992), le diamètre de leurs hyphes est habituellement inférieur à 1,5 microns, toujours égal ou supérieur au double chez les champignons (Silini, 2012). D'autres structures morphologiques: les sclérotés et les synnemas (corémies) qui sont présentes respectivement chez les *Chainia* et les *Actinosynnema* (Aouar, 2006), La plupart des actinomycètes sont immobiles (Silini, 2012), cependant, certains types produisent des sporanges qui peuvent contenir des spores mobiles à l'aide de flagelles (*Actinoplanes*) (Aouar, 2006), permettant leur dispersion dans les habitats aquatiques (Silini, 2012).

La structure chimique de la paroi d'actinomycète: ne contient ni cellulose ni chitine (Silini, 2012), mais une glycoprotéine contenant de la lysine (formes fermentatives) ou de l'acide diaminopimélique (formes oxydatives), et leur cytologie est celle des bactéries (Mariat et Sebald, 1990). Les actinomycètes n'ont pas de membrane nucléaire, elles possèdent des organites flagellaires ressemblant à ceux des bactéries (Kitouni, 2007).

La majorité des actinomycètes cultivés sur milieu solide forment un mycélium de substrat et un mycélium aérien (Aouar, 2006), Le mycélium aérien appelé aussi mycélium secondaire, est formé d'hyphes dressés sur le mycélium du substrat, Ces hyphes aériens sont plus épais (Loucif, 2011), Néanmoins, il existe des groupes qui ne forment qu'un mycélium de substrat poussant à la surface et dans le milieu de culture ou un mycélium aérien dont les hyphes sont attachés au milieu par des crampons. En culture liquide et sans agitation, les hyphes formés après la germination des spores montent en surface pour croître en contact de l'air, Cependant, en milieu liquide avec agitation, il n'y a pas de formation du mycélium aérien ni de spores (Aouar, 2006).



**Figure 1.** La croissance d'une colonie d'actinomycète sur milieu solide (Silini, 2012).



**Figure 2.** Cycle de développement des Actinomycètes sur milieu solide (Breton *et al.*, 1989).

### 3.- Ecologie

Les actinomycètes sont des micro-organismes très ubiquitaires, que l'on rencontre sur tous les substrats naturels courants (Loucif, 2011), il existe deux groupes d'actinomycètes: En premier lieu, les formes fermentatives, anaérobies strictes ou facultatives illustrées par le genre *Actinomyces*, Ces organismes sont des saprophytes obligés des cavités naturelles de l'homme et des animaux supérieurs et ils ne sont jamais retrouvés dans le sol (Mariat et Sebald, 1990). En second lieu, les formes oxydatives, aérobies, tels que les *Streptomyces* (Goodfellow et Williams, 1983; Lacey, 1997; Aouar, 2006), ils sont abondant dans tous les écosystèmes et envahissent plusieurs biotopes comme l'air, fumier, composts, foin, les débris végétaux, les litières, les grains de céréales, résidus fibreux de cannes à sucre, le poulain des plantes et surtout dans plusieurs types de sols (des glaciers polaires, des matières organiques en décomposition, des sols contaminés par les métaux lourds, les grottes naturelles et les dérivés de pétrole) et même dans le pétrole brut et dans le milieu aquatiques, rivières, les lacs extrêmes alcalins ou salis (Lacey, 1997) et les eaux douces les eaux de mer océanes (Good fellow *et al.*, 1990).

**Tableau 1.** Habitats de certains actinomycètes (Silini, 2012).

<b>Actinomycètes</b>	<b>Habitats</b>
<i>Actinoplanes</i>	L'eau douce, la litière végétale, le sol.
<i>Frankia</i>	Les nodules racinaires des non-légumineuses
<i>Micromonospora</i>	L'eau douce, les sédiments, les sols humides.
<i>Nocardiaamarae</i>	Les boues actives
<i>Rhodococcuscoprophilus</i>	Les déjections animales, l'eau, le sol.
<i>Saccharopolysporarectivirgula</i>	Moisi du foin
<i>Streptomyces</i>	Le sol, la litière végétale, l'eau.
<i>Thermoactinomyces</i>	Le compost

#### 4.- physiologie

##### 4.1.- Conditions de croissance

Plusieurs facteurs environnementaux vont conditionner la croissance des actinomycètes:

##### 4.1.1.- pH

Les actinomycètes préfèrent un pH neutre ou peu alcalin (Silini, 2012), ce pH compris entre 6 et 9 (Omura, 1992), certaines souches de Streptomycètes ont été isolées à partir des échantillons de sol acide (pH 3,5) (Loqman, 2009).

##### 4.1.2.- Température

Les actinomycètes sont généralement mésophiles (Silini, 2012), avec croissance optimale située entre 25° et 30°C. Toutefois d'autres sont thermophiles tolérant des températures avoisinant 50°C et peuvent aller jusqu'à 60°C ou plus (Omura, 1992).

##### 4.1.3.- Humidité

La croissance du mycélium végétatif des actinomycètes dans le sol est favorisée par un faible taux d'humidité, particulièrement quand les spores sont remplies d'eau. Dans les sols secs où

la tension d'humidité est plus grande, la croissance devient très limitée voir même arrêtée (Loqman, 2009).

#### 4.1.4.- Oxygène

Selon le type respiratoire, les actinomycètes peuvent être séparés en deux groupes: les formes oxydatifs aérobies, qui se trouvent essentiellement dans le sol, et les formes fermentatifs anaérobies strictes ou facultatives, qui vivent dans les cavités naturelles de l'homme et des animaux (Silini, 2012).

#### 4.1.5.- Besoins nutritifs

Les actinomycètes sont en général des chimioorganotrophes, utilisant une grande variété de sources d'énergie y compris les polymères complexes. Mais plusieurs espèces sont capables aussi d'être chimio autotrophes, utilisant l'oxydation de l'hydrogène comme source d'énergie et le gaz carbonique comme source de carbone (Mariat et Sebald, 1990). Afin d'obtenir une croissance abondante, des matières suffisamment énergétiques doivent être fournis par des protéines, des hydrates de carbone ou des acides organiques. Des sources appropriées d'azote, soit organique ou inorganique et certains minéraux notamment le potassium, le magnésium, le phosphore, le soufre et le fer, sont également nécessaires (Srinivasan *et al.*, 1991), Certains ont des exigences nutritionnelles en facteurs de croissance telles que les vitamines et certains acides aminés. D'autres aliments peuvent être aussi nécessaires pour soutenir des activités métaboliques dans l'utilisation des actinomycètes au niveau industriel, comme par exemple, le besoin en cobalt pour la synthèse de vitamine B12 (cobalamine), et le besoin en chlore pour la synthèse de chloramphénicol (Silini, 2012).

### 5.- Actinomycètes dans le sol

Les actinomycètes se trouvent abondamment dans le sol que les autres milieux, spécialement dans les sols alcalins et les sols riches en matière organique où ils constituent une part importante représentent 10 à 20 % de la population microbienne (Loucif, 2011), Les actinomycètes se trouvent aussi bien à la surface du sol qu'à plus deux mètres de profondeur (Breton *et al.*, 1989). Waksman (1950) a décrit qu'à un mètre de profondeur d'un sol cultivé et à deux mètres de profondeur d'un sol sableux, leur nombre dépasse celui des autres microorganismes est variable selon les biotopes et les conditions climatiques. Le plus souvent, leur densité est de l'ordre de  $10^6$ - $10^9$  cellules par gramme de sol (Goodfellow *et williams*, 1983). La première étude menée par Hiltner et Strömer (1903) sur l'effet des conditions climatiques sur la distribution des actinomycètes a montré qu'au printemps, ils constituent 20% de la flore microbienne du sol, En automne, ils

dépassent 30% et cette augmentation est due aux quantités importantes de résidus de plantes disponibles à cette période de l'année, En hiver, il y a une diminution de ce pourcentage (13%) à cause du gel (Loqman, 2009).

Les sols des oasis du Sahara Algérien, bien que soumis à climat aride, se sont révélés riches en actinomycètes parfois réputés rares de par le monde (Boudemagh, 2006). On les trouve non seulement dans les horizons de surface, mais aussi à plus de 2 mètres de profondeur et en quantité appréciable (Sabaou *et al.*, 1998).

**Tableau 2.** La distribution générale des actinomycètes dans le sol (Lechevalier et Lechevalier, 1981).

Genres	% des isolats
<i>Streptomyces</i>	95.98
<i>Nocardia</i>	1.98
<i>Actinomadura</i>	0.10
<i>Micromonospora</i>	1.40
<i>Thermoactinomyces</i>	0.14
<i>Microbispora</i>	0.8
<i>Thermomonospora</i>	0.22
<i>Microellobosporia</i>	0.04
<i>ActLARinoplanes</i>	0.20
<i>Streptosporangium</i>	0.10
<i>Pseudonocardia</i>	0.06
<i>Micropolyspora</i>	0.1
<i>Mycobacterium</i>	0.14

## 6.- Taxonomie des actinomycètes

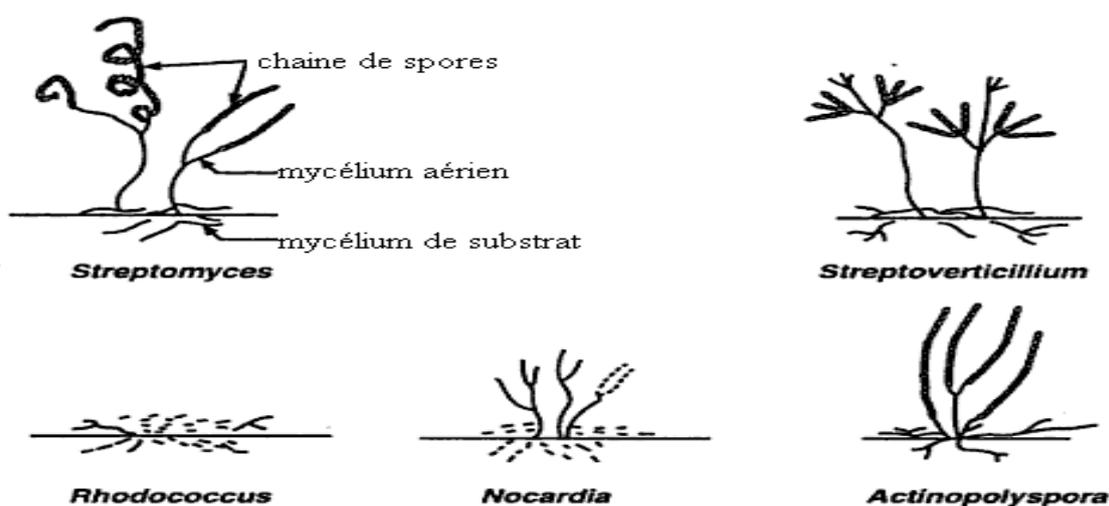
Ils constituent un groupe bactérien très varié dont l'appartenance ou non à un genre donné est très délicate à établir. L'étude des caractères morphologiques, les caractères physiologiques et la composition chimique de la paroi cellulaire permettent de séparer ces microorganismes avec une grande précision en groupes et genres différents et d'identifier ces bactéries jusqu'au niveau de l'espèce (Silini, 2012).

### 6.1.- Taxonomie phénétique

Depuis la classification proposée par Cohn en 1872 et jusqu'au début des années 1960, la définition d'une espèce (et d'une manière générale toute la taxonomie bactérienne) reposait sur une classification phénétique ou phénotypique. Cette dernière utilise un faible nombre de caractères considérés comme importants tels que la morphologie, la présence d'une spore, la mise en évidence d'un caractère biochimique jugé essentiel, l'habitat, le pouvoir pathogène, Une classification phénétique a l'inconvénient de ne refléter qu'une quantité d'information réduite (Smaoui, 2010).

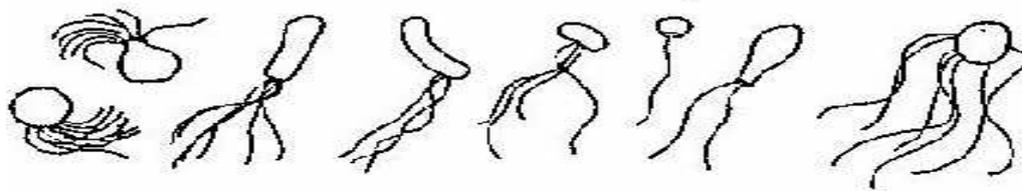
#### 6.1.1.-Classification morphologique

L'étude morphologique des actinomycètes se base essentiellement sur la présence ou l'absence du mycélium du substrat et le mycélium aérien (Figure 3), la couleur du mycélium, la production et la couleur de pigments diffusibles, la production de pigments mélanoides (Loqman, 2009), et la structure des spores leur forme, leur nombre, leur mobilité (Figure 4), leur position sur les hyphes (Figure 5), la présence de sclérotés, de sporanges ou de synnémata (Aour, 2006).

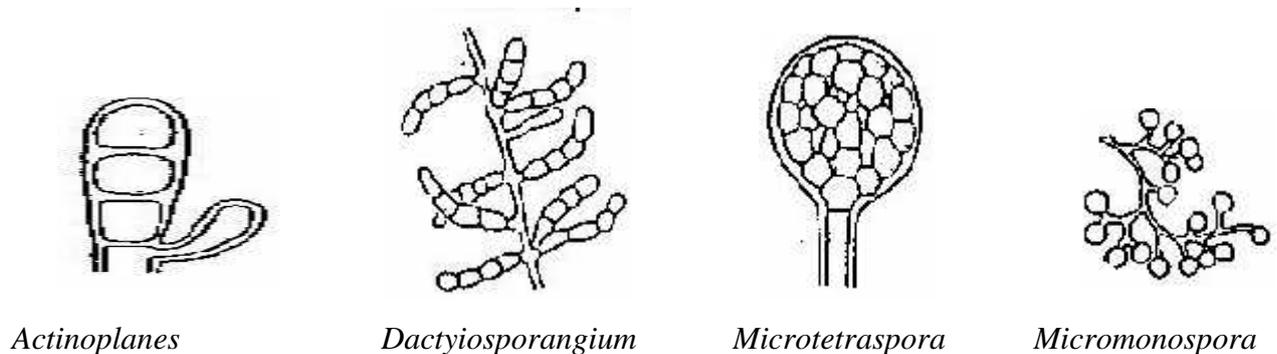


**Figure 3.** Le mycélium de substrat et le mycélium aérien chez certains genres

d'actinomycètes (Silini, 2012).



**Figure 4.** Position des flagelles sur les spores mobiles (Loqman, 2009).



*Actinoplanes*

*Dactylosporangium*

*Microtetraspora*

*Micromonospora*

**Figure 5.** Différentes chaînes de spores chez les Actinomycètes (Loqman, 2009).

### 6.1.2.- Chimiotaxonomie

La chimiotaxonomie est un système de classification et d'identification basé sur différents constituants chimique:acides aminés, des glucides, des lipides des actinomycètes qui se trouvent au niveau de la paroi cellulaire (Tableau 4), de la membrane plasmique ou la cellule entière (Becker *et al.*,1965), Cette approche taxonomique a permis une grande avancée dans la classification des actinomycètes (Kitouni, 2007).

#### 6.1.2.1.- Acides aminés

Les plus importants acides aminés présents au niveau de la paroi cellulaire sont l'acide diaminopimélique (DAP) qui peut être sous forme isomérique LL ou DL (*meso*) et la glycine qui est, soit présente, soit absente (Lechevalier et Lechevalier, 1970a). Cependant, chez quelques actinomycètes, le DAP peut être remplacé par la lysine, l'ornithine ou l'acide diaminobutyrique (Becker *et al.*, 1965; Yamagushi, 1965). Ces derniers ont ainsi défini plusieurs types pariétaux (ex: type I (LL DAP + glycine), type II (DL DAP + glycine), ...).

#### 6.1.2.2.- Sucres

Les sucres ayant une importance taxonomique pour les actinomycètes sont les couples "arabinose-galactose", "arabinose-xylose", "rhamnose-galactose", ainsi que le madurose ou 3-0-méthyl-galactose (Lechevalier et Lechevalier, 1970b). Les sucres déterminent ainsi les chimiotypes

A, B, C, D et E. Les actinomycètes ne possédant pas de sucres taxonomiquement importants sont classés dans le chimiotype C (tableau 3).

### 6.1.2.3.- Acides mycoliques

Les acides mycoliques sont des acides gras alpha-ramifiés et bêta-hydroxylés composés de longues chaînes carbonées. Le nombre d'atomes de carbone dans une chaîne peut aller jusqu'à 80 (chez le genre *Mycobacterium*). Ils sont essentiels pour la distinction entre certains genres qui appartiennent au même chimiotype (Larpen et Larpen, 1994).

### 6.1.2.4.- Phospholipides

La composition des actinomycètes en phospholipides est également un critère de détermination de chimiotype. La diversité des phospholipides a permis à Lechevalier *et al.* (1977) de distinguer 5 chimiotypes notés de PI à PV et caractérisés par la présence généralement d'un ou de deux phospholipides caractéristiques (tableau 5).

**Tableau 3.** Principaux chimiotypes chez les actinomycètes (Lechevalier *et al.*, 1977).

Chimiotype	acides aminés	sucres caractéristiques
Type IC	LL-DAP, Glycine	pas de sucres caractéristiques
Type IID	DL-DAP	glycine, arabinose, xylose
Type IIIB	DL-DAP	Madurose
Type IIIC	DL-DAP	pas de sucres caractéristiques
Type IIIE	DL-DAP	galactose, Rhamnose
Type IVA	DL-DAP	arabinose, galactose
Type V	lysine, ornithine	pas de sucres caractéristiques
Type VI	lysine,	pas de sucres caractéristiques
Type VII	glycine, DAB	pas de sucres caractéristiques
Type VIII	Ornithine	pas de sucres caractéristiques

**Note:** DAP = acide diaminopimélique, DAB = acide diaminobutyrique

**Tableau 4.** Types de phospholipides chez les actinomycètes (Lechevalieret *al.*, 1977).

Type de phospholipide	(PI)	(PE)	(PC)	(PG)	(PGY)
PI	+	-	-	-	v
PII	+	+	-	-	-
PIII	+	-	+	-	v
PIV	+	+	-	+	-
PV	+	-	-	+	+

**Note:** + = présence, - = absence, v = présence variable; PI=Phosphatidylinositol,

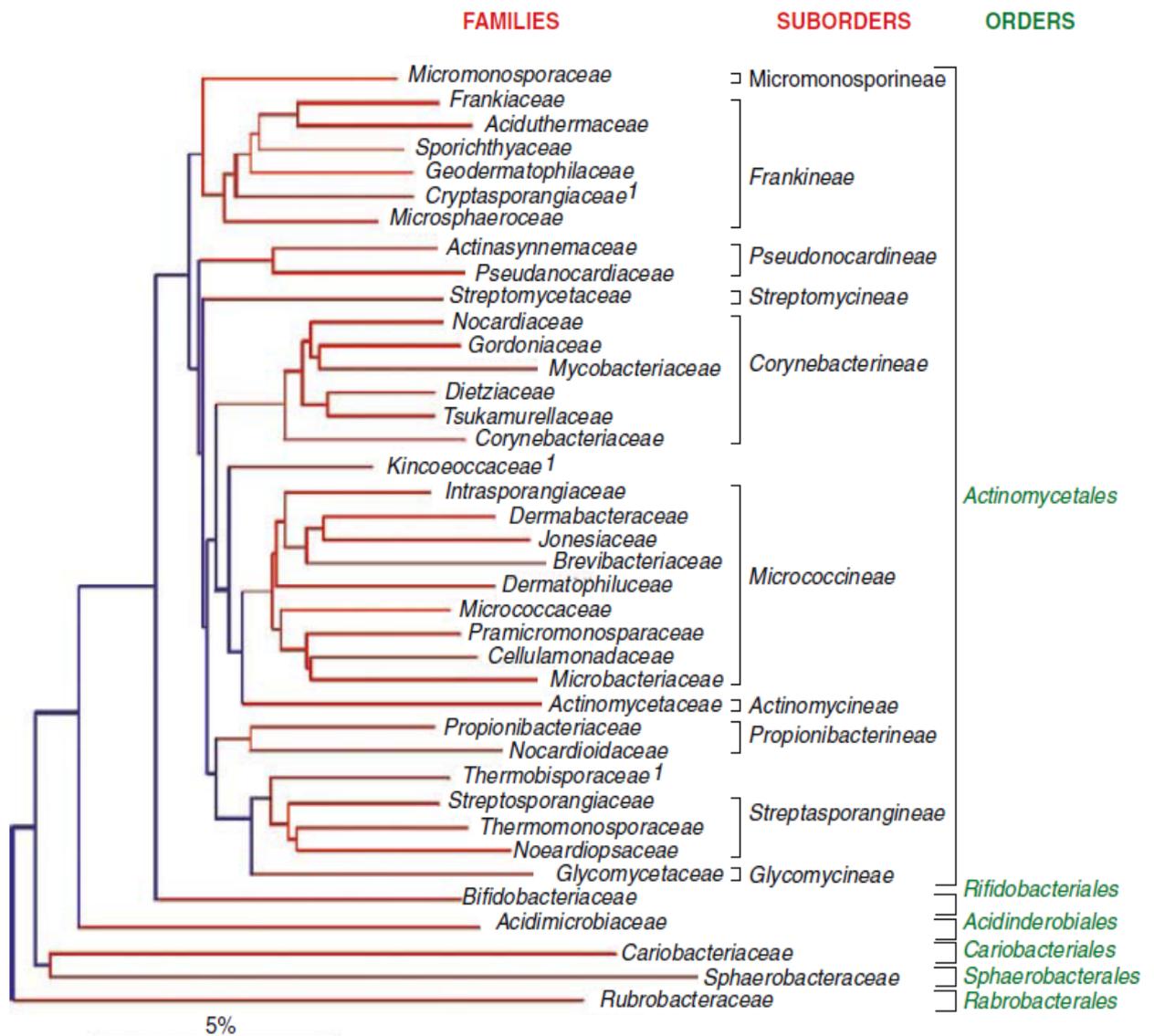
PE=Phosphatidyl-éthanolamine, PC= Phosphatidyl-choline, PG= Phospholipide avecglucosamine, PGY= Phosphatidyl-Glycérol.

### 6.1.3.- Critère physiologique et taxonomie numérique

Les tests physiologiques utilisés consistent en des tests de dégradation de différents composés organiques (glucidiques, lipidiques, protidiques, polymères complexes, stéroïdes, etc.), des tests de résistance aux différents agents chimiques (antibiotiques, divers autres agents), ainsi que la tolérance au pH, à la température, à la salinité, etc. Lorsque les tests physiologiques sont très nombreux, les résultats deviennent difficilement exploitables. Ce qui a amené les systématiciens à appliquer durant une longue période la taxonomie numérique aux actinomycètes (Goodfellow, 1971; Goodfellow *et al.*, 1990). Cette technique a apporté plus de clarté dans la reconnaissance des espèces et les résultats les plus spectaculaires ont été obtenus sur le genre *Streptomyces*. En effet, le nombre d'espèces de ce genre, qui était de 463 (Pridham et Tresner, 1974) a été réduit à 142 (Williams *et al.*, 1989)

### 6.3.- Classification moléculaire

Ces dernières décennies, la biologie moléculaire s'est imposée comme un outil puissant et incontournable en taxonomie. Actuellement, il n'est plus possible de proposer une nouvelle espèce sans effectuer des analyses génétiques. Les principales analyses moléculaires utilisées pour la détermination des espèces sont le séquençage de l'ADN ribosomal 16S (Figure 6) et l'hybridation ADN-ADN. Le pourcentage G+C n'est obligatoirement demandé que lors d'une proposition de nouveaux genres (Loqman, 2009).



**Figure 6.** Dendrogramme phylogénique des actinomycètes basée sur l'analyse des séquences ADNr 16S. La barre représente 5 substitutions de nucléotides par 100 nucléotides (Loucif, 2011).

## 7.- Importance des actinomycètes

Ces microorganismes produisent une pléthore de molécules (Bouras, 2005), ayant de nombreuses applications dans divers domaines et de ce fait, présentant un fort intérêt pour les industriels (antibactériens 64%, antifongiques 60% insecticides, herbicides, antiparasites, acaricides, antivirales, anti tumoraux 93% antimitotiques, anti allergénique, protéases alcalines, glucose isomérase, vitamines ...) (Strub, 2008).

### 7.1.- Importance en agronomie

Les actinomycètes jouent un rôle très important dans le domaine agronomique, ils sont capables de dégrader des matières organiques non biodégradables (la lignocellulose, la chitine etc...) ainsi la dégradation et le recyclage des polymères complexes tel que les polysaccharides. Les actinomycètes sont des agents fertilisant au sol, le genre *Frankia* capable de fixer l'azote atmosphérique chez plusieurs plantes dicotylédones autre que les légumineuses (Good fellow et Williams, 1983). Ces microorganismes capables de coloniser la rhizosphère grâce à leurs caractères antagonistes et compétitifs vis-à-vis des autres microorganismes du sol, Certains sont connus pour leur production de sidérophores qui permettent de chélater le fer ainsi privant le fer des autres microorganismes. La production de sidérophores par *S. griseorubiginose* est efficace dans la lutte contre la fusariose du bananier causée par *Fusarium oxysporum* (Getha *et al.*, 2005). D'autres sont parasites de champignons en produisant des enzymes qui leur permettent de dégrader la paroi des cellules fongiques) (Loqman, 2009). Les actinomycètes sont de plus, connues par leur capacité de produire des antibiotiques qui leur permettent d'inhiber les agents phytopathogènes (Barakate *et al.*, 2002 ).

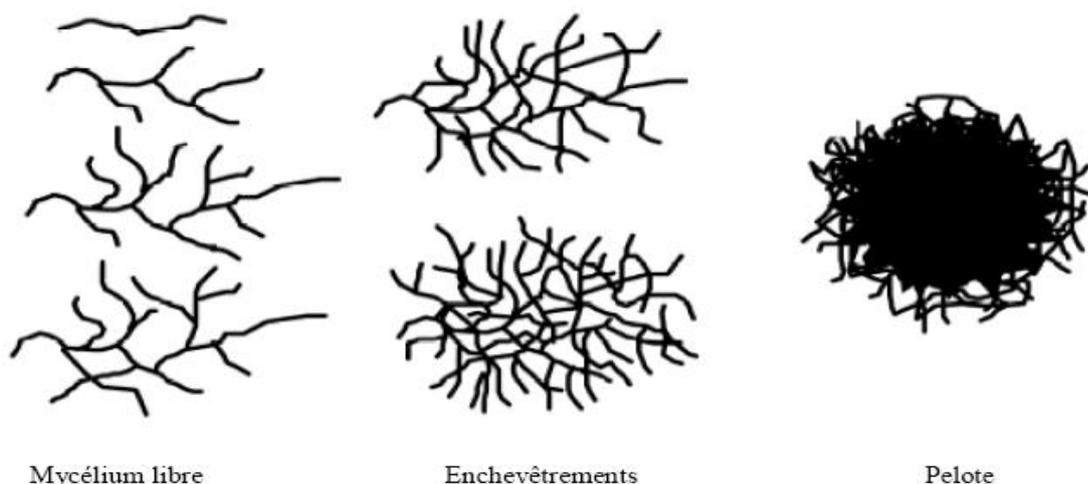
### 7.2.- Importances en biotechnologie

Plusieurs enzymes sont produites par les actinomycètes: les oxydoréductases (cholestérol oxydase, xanthine déshydrogénase), les transférases (phosphotransférases, acétyl transférases) et plusieurs hydrolases: chimotrypsine, cellulase, lactase, chitine I et II, endonucléases, etc (Larpen, 2004). Les actinomycètes sont devenus des outils principaux dans l'exploitation des hydrocarbures, *Nocardia corallina* produit sur les hydrocarbures des époxydes industriels, précurseurs de synthèse de nombreuses substances chimiques et de nouveaux types de cristaux liquides (Bugnicourt, 1995).

## 8.- Genre *Streptomyces*

### 8.1.- Caractéristiques générales

Les *Streptomyces* (du grec Streptos: courbé, tordu et Myces: moisissure) sont des bactéries filamenteuses à Gram+ et sporulantes dans des conditions de stricte aérobiose (Smaoui, 2010), chimoorganohétérotrophes, leur sources de carbone incluent le glucose, le lactate et l'amidon, certains espèces de *Strptomycetes* produisent des antibiotiques. le pourcentage de GC 69-78 (Singleton, 2004), Elles appartiennent à la classe des actinomycètes, à l'ordre des actinomycetales et à la famille de Streptomycetaceae et appartient au groupe des Streptomycètes (Smaoui, 2010).



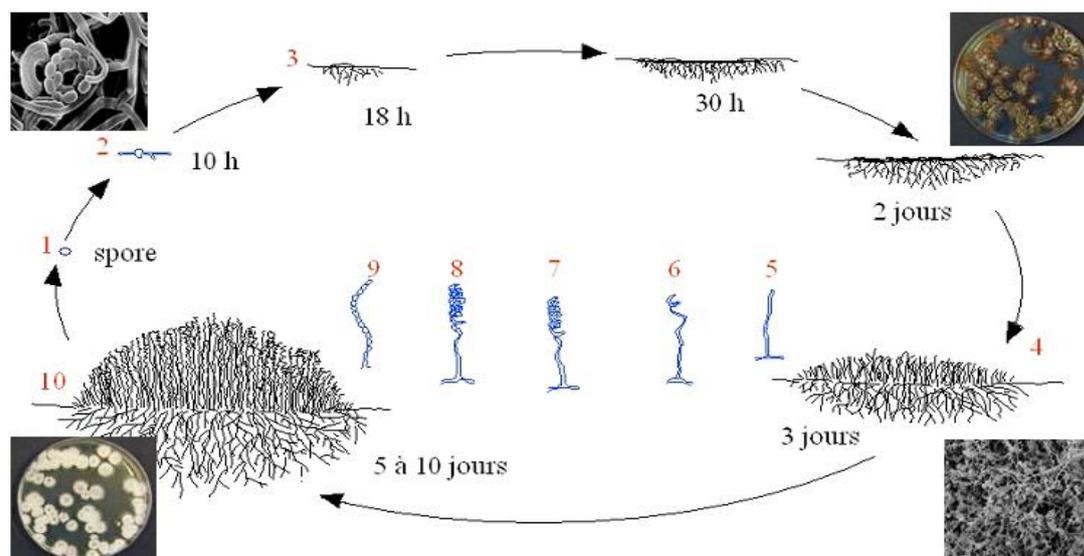
**Figure 7.** Les classes morphologiques de *Streptomyces* cultivé en milieu liquide (Silini, 2012).

### 8.2.- Cycle de développement

Le cycle de développement est complexe et aboutit à un organisme différencié morphologiquement. Le développement d'une colonie sur milieu solide débute par la germination d'une spore qui conduit à la formation d'un mycélium végétatif constitué d'un enchevêtrement d'hyphes ramifiés, rampants et multi génomiques. Puis, des hyphes aériens non ramifiés se développent en utilisant comme substrat le mycélium végétatif. Après arrêt de l'extension des hyphes aériens, les filaments se subdivisent pour former des chaînes de spores unies génomiques (Figure 7) (Katakli, 2004).

En milieu liquide, les cellules se développent uniquement sous forme de mycélium primaire, même si de très rares *Streptomyces* peuvent sporuler dans cet environnement.

En milieu solide, une différenciation morphologique est donc observée (formation du mycélium aérien) tandis qu'en milieu liquide, la différenciation est généralement physiologique (Smaoui, 2010).



**Figure 8.** Cycle de développement des *Streptomyces* sur milieu solide (Smaoui, 2010).

### 8.3.- Importance Industrielle

La différenciation morphologique des *Streptomyces* est accompagnée d'une différenciation métabolique. En effet, en milieu liquide et à la fin du cycle biologique, les *Streptomyces* produisent un grand nombre de métabolites secondaires possédant des structures chimiques et des activités biologiques très variées qui n'existent dans aucun autre genre bactérien. Les *Streptomyces* produisent essentiellement la moitié des antibiotiques connus et plus de 70 % des antibiotiques produits industriellement. Cette diversité considérable de composés biologiquement actifs a pour conséquence la grande importance des *Streptomyces* dans l'industrie pharmaceutique puisque les molécules produites par fermentation sont la deuxième source de revenus de l'industrie biotechnologique après la brasserie (Thomson *et al.*, 2004). Ces bactéries sont considérées comme le paradigme des microorganismes capables de synthétiser des molécules naturelles par le biais de leur métabolisme secondaire. L'espoir que ces bactéries soient à nouveau une source majeure de découverte de nouveaux composés utiles, est apparu suite au séquençage des génomes de plusieurs *Streptomyces*. En effet, l'analyse fonctionnelle des gènes a révélé que les prédispositions génétiques de ces microorganismes à produire des métabolites secondaires étaient très sous-estimées. Ces bactéries possèdent en réalité un grand nombre de métabolites « cachés » ou « cryptiques ». Si on arrive à induire la production de ces métabolites cryptiques, il serait possible d'obtenir plusieurs nouvelles molécules d'intérêts thérapeutique et industriel (Smaoui, 2010).

### III.- Données sur les antibiotiques

#### 1.- Définition des antibiotiques

Un antibiotique est une substance antibactérienne d'origine biologique, c'est à dire produite par des micro-organismes(champignons microscopiques et bactéries) ou de synthèse chimique et qui est capable d'inhiber la multiplication ou de détruire d'autres micro-organismes (Yala *et al.*, 2001), elle est dépourvue de toxicité pour les autres cellules (champignons et autre eucaryotes) ces molécules pouvant avoir une action drastique c'est-à-dire bactéricide ou leur efficacité peut-être également limitée à empêcher le développement des bactéries, on parle alors d'action bactériostatique (Bouamer *et al.*, 2012).

#### 2.- Classification des antibiotiques

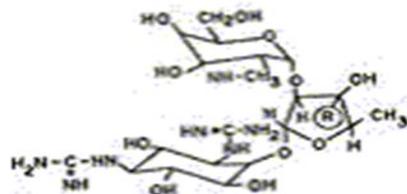
Les antibiotiques peuvent être classés selon plusieurs critères: l'origine, la nature chimique, type d'action, le mécanisme d'action et le spectre d'action. Tout en adoptant la classification des antibiotiques en grandes familles, nous pouvons étudier également le mécanisme d'action ainsi que le spectre d'action des différents antibiotiques (Yala *et al.*, 2001).

##### 2.1.- Classification des antibiotiques selon leur origine

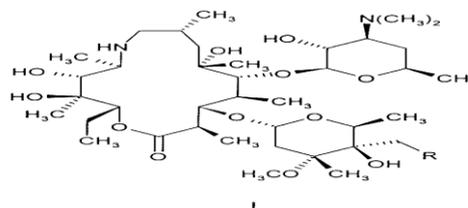
Les anti-infectieux peuvent être produits de trois façons, par fermentation naturelle (pénicilline) par semi synthèse (céphalosporines) ou par synthèse chimique (sulfamides) (Chebira, 2009).

##### 2.2.- Classification des antibiotiques selon la structure chimique

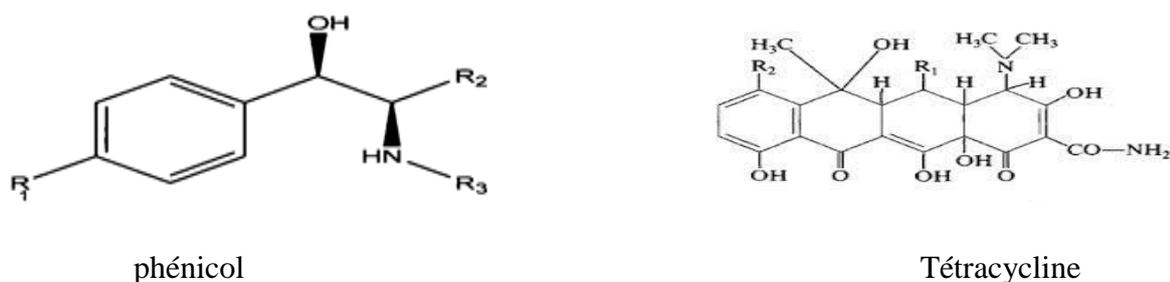
Très variable, elle est basée souvent sur une structure de base (ex : cycle  $\beta$  lactame) sur laquelle il y a l'hémi synthèse. La classification selon la nature chimique nous permet de classer les antibiotiques en familles ( $\beta$  lactamines, aminosides, tétracycline...etc.) (Ayachi, 2011).



Aminoside



Macrolide



**Figure 9.** Structure de quelques antibiotiques (Ayachi, 2011).

### 2.3.- Classification des antibiotiques selon le type d'action

La concentration minimale inhibitrice (CMI): est la plus faible concentration d'antibiotique inhibant la croissance des bactéries à 37 c° en 18 à 24 h

La concentration minimale bactéricide (CMB): est la plus faible concentration d'antibiotique détruisant 99,9 % de la population bactérienne après 18 à 24 h d'incubation.

**2.3.1- Antibiotique bactéricide:** c'est-à-dire  $CMB/CMI = 1$  ou  $2$

**2.3.2.- Antibiotique bactériostatique:** c'est-à-dire  $CMB/CMI \geq 4$  (Berche *et al.*, 2003).

**Tableau 5.** Antibiotiques bactériostatiques et bactéricides (Bambeke et Tulkens, 2000).

Antibiotiques bactériostatiques	Antibiotiques bactéricides
Macrolides, sulfamides, tétracyclines	$\beta$ -lactames, fluoroquinolones, aminoglycosides
lincosamides, nitrofuranes, phénicoles	nitroimidazoles, glycopeptides, polymyxines
ethambutol, cyclosérine	synergistines, ansamycines, acide fusidique
	isoniazide, pyrazinamide

### 2.4.- Classification des antibiotiques selon les mécanismes d'action

#### 2.4.1.- Action sur la paroi bactérienne

Les bêta-lactamines inhibent la synthèse de la paroi bactérienne. Ces antibiotiques se fixent sur des protéines enzymatique membranaires (pénicilline binding protéins, PBP) (Rouveix, 1990), en inhibant la dernière étape de la synthèse du peptidoglycane entraînant une lyse bactérienne (Yala *et al.*, 2001). Les glycopeptides ont une action sur la formation du peptidoglycane en effectuant un

encombrement stérique bloquant l'assemblage des précurseurs formant la paroi (fosfomycine, cyclosérine, bacitracine, acide fusidique...) (Bambeke et Tulkens, 2000).

#### **2.4.2.- Action sur la membrane cytoplasmique**

Les polymyxines se fixent au niveau des phospholipides membranaires altérant l'architecture de cette membrane qui laisse alors passer des organites cellulaires, causant ainsi la mort bactérienne (Rouveix, 1990).

#### **2.4.3.- Action sur la synthèse protéique**

Les aminosides perturbent la synthèse des protéines au niveau de la fraction 30S du ribosome entraînant la destruction bactérienne (Yala *et al.*, 2001). Le Chloramphénicol inhibe l'enzyme qui préside à la synthèse protéique en se fixant sur la fraction 50S ribosomal (Rouveix, 1990). Les tétracyclines et les aminoglycosides empêchent ou perturbent la liaison des aminoacyl-ARNt aux ribosomes (Bambeke et Tulkens, 2000). Les macrolides agissent en empêchant la fixation du complexe acide-aminé-ARNt au niveau de la fraction 50S par inhibition de la translocation (Rouveix, 1990), bloquent ainsi la réunion du dernier stade de la synthèse (Yala *et al.*, 2001).

#### **2.4.4.- Interférence avec le métabolisme de la bactérie**

Les sulfamides inhibent l'acide para-amino-benzoïque par analogie structurale, le blocage de la dihydrofolates-synthétase perturbe la synthèse de l'acide dihydrofolique et donc des folates (Rouveix, 1990).

#### **2.4.5.- Action sur l'ADN nucléaire**

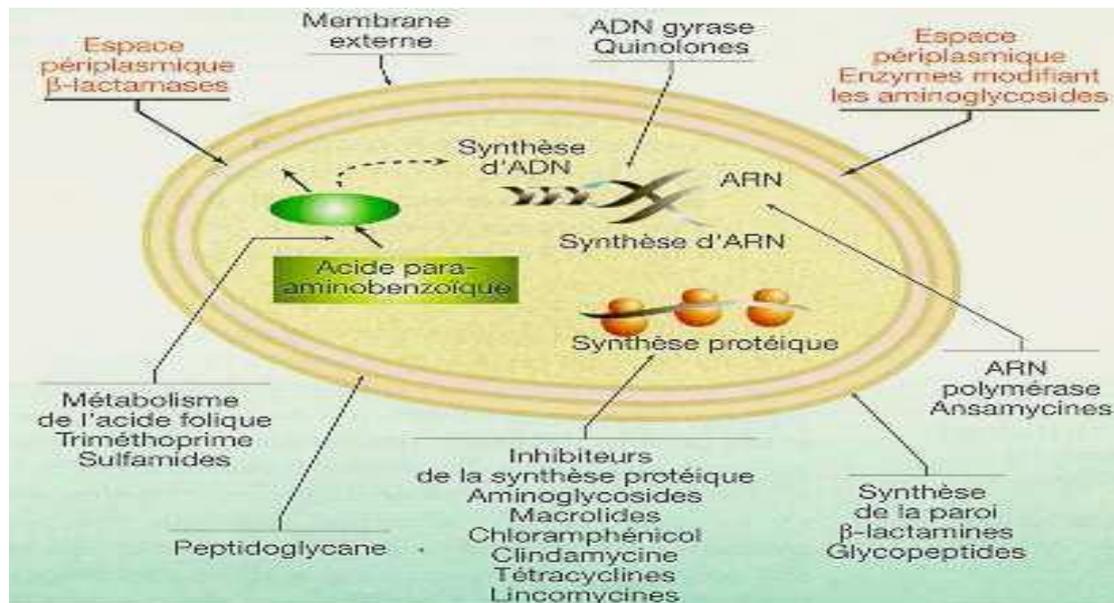
Les inhibiteurs de l'ARN polymérase sont représentés par la classe des ansamycines, tandis que les inhibiteurs de l'ADN-gyrase regroupent les quinolones (Bambeke et Tulkens, 2000). La novobiocine inhibe l'ADN gyrase et l'ARN polymérase (Rouveix, 1990).

#### **2.4.6.- Action sur les ribosomes**

L'action sur les ribosomes entraîne l'arrêt de la biosynthèse des protéines ou la formation de protéines anormales ex: inhibition au niveau des sous unités 30S des ribosomes par les aminoglycosides (lecture de l'ARNm est perturbée) (Chebira, 2009).

### 2.4.7.- Autres Actions

Des actions en agissant entant qu'anti métabolites bactériens c'est à dire au niveau des étapes du métabolisme intermédiaire des bactéries (Yala *et al.*, 2001), c'est le cas des sulfamides triméthoprimes qui inhibent la dihydroptéroate synthétase (DHPS), et les isoniazids analogues structuraux du NAD (Chebira, 2009).



**Figure 10.** Principales cibles et modes d'action des antibiotiques (Smaoui, 2010).

### 2.5.- Classification des antibiotiques selon le spectre d'activité

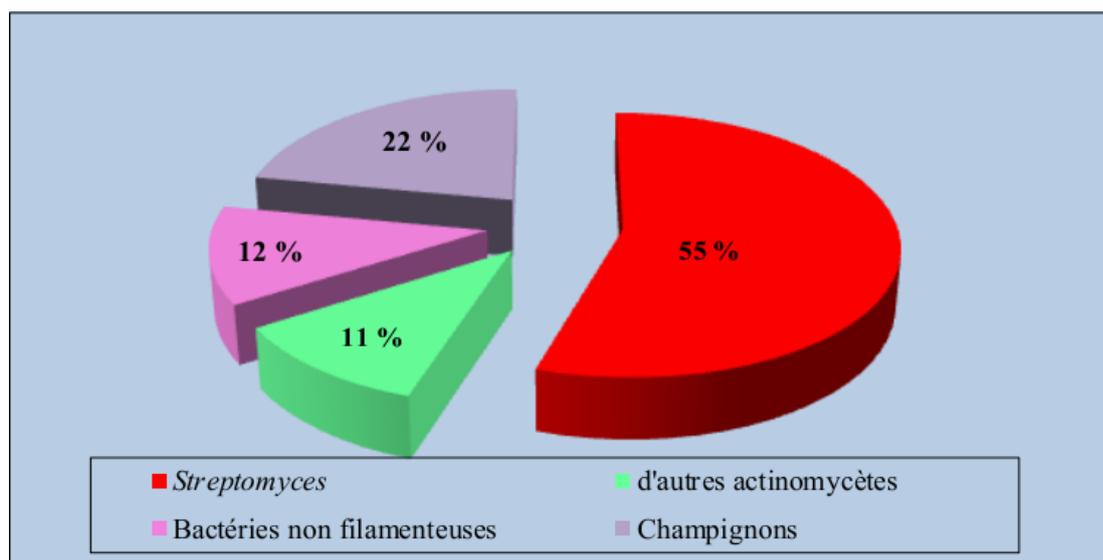
Chaque antibiotique est caractérisé par un spectre qui correspond à l'éventail de germes qu'il peut toucher, à dose plus ou moins élevée. Il est différent pour chaque famille d'antibiotiques, bien qu'il puisse se recouper, en partie ou en totalité, avec celui d'autres antibiotiques, c'est à dire que les mêmes germes peuvent être sensibles à plusieurs antibiotiques à la fois. On a ainsi des antibiotiques à spectre très large, large, moyen, ou étroit (Chebira, 2009).

### 3.- Antibiotiques produits par les actinomycètes

Les actinomycètes ont été à l'origine de la découverte de l'actinomycine par Waksman en 1940 à partir d'une culture de *Streptomyce santibioticus* et de la streptomycine chez *Streptomyce griseus*. A ce jour, ces bactéries tiennent une très grande importance dans le domaine de la biotechnologie des antibiotiques malgré les progrès de synthèse chimique. Les actinomycètes sont surtout importants du fait qu'ils sont à l'origine de nombreux antibiotiques (Tableau 6), en effet parmi les 25000 antibiotiques actuellement décrits, environ 70% sont synthétisés par les microorganismes, dont 60% par les actinomycètes (Kitouni, 2007). Les Streptomycètes à eux

seuls sont à l'origine de plus de 80% des antibiotiques secrétés par les actinomycètes (Loqman, 2009).

Il est à noter que parmi les actinomycètes, le genre *Streptomyces* est la source la plus importante d'antibiotiques. A partir de 1955 le genre *Streptomyces* devient, et va rester le grand fournisseur d'antibiotiques, bien que d'autres structures nouvelles soient isolées d'autres genres comme *Actinomadura* et *Micromonospora* (Kitouni, 2007).



**Figure 11.** Secteur angulaire montrant la répartition de production des antibiotiques entre les actinomycètes, les champignons, et d'autres bactéries non filamenteuses (Loucif, 2011).

**Tableau 6.** Exemples de quelques antibiotiques produits par des actinomycètes (Loucif, 2011).

Actinomycètes producteurs	Antibiotique
<i>Micromonosporasp.</i>	Clostomycine
<i>Streptomycesgriseus</i>	Candicine
<i>Streptomyceslydicus</i>	Streptolydigne
<i>Streptomyces lindensis</i>	Rétamycine
<i>Marinispora sp.</i>	Marinomycine
<i>Verrucosispora sp.</i>	Abyssomycine

***PARTIE II***

**MATERIEL ET METHODES**

## 1.- Matériels

### 1.1.- Appareillage

Il s'agit du matériel courant du laboratoire notamment:

Agitateur magnétique chauffant, autoclave, balance électronique (KERN ABj), étuve 30C° type memmert, pH mètre (HANNA instrument), Réfrigérateur 4°C, un appareil photo numérique «SAMSUNG» de résolution de 12,2 Méga pixel (Zoom optique x5).

### 1.2.- Petit matériel

Bec de bunsen, flacons de 250ml, boites de pétri, écouvillons, pipettes pasteur, anse de platine, tubes à essai, emporte-pièce, éprouvettes graduées.

### 1.3.- Produits chimiques

Glucose, Extrait de levure, Extrait de malt, Agar, l'eau physiologique, NaOH, HCl.

### 1.4.- Souches d'actinomycètes:

Les souches d'actinomycètes utilisées dans notre travail sont dénommées G44, G46, G68 et LG10. Elles proviennent du laboratoire de biologie des systèmes microbiens (LBSM) de l'école normale supérieure (ENS) de Kouba. Elles ont été isolées par Belghit (2010). Les deux souches G44 et G46 à partir d'un sol d'une palmeraie d'EL Atteuf, la souche G68 à partir d'un sol reg de Metlili (Wilaya de Ghardaia) et la souche LG10 à partir d'un sol reg de Laghouat. Ces souches ont été isolées sur milieu « chitine-vitamines B » de Hayakawa et Nonomura (1987) additionné d'antibiotiques sélectifs suivants: pénicilline (25 mg/l), kanamycine (25 mg/l), chloramphénicol (25mg/l), rifamycine (10mg/l), streptomycine (10mg /l) (Boudjella, 1994). Un antifongique, l'actidione (50mg/l) est ajouté afin d'inhiber tout développement fongique. La méthode d'ensemencement utilisée est celle des suspensions dilutions (Rapilly, 1968). Les boîtes ensemencées sont incubées à 28°C durant 3 semaines. La reconnaissance des genres est effectuée par observation au microscope photonique (Zeiss) aux grossissements 100 et 400. Les études morphologique, physiologique et chimiotaxonomique ont montré l'appartenance des quatre souches au genre *Streptomyces*.

### 1.5.- Germes cibles

Les souches tests utilisés sont cinq bactéries dont quatre: *Escherichia coli* (ATCC 10536), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Listeria Monocytogenes* (CIP 82110), *Klebsiella pneumoniae* (CIP 8291) proviennent de la collection du laboratoire de microbiologie (LBSM) de l'E.N.S de Kouba-Alger, et une souche de *Staphylococcus aureus* provient de l'hôpital 18 février de Metlili (Ghardaia).

## 2.- Méthodes

### 2.1.- Mise en évidence de l'activité antibactérienne des isolats d'actinomycètes

#### 2.1.1- Technique de stries croisées

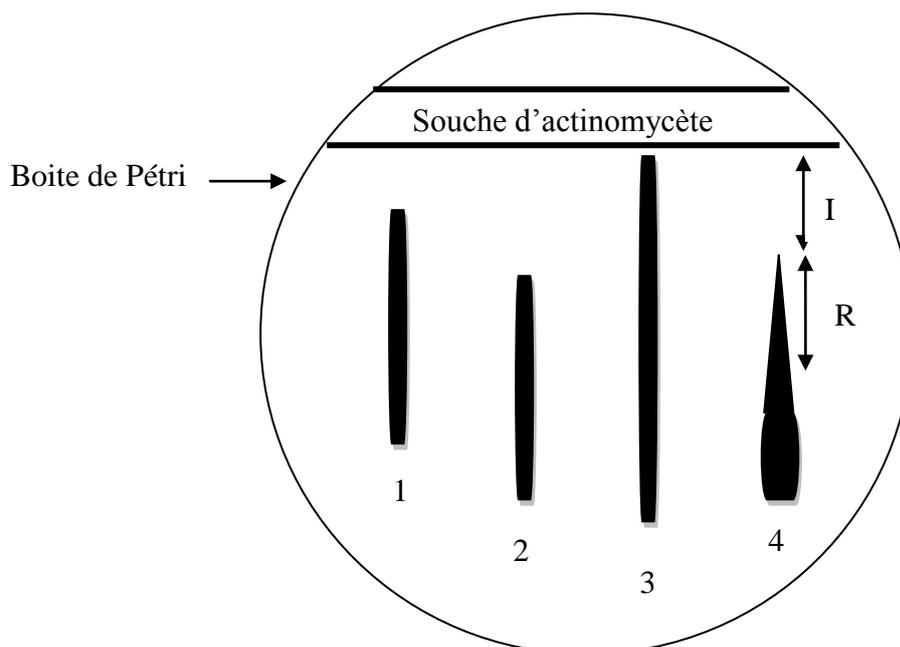
La mise en évidence de l'activité antagoniste des isolats d'actinomycètes est réalisée par la méthode des stries croisées utilisée par Zitouni *et al* (2005). Cette méthode consiste à ensemencer la souche d'actinomycète en un seul trait à la surface du milieu solide et en bordure de la boîte de Pétri (diamètre = 9 cm). Après incubation à 30°C pendant 8 jours, les souches-cibles sont ensemencées perpendiculairement à l'actinomycète. La lecture des résultats se fait en mesurant la distance d'inhibition entre les bordures de la souche-cible et de la souche d'actinomycète, après 24 h d'incubation pour les bactéries. Le taux d'inhibition est calculé selon l'équation suivante :

$$I (\%) = [(A - B) / (A)] \times 100$$

I : taux d'inhibition (%)

A : distance inoculée par la souche test (cm)

B : croissance de la souche test (cm)



**Figure 12:** Méthode des stries croisées

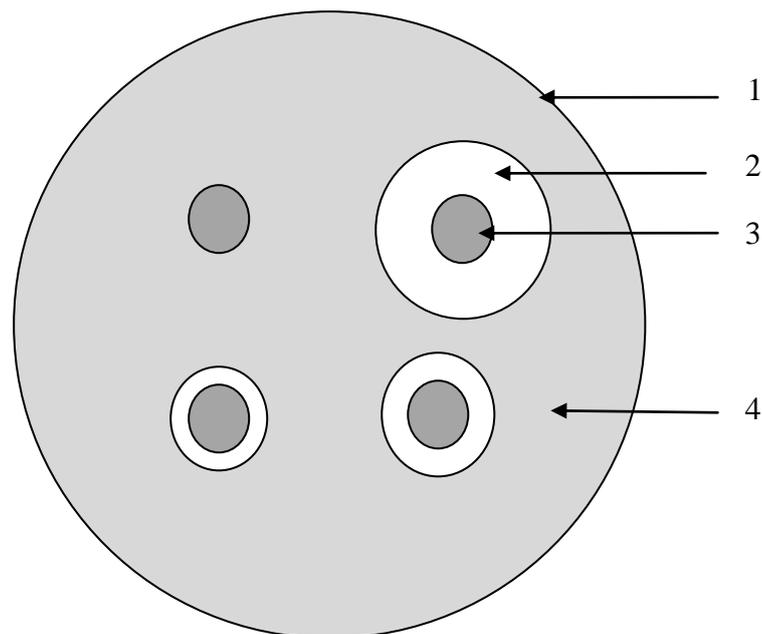
**Note:** I : inhibition ; R: Ralentissement

1, 2, 3, 4: Germes tests

### 2.1.2-Technique des cylindres d'Agar

Dans cette méthode, les souches d'actinomycètes sont ensemencées en stries serrées à la surface de milieu ISP2, coulés en boîtes de Pétri. Après incubation à 28°C pendant sept jours, pour chaque souche étudiée, des cylindres d'agar de 10 mm de diamètre ont été prélevés à l'aide d'un emporte-pièce. Les cylindres d'Agar sont déposés à la surface du milieu ISP2 préalablement ensemencé par écouvillonnage selon la technique de la NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standard) avec les bactéries tests. Les boîtes de Pétri portant les cylindres d'Agar sont placées à 4 °C pendant quatre heures pour permettre une prédiffusion des substances bioactives élaborées par les souches contrôles, puis incubées à 30 °C pendant 24 heures (Kitouni, 2007).

Les boîtes de Pétri portant les cylindres d'Agar sont placées à 4 °C pendant deux heures pour permettre une pré-diffusion des substances bioactives élaborées par les souches contrôles, puis incubées à 30 °C pendant 24 heures.



**Figure 13:** Méthode des cylindres d'agar

**Note:**

- 1: Boîte de Pétri
- 2: Zone d'inhibition
- 3: Disque d'agar
- 4: Germe test

***PARTIE III***

**RESULTATS ET DISCUSSION**

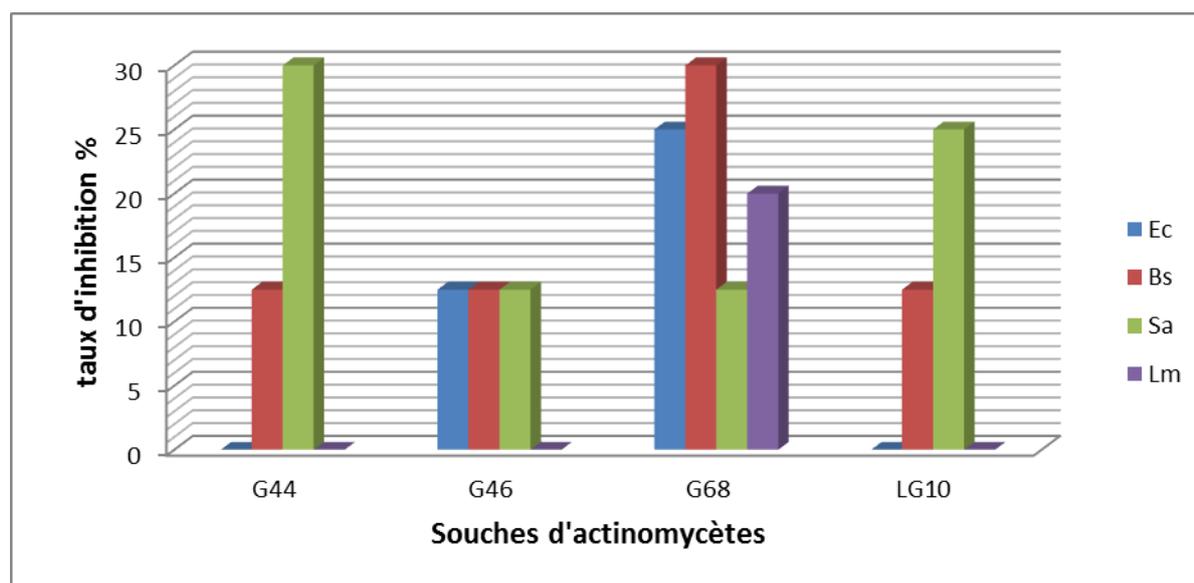
## Résultat et discussion

Nous présenterons et nous discuterons dans cette partie les résultats de la mise en évidence de l'activité antibactérienne des quatre souches d'actinomycètes G44, G46, G68 et LG10 par les deux méthodes: stries croisées et cylindres d'agar.

### 1.-Mise en évidence de l'activité antibactérienne des isolats

#### 1.1.- Technique de stries croisées

Les taux d'inhibitions obtenus sont représentés dans le diagramme suivant:

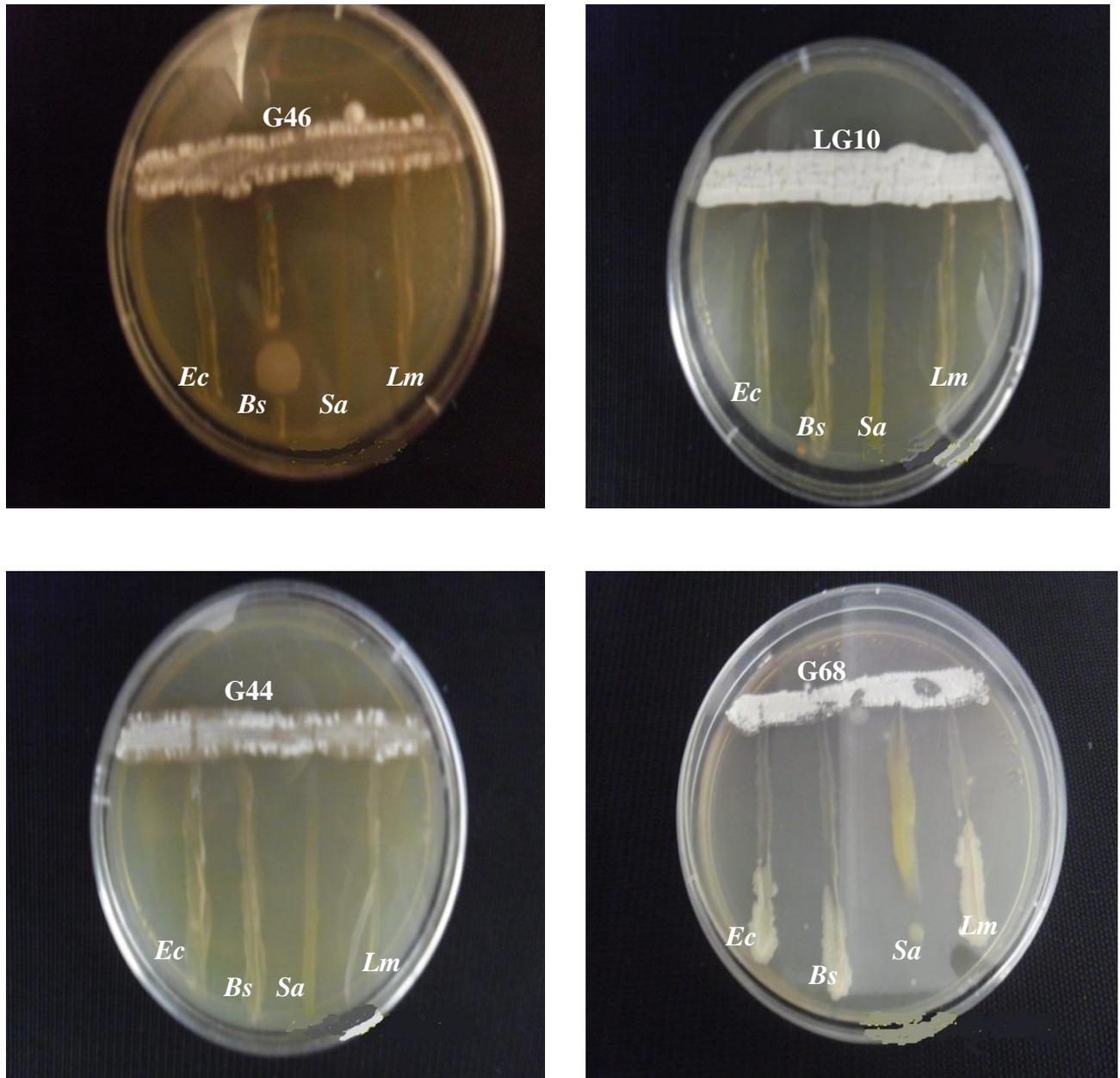


**Figure 14.** Activité antibactérienne des souches actinomycètes contre les germes pathogènes par la méthode de stries croisées.

**Note :** *Lm*: *Listeria monocytogenes*, *Sa*: *Staphylococcus aureus*, *Ec*: *Escherichia coli*, *Bs*: *Bacillus subtilis*.

D'après la figure 14, les quatre isolats testés par la méthode des stries croisées ont montré une activité antagoniste contre les germes tests *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*, par contre ces isolats n'ont aucune activité contre le germe pathogène *Listeria monocytogenes* sauf qu'une activité de ralentissement apparue avec l'isolat G68. Il faut signaler que les activités obtenues de la souche G68 contre tous les germes pathogènes n'ont été que des ralentissements de croissance. Cependant l'activité contre *Escherichia coli* n'a été remarquée qu'avec les deux souches d'actinomycètes G46 et G68. Concernant l'intensité d'activité, les résultats nous montrent que les isolats G44 et LG10 ont présenté la plus grande inhibition contre *Staphylococcus aureus* avec un taux d'inhibition de 30%, 25% respectivement. Le même taux d'inhibition contre *Bacillus subtilis* a été remarqué avec les isolats G44, G46 et LG10, soit 12,5%. En comparant les spectres d'activité des isolats et en négligeant l'activité de ralentissement de la souche G68, nous constatons que

l'isolat G46 possède le plus large spectre, en effet cet isolat a révélé une activité contre tous les germes pathogènes sauf *Listeria monocytogenes*.



**Figure 15.** Activité antagoniste des souches d'actinomycètes contre les germes tests par la méthode des stries croisées (Dib et Djekaoua, 2013).

**Note:**

*Lm*: *Listeria monocytogenes*, *Sa*: *Staphylococcus aureus*, *Ec*: *Escherichia coli*, *Bs*: *Bacillus subtilis*.

## 1.2.- Technique de cylindres d'agar

La technique de cylindres d'Agar est une méthode de diffusion en milieu gélosé, Selon laquelle nous a permis de détecter l'effet inhibiteur des souches d'actinomycètes envers les bactéries tests utilisées. Le développement d'une bactérie test, ensemencé dans la gélose permet après incubation, de déceler la présence d'une ou des substances inhibitrices qui sont matérialisées par une zone translucide au niveau de la zone de diffusion de l'antibiotique, alors que partout ailleurs, le développement du microorganisme est visible comme le montre la figure 12.

Le tableau 7 récapitule les résultats d'activité des souches d'actinomycètes contre les souches tests utilisées.

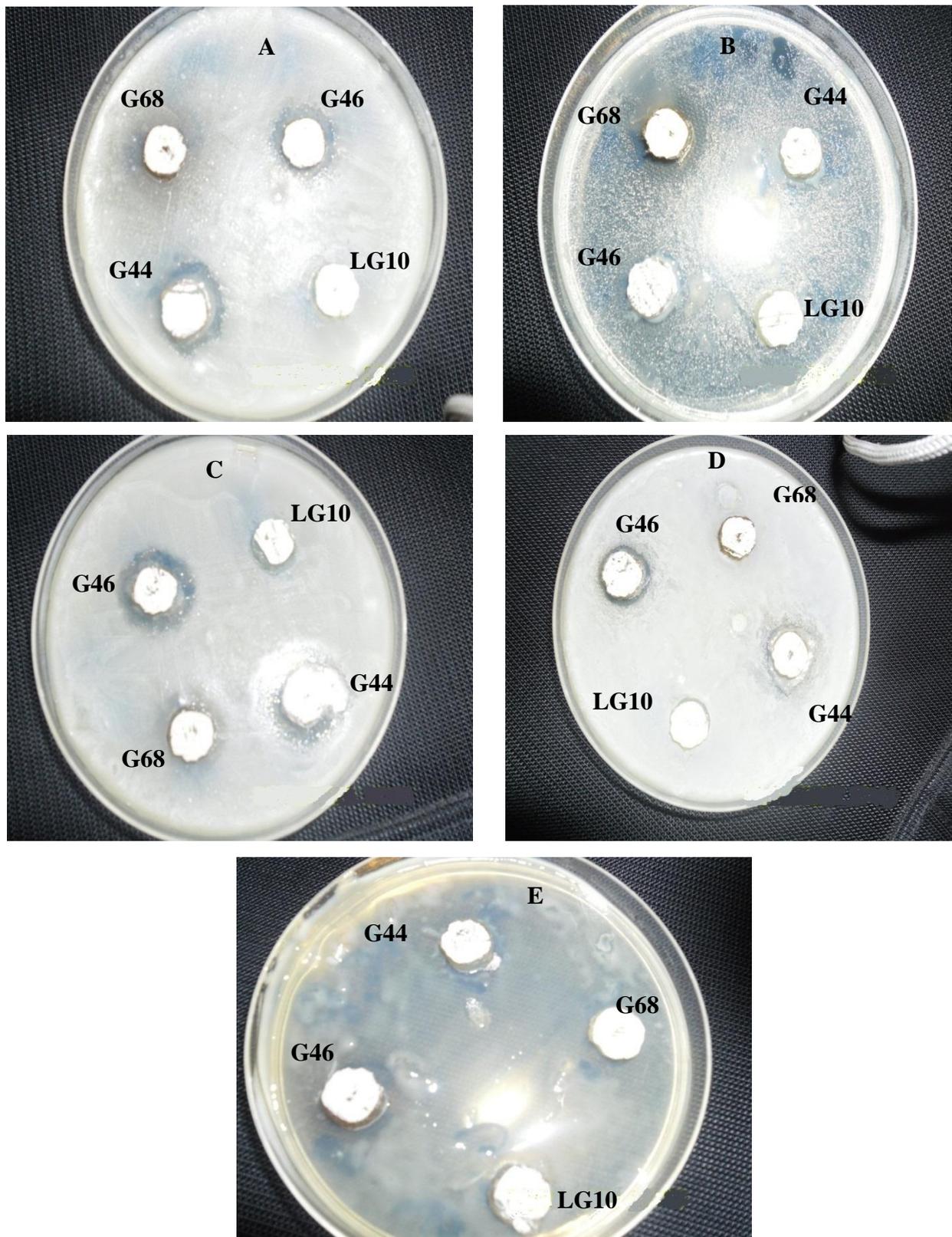
**Tableau 7.** Activité antibactérienne des souches d'actinomycètes contre les bactéries pathogènes par la méthode des cylindres d'agar.

Souches d'actinomycètes	Diamètres en (mm) des zones d'inhibitions contre les souches tests pathogènes				
	<i>Lm</i>	<i>Sa</i>	<i>Ec</i>	<i>Bc</i>	<i>Kp</i>
G46	18	12	20	14	12
G44	20	12	18	18	—
G68	14	20	12	—	—
LG10	—	—	12	—	—

**Note:** Les diamètres d'inhibition mesurés en mm en tenant compte celui des disques d'agar (10mm).

*Lm*: *Listeria monocytogenes*, *Sa*: *Staphylococcus aureus*, *Ec*: *Escherichia coli*, *Bs*: *Bacillus subtilis*, *Kp*: *Klebsiella pneumoniae*. — pas d'activité.

D'après les résultats obtenus nous remarquons que les quatre souches d'actinomycètes ont montré une activité antibiotique contre au moins une souche test bactérienne. La souche G46 a présenté un spectre d'activité antibactérienne large, elle possède une activité contre tous les germes cibles (soit 100% d'activité), ce qui est en accord aux résultats obtenus avec la technique précédente, alors que la souche G44 est active contre 4 germe cible (soit 80%), par ailleurs la souche G68 a révélé un spectre d'action moyen qui est de l'ordre de 60% d'activité, et de son côté la souche LG10 a révélé une faible activité contre un seul germe cible. Différentes intensités d'inhibitions ont été constatées entre les souches d'actinomycètes, en effet une grande activité a été obtenue avec les deux souches G46 et G44 contre *Escherichia coli*, *Listeria Monocytogenes* et *bacillus subtilis*, et avec la souche G68 contre *Staphylococcus aureus*. Cette activité est de l'ordre de 18 à 20mm, par contre les faibles intensités ont été observées chez les isolats : G44 contre *Staphylococcus aureus*, G46 contre *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae*, G68 et LG10 contre *Escherichia coli*.



**Figure 16.** Activité antagoniste des souches d'actinomycètes contre souches tests par la méthode des cylindres d'agar (Dib et Djekaoua, 2013).

**Note:** A: *Listeria monocytogenes*, B: *Staphylococcus aureus*, C: *Escherichia coli*, D: *Bacillus subtilis*, E: *Klebsiella pneumoniae*.

## Discussion

Les quatre isolats (G44, G46, G68 et LG10) sur lesquels nous avons poursuivi notre étude sont provenus d'un isolement effectué à partir des échantillons de sol saharien algérien au sein du laboratoire de biologie des systèmes microbiens (LBSM) par (Belghit, 2010). Cet auteur, et après des études morphologique, physiologique, chimiotaxonomique et moléculaire a confirmé l'appartenance des quatre isolats au genre *Streptomyces*. Il faut rappeler que ce genre qui fut proposé par Waksman et Henrici en 1943, est très vaste et comprend actuellement 630 espèces (Euzeby, 2013).

Les activités des quatre isolats ont été mises en évidence par les deux techniques (stries croisées et cylindres d'agar) en utilisant le milieu de culture complexe ISP2. Il a été choisi suite aux travaux effectués antérieurement au laboratoire (LBSM) (Badji, 2006). Cet auteur a testé 10 milieux de culture les plus utilisés pour la production d'antibiotiques par les actinomycètes, à savoir l'ISP2 (à base d'extraits de malt et de levure et de glucose), l'ISP3 (à base de farine d'avoine et de sels minéraux), l'ISP4 (à base d'amidon et de sels minéraux), l'ISP5 (à base de glycérol et d'asparagine), le Bennett (à base de glucose, de peptone de caséine, d'extraits de viande et de levure), le GYEA (à base d'extrait de levure et de glucose), le MCB (à base d'extrait de levure, de dextrine et de sels minéraux), l'AAS (à base d'amidon et d'asparagine), l'ACA (à base d'amidon et de caséine) et le FSO (à base de farine de soja et de sels minéraux). Il a conclu que l'ISP2 et le Bennett sont les meilleurs.

Les activités obtenus pour les deux techniques sont globales, en effet elles peuvent résulter d'une seule molécule comme elles peuvent (plus souvent) émaner de plusieurs qui sont produites simultanément. Dans le cas de plusieurs molécules, l'activité obtenue pourrait être forte s'il y a addition entre elles ou plus forte s'il y a synergie ou faible s'il y a neutralisation (Belghit, 2010).

Comme pour les stries croisées, la technique des cylindres d'agar a montré que les activités antibactériennes des quatre souches d'actinomycètes sont importantes et différentes d'une souche à l'autre, de même pour chaque souche contre les différents germes pathogènes, ces variations de résultats peuvent s'expliquer par le fait que les actinomycètes synthétisent plusieurs antibiotiques appartenant à différentes familles chimiques, chacune agissant sur un groupe de microorganismes donné ou qu'une souche d'actinomycète peut produire simultanément plusieurs types de molécules antibactériennes ou d'une molécule très puissante (loucif, 2011).

Comme le milieu de culture utilisé pour la mise en évidence des activités est le même, on ne peut imputer la différence constatée entre les deux techniques qu'à la différence des conditions de culture ou à la spécificité du microorganisme producteur, il faut noter que les conditions de culture des deux méthodes ont été différentes car nous avons répété les deux expériences plusieurs fois à

cause des contraintes de contaminations dues au manque du matériel microbiologique enregistré au sein de notre laboratoire à l'université et ce, nous a amené à rechercher d'autres laboratoires pour travailler. De toutes façons, il est difficile à ce stade d'étude de donner une explication rationnelle à cette différence de production d'antibiotiques et il est important de rappeler que les antibiotiques sont des métabolites secondaires, leur production dépend à la fois du microorganisme producteur (possession d'enzymes de biosynthèse), de la composition du milieu de culture et des conditions de culture (Badji, 2006).

Les zones d'inhibition obtenues se diffèrent soit autour des disques d'agar ou autour des striesensemencées d'actinomycètes. Selon Berkci et Abdelouahid (2010), Les zones d'inhibition sont plus au moins grandes suivant la sensibilité de la souche test. Des facteurs non spécifiques peuvent également intervenir sur le diamètre d'inhibition: Propriété physicochimique de l'antibiotique (viscosité), nature du milieu et la nature d'inoculum.

# **CONCLUSION**

## CONCLUSION

Le travail que nous avons abordé dans ce projet de fin d'étude a pour thème la mise en évidence des activités antibactériennes produites par des souches d'actinomycètes contre quelques bactéries pathogènes.

Le test d'activité pour les deux méthodes a été réalisé en utilisant le milieu de culture semi solide ISP2. Des activités importantes ont été remarquées sur ce milieu, soit pour la méthode des stries croisées ou pour la méthode des cylindres d'agar. La souche qui a présenté un spectre d'activité large dans les deux méthodes est la G46. Cette souche a montré un pouvoir d'activité puissant englobe tous les germes pathogène même la souche test multirésistante *Klebsiella pneumoniae*. La deuxième souche qui a révélé une bonne activité après la souche G46 est la G44. Cette dernière s'est avérée active contre tous les germes à l'exception de *Klebsiella pneumoniae* par la technique des disques d'agar. Les deux autres souches G68 et LG10 ont présenté une activité moindre dans les deux cas. Différentes zones d'inhibition ont été obtenues plus au moins importantes d'une souche d'actinomycète à l'autre.

A la fin, nous pouvons dire que ce travail, a montré une fois de plus la possibilité de trouver dans les sols sahariens d'Algérie, des actinomycètes, pouvant être capables de produire des antibiotiques actifs contre divers agents pathogènes chez l'homme.

Cette étude préliminaire qui vient d'être réalisée ouvre plusieurs perspectives qui peuvent être résumées comme suit:

- Mettre en évidence l'activité antibactérienne en utilisant d'autres milieux semi solides en choisissant les meilleurs.
- Mettre en évidence l'activité antibactérienne en milieux liquides en testant un grand nombre de milieux de culture.
- Semi purification des antibiotiques des extraits organiques bruts en utilisant différents systèmes de solvant de migration et la localisation des taches actives.
- purifier par HPLC les antibiotiques produits et déterminer leurs structures chimiques par spectroscopie (UV-visible, infrarouge, RMN du proton et de carbone 13) et spectrométrie de masse.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographique

1. **Aouar L., 2006.** - Mise en évidence des actinomycètes aérobies pathogènes impliqués dans les infections traitées au service des maladies infectieuses du CHU de Constantine. Etude des caractéristiques culturales des souches isolées et purifiées. Mémoire de Magister En Biochimie et Microbiologie appliqués. Université Mentouri Constantine.
2. **Avril J.L., 1991.** - Dictionnaire Pratique De Bactériologie . Ed N°2 Ellipses. 15, 44,57p.
3. **Avril J.L., Dabernat H., Denis F., Monteil H., 1992.-** Bactériologie Clinique. Ed N° 2 Ellipses. 152, 160,166 P.
4. **Ayachi H., 2011.** - Analyse De L'interaction Ribonucléase-Kanamycine Par Modélisation Moléculaire. Thèse De Magister En Chimie Physique .Universite Abou-Bakr Belkaid de Tlemcen. 14p
5. **Badji B., Zitouni A., Mathieu F., Lebrihi A. and Sabaou N. (2006).** – Antimicrobial compounds produced by *Actinomadura* sp., AC104 isolated from an Algerian Saharan soil. *Can. J. Microbiol.*, **52**, 373-382.
6. **Bambeke F.V et Tulkens P. (2008).** – Erythromycine et neomacrolide actuels, usage cliniques et perspectives. *Louvain medical*. **14**, 1-46.
7. **Barakate M., Ouhdouch Y., Oufdou K.H. and Beaulieu C. (2002).** - Characterization of rhizospheric soil *Streptomyces* from moroccan habitats and their antimicrobial activities. *W. J. Microbiol. Biotech*. **18**: 49-54.
8. **Becker B., Lechevalier M.P. and Lechevalier H.A. (1965).** - Chemical composition of cell-wall preparations from strains of various form genera of aerobic actinomycetes. *J. Appl. Microbiol.*, **13**, 236-242.
9. **Belghit S., 2010.** - recherche dans les sols sahariens algeriens d'actinomycètes producteurs de molécules actives contre *candida albicans*. Thèse de Magister en microbiologie appliquée. Ecole normale supérieure de kouba-Alger.
10. **Benzeggouta N., 2005.** - Etude de l'Activité Antibactérienne des Huiles Infusées de Quatre Plantes Médicinales Connues Comme Aliments. Mémoire de Magister en Pharmacochimie. Université Mentouri de Constantine.5 p.
11. **Berche P., Gaillad J. L., Simont M., 1991.** – Bactériologie .Ed N°3. 121p.
12. **Berche P., Gaillad J.L., Simonet M., 1991.** – Bactériologie, Plus Bactéries Des Infections Humaines. Ed Flammarion. 93p.
13. **Berche P., Poyart C., Kayol S., Massif X., 2003.** – bactériologie générale.
14. **Berkci S.M., Abdelouahide DJ.E., 2010.** - Méthodes et Technique en Bactériologie. Ed Office Des Publications Universitaires N°5168. 61 P.
15. **Bouamer A., Beloudiane H., Guerbouz Y., 2012.** - L'étude Et Maintenance d'un autoclave. mémoire de technique supérieur 15p.

- 16. Bouaraba L et Bouguerra k., 2012.** – recherche de milieux de culture favorable à la production d'antibiotique par un streptomyces d'origine saharienne actif contre staphylococcus aureus. Mémoire de master en sciences de le nature et de la vie. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.3p.
- 17. Bouchenga S., Lahreche A., 2006.-** Etude De Qualité Microbiologique Des Eaux De Puits Zone Urbaine Et Agricole (Ghardaïa). mémoire de ingénieur en biologie .Universités de amar telidji (Laghout) 3, 24,29 pp.
- 18. Boudjella H., 1994.** - Influence des milieux de culture, des antibiotiques et du pré-traitement des échantillons à la chaleur sur la sélection des genres et des espèces d'actinomycètes rares de quelques sols sahariens. Magister de Microbiologie, E.N.S. de Kouba. 177p.
- 19. Boudmagh A., 2006.** - Isolement, à partir des sols Sahariens, de bactéries actinomycétales productrices de molécules antifongiques, identification moléculaire de souches actives. Thèse de Doctorat en Microbiologie appliquée. Université Mentouri-Constantine. Algérie. **128p.**
- 20. Bouras N. (2005).** - Régulation de la production d'antibiotiques dithiolopyrrolones chez Saccharothrix algeriensis NRRL B-24137. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. France.
- 21. Bourgeais M.C., 1996.** - Microbiologie Alimentaire. Ed La Voisier Et Doc. 37,62p.
- 22. Branger A., Madeline M., Roustal R Et S., 2007.-** Microbiologie Et Alimentation. Ed Enducagri. 37p.
- 23. Breliere B., Cerrato M., Martineza., Romoli V., 2009-** Microbiologie. Ed N°01. 63,68p.
- 24. Breton A., Theilleux J., Sanglier J. J. and Vobi G. (1989).** - Organismes producteurs: biologie, taxonomie et écologie. In: « Biotechnologie des antibiotiques » (Larpent J.P. et Sanglier J.J., Eds.). Paris, Masson. pp. 33-70.
- 25. Bugnicourt M., 1995 .** – dictionnaire de microbiologie générale .Ed Ellipses.
- 26. Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A., Pinon G., Vargues A., 1987.** - Bactériologie Médical "Technique Usuelles ". Ed N°3 Simep. 105, 132,151p.
- 27. Chebira B., 2009.-** optimisation des paramètres de detection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans le miel par chromatographie liquide haute performance (hplc).thèse de Magister en médecine vétérinaire. universite mentouri de Constantine.20,21 p.
- 28. Claude M. M.et Pharm B.( 2012).-** Infection Nosocomiale A *Staphylococcus Aureus* Résistant A La Méthicilline Chez Un Patient Adulte Hospitalisé :Quel Antibiotique Choisir?. (Québec)Canada.
- 29. Cronberg S., Beytout J., Rey M., 1988.** - Maladies Infectieuse. Ed Masson. 130 P.  
Darald A ., Lamsing M ., Prescott T ., John P ., Harly Klein P ., 2000. -Microbiologie. Ed N°2 Boeck. 225 , 523 , 503 P.

- 30. Djellal M., 2001.** - Les Analyse Bactériologique Des Eaux Oussera. TSS diplôme d'état en biologie. Ecole paramédicale de djelfa 3p.
- 31. Dumas E., 2007.** - *Listeria Monocytogenes*, Caractérisation Fonctionnelle D'un Mutant Ferritine. Etude De La Biodiversité Par Une Approche Protéomique. Thèse Docteur En Sciences Des Aliments. Université blaise pascal des sciences de la vie et de la sante.
- 32. Euzéby J.P., 2013.**- List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature - Genus *Streptomyces* File 1: *Streptomyces* - *Streptomyces exfoliates*, cite web:<http://www.bacterio.cict.fr/s/streptomycesa.html>.
- 33. Federighi M., Guyen N., Carlin F., 2005.** - Bactériologie Alimentaire "Compendium D'hygiène Des Aliments. Ed N°2 .135p.
- 34. Foucgeres J.L., 1997-** Bactériofiches "Technique En Bactériologie Clinique". Ed Ellipses 32rue Bargue, Paris 143 p.
- 36. Getha K., Vikineswary S., Wong W.H., Seki T., Ward A.and Goodfellow M.(2005).** - Evaluation of *Streptomyces* sp. strain g10 for suppression of *Fusarium* wilt and rhizosphere colonization in pot-grown banana plantlets. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **32**, 24-32.p
- 35. Goodfellow M. (1971).** - Numerical taxonomy of some nocardioform bacteria. *J. Gen. Microbiol.*, **69**, 33-90.
- 37. Goodfellow M., Stalon L.J., Simpson K.E. and Minnikin D.E. (1990).** - Numerical and chemical classification of *Actinoplanes* and some related actinomycetes. *J. Gen. Microbiol.*, **136**, 19-36.
- 38. Goodfelowm et Williams S.T .,1983** –Ecology of actinomycetes .Ann .Rev .Microbiol .,37,189-216
- 39. Grosjean J., Clave D., Archamband M., Pasquier C., 2011.** - Bactériologie Et Virologie Pratique. Ed N°2 Boeck. 166 P.
- 40. Guespin M., 2011.** – les bactéries. leur monde et nous. Ed Dunod, paris. 58 p.
- 41. Hart T., Shears P., 1999.** - Atlas De Proche De Microbiologie. Ed Médecine Science Flammarion 4rue , Casimir, Delavigne , Paris. 87 ,162 P.
- 42. Henri L., 2003.** - are there opportunistic bacterial infections from drinking water ?. *Journal Européen d'Hydrologie*, tome 34, fasc. 1, p. 11 à 44.
- 43. Hili N., 2000.** - Influences De La Qualité Bactériologique Du Poivron. Thèses d'ingénieur d'état en génie biologie. Université des sciences et de la technologie Houari Boumadiene. 14,19 P.
- 44. Joffin C et J.N., 1992.** - Microbiologie Alimentaires. Ed Centre Régional De Documentation Pédagogique De Bordeaux. 32 P.
- 45. Judlin Ph., 2002.** - Infections Urinaires Et Grossesse Thiébauges. Ed la lettre du gynécologue n° 271. 33 p.

- 46. Katakli S., 2004.-** Action de facteurs génétiques et environnementaux sur la dynamique mutationnelle au cours de la différenciation chez *Streptomyces ambofaciens* ATCC23877. thèse de Doctorat en Génétique Moléculaire. Université Henri Poincaré. Nancy1.56p
- 47. Kitouni M., 2007. -** Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes actives et Identification moléculaire des souches caractérisation préliminaire des substances élaborée. thèse de Doctorat d'état en microbiologie appliquée. Université Mentouri Constantine
- 48. Lacey J.( 1997). -** Actinomycetes in composts. *Ann. Agr. Env. Med.* **4**, 113-121.p
- 49. Larpent J.P. (2004). –** Introduction à la nouvelle classification bactérienne, les principaux genres bactériens. *Eds TEC & DOC.* Paris.
- 50. Larpent J.P. et Larpent M., 1994. –** Mémento technique de microbiologie. 3<sup>ème</sup> édition. Ellipses. Paris. 125 p.
- 51. Lechevalier H.A. and Lechevalier M.P. (1970b). -** A critical evaluation of genera of aerobic actinomycetes. *In: « The Actinomycetales »* Prauser H. (Eds.). G. Fisher Verlag, Jena, 393-405.p
- 52. Lechevalier H. A., and Lechevalier M. P. (1981). -** Introduction to the order Actinomycetales. *In : The prokaryotes, Vol. 2* (Starr M. P., H. Stolp, H. G. Truper, A. Ballows and H. G. Schlegel. Eds.), *Springer – Verlag, Berlin.* 1915-1922.p
- 53. Lechevalier M.P. and Lechevalier H.A. (1970a). -** Composition of whole-cell hydrolysates as a criterion in the classification of aerobic actinomycetes. *In: « The Actinomycetales »* Prauser H. (Eds.) Fisher Verlag, Jena, pp. 311-316.
- 54. Lechevalier M.P., De bievre C. and Lechevalier H.A. (1977). -** Chemotaxonomy of aerobic actinomycetes: phospholipid composition. *Biochem. Syst. Ecol.*, **5**, 249-260.
- 55. Leray G., Guyen N., 2001. -** Microbiologie Et Toxicologie Des Aliments "Hygiène Et Sécurité Alimentaire". Ed N°3. 65 P.
- 56. Loqman S., 2009. -** la lutte biologique contre la pourriture grise de la vigne: isolement, caractérisation de souches de bactéries actinomycétales antagonistes à partir des sols rhizosphériques de vignes saines sauvages d'origine marocaine. thèse de Doctorat en biologie et physiologie végétale. université de Reims champagne. Ardenne
- 57. Lousif K., 2011.-** recherche de substances antibactériennes à partir d'une collection de souches d'actinomycètes. caractérisation préliminaire de molécules bioactives. Mémoire de Magister en Microbiologie. université mentouri constantine.
- 58. Mariat F. et Sebald M.(1990). -** Les actinomycètes dans bactériologie médicale. Le Minor. *Edition Médecine-Science.* Flammarion. France
- 59. Mesaros N., Nordmann P., Plesiat P., Roussel-Delvallez M., Van Eldere J., Glupczynski Y., Van Laethem Y, Jacobs J., Lebecque P., Malfroot A., Tulkens P.M. et Van Bambeke F. (2007). -** *Pseudomonas Aeruginosa* : Résistance Et Options Thérapeutiques A L'aube Du Deuxième Millénaire. 126, 8 : 305-316. 313p.

- 60. Mintz E., Sodha S., Chaignat C., 2008.** - Shigellose. Ed N° 19 (Global Link For Online Biomedical Expertise) Manuel - Contrôle Des Maladies Transmissibles. 4 P.
- 61. Omura S. (1992).** - The search for bioactive compounds from microorganisms. *Ed. Springer Verlag, New York. Inc.* 281-303.p
- 62. Ouedraogo H.A., 1993.** - Contribution A l'étude De l'adhésion d'entérobactéries Des Genres Klebsiella, Proteus Et Serratia Aux Cellules Epithéliales Humaines. Thèse De Docteur En Sciences Pharmaceutiques .Université Libre De Bruxelles.
- 63. Pelmont J., 1993-** Bactéries et Environnement "Adaptation Physiologique". Ed Presses Universitaire de Grenoble P 98.
- 64. Perry J.J., Staley J.T., Lory S., 2004.** - Microbiologie. Ed Dunod, Paris. 647 P.
- 65. Pilet C.H., Bourbon J.L., Tama B., Chal N., Balbastre C., 1979.** - Bactériologie Médicale Et Vétérinaire. Ed N°2doin. 50,165 P.
- 66. Pilet C.H., Bourdon J.L., Marchal N., Tama B., Balbastre C., 1979.** -Bactériologie Médical Et Vétérinaire "Systématique Bactérienne". Ed Doin , Paris . 121,161p.
- 67. Pirotha L., J. Leroybj., Rogeauc O., Stahldjp., Mocke M., Garin-Bastujif B., Madanif N., Brezillone C., Maillesg A., Mayh Th., 2010.** - Recommandations Thérapeutiques Pour La Prise En Charge Des Patients Exposes A Bacillus Anthracis Dans Des Circonstances Naturelles. P14.
- 68. Pridham T. G. & Tresner H. G. (1974).** Genus I. *Streptomyces* Waksman and Henrici 1943, 339. In *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th edn, pp. 748±829. Edited by R. E. Buchanan & N. E. Gibbons. Baltimore: Williams & Wilkins
- 69. Rapilly F. (1968).** – Techniques de mycologie en pathologie végétale. *Ann. Epiphy.*, **19**, numéro hors série
- 70. Rouveix B., 1990.** - Médicaments En Pathologie Infectieuse. Ed Masson, Paris. 21 P.
- 71. Sabaou N. , Boudjella H. , Bendji A., Mostefaoui A., Zitouni A., Lamari L et al., 1998.** Les sols des oasis du Sahara algérien, source d'actinomycètes rares producteurs d'antibiotiques d'antibiotiques. *Secheresse.* **9**, 147-153.
- 72. Sabaou N., Boudjella H., Bennadji A., Mostefaoui A., Zitouni A, Lamari L., Bennadji H., Lefebvre G. et Germain P. (1998).** - Les sols des oasis du Sahara algérien, source d'actinomycètes rares producteurs d'antibiotiques. *Sécheresse.*, **9**, 147-153.
- 73. Sabaou N., Hacène H., Bennadji A., Bennadji H. et Bounaga N. (1992).** - Distribution quantitative et qualitative des actinomycètes dans les horizons de sol de surface et profonds d'une palmeraie algérienne. *Can. J. Microbiol.*, **38**, 1066-1073.
- 74. Silini S., 2012.** - contribution à l'étude de la biodégradation de la méthyléthylcétone en réacteur batch par les actinomycètes isolés à partir des boues activées de la station d'épuration d'el-atmania. Mémoire de Magister en ecologie. université mentouri constantine.

- 75. Singleton P., 1994.** - Bactériologie. Ed N°2 Masson, Paris. 153,154 P.
- 76. Singleton P., 2004.** - Bactériologie. Ed N°6 Dunod, Paris. 353 P.
- 77. Smaoui S., 2010.** - Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés. thèse de Doctorat en Genie des Procédés et de l'Environnement. université de Toulouse. France.
- 78. Srinivasan M.C., Laxman R.S and Deshpande M.V.(1991).** - physiology and nutritional aspects of actinomycetes: an overview. *world journal of microbiology and biotechnology*. **7**, 171-184.p
- 79. Strub S., 2008.-** Modélisation et Optimisation de la production de thiolutine chez *Saccharothrix algeriensis*. thèse de Doctorat en Genie des Procédés et de l'Environnement. université de Toulouse. France.
- 80. Tebibel N., Guzlane N., Kahlouche B., Athmani S.,2008.** - Microbiologie "Travaux Pratique". Ed Office Des Publications Universitaires N° 4973. 115 P.
- 81. Thomson C.J., Power E., Ruebsamen-Waigmann H. and Labischinski H. (2004).** - Antibacterial research and development in the 21st Century-an industry perspective of the challenges. *Curr. Opin. Microbiol.* **7** (5): 445-50
- 82. Tortora C.J., Funke B.R., Case C.L., 2003.** - Introduction A La Microbiologie. Ed Du Renouveau Pédagogique Inc. 480 P.
- 83. Viale S., Avances C., Bennaoum K. Et Costa P. (2002).-** Infections Urinaires A Salmonella Non Typhique. Service D'urologie-Andrologie, Hôpital Gaston Doumergue, Nîmes, France., 12,1297-1298.
- 84. Williams S. T., Goodfellow. M. & Alderson, G. (1989).** -Genus *Streptomyces* Waksman and Henrici 1943, 339AL. In *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, vol. 4, pp. 2453±2492. Edited by S. T. Williams,M. E. Sharpe&J. G. Holt. Baltimore: Williams & Willkins.
- 85. Yala D., Merad A., Mohamedi D., Ouar Korich M.N., 2001.** - Classification Et Mode D'action Des Antibiotiques, *Revue De Médecine De Maghreb* N°91. 5 P.
- 86. Yamaguchi T. (1965).** - Comparaison of the cell-wall composition of morphologically distinct actinomycetes. *J. Bacteriol.*, **89**, 444-453.
- 87. Zitouni A., Boudjella H., Lamari L., Badji B., Mathieu F., Lebrihi A. and Sabaou N. (2005).** - *Nocardiosis* and *Saccharothrix* genera in Saharan soils in Algeria: isolation, biological activities and partial characterization of antibiotics. *Res. Microbiol.*, **156** (10), 984-993

# **ANNEXES**

**Composition de milieu de culture utilisé pour la mise en évidence de  
l'activité antibactérienne**

**Milieu ISP2**

Extrait de levure	4g
Extrait de Malt	10g
D-Glucose	4g
Agar	20g
Eau distillée	1000 ml



**Figure 1.** Photographie des actinomycètes ([www.actinomycetes .cz](http://www.actinomycetes.cz)).



**Figure 2.** Photographies d'*Escherichia coli* ([www.wikilinks.fr](http://www.wikilinks.fr)).



**Figure 3.** Photographies de *Shigella* ([www.primwater.com](http://www.primwater.com)).

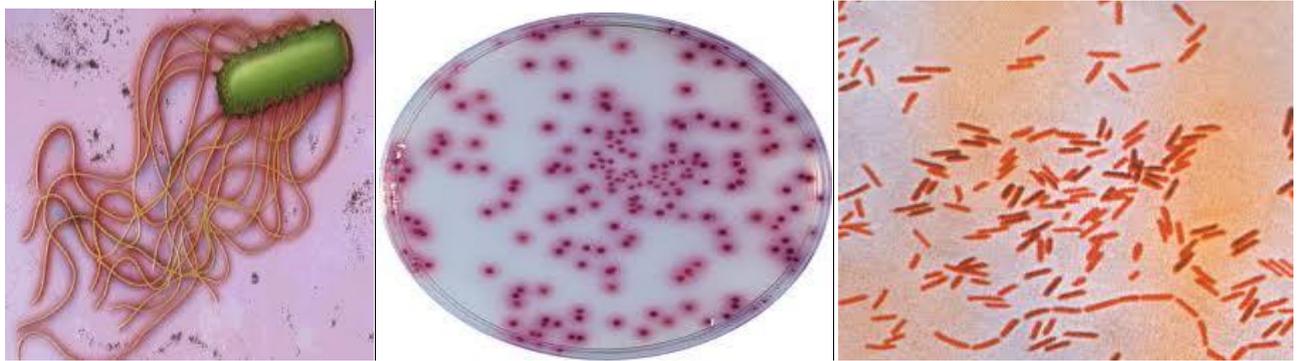


Figure 4. Photographies de *Salmonella* ([www.primwater.com](http://www.primwater.com)).



Figure 5. Photographies de *Pseudomonas aeruginosa* ([www.junglekey.fr](http://www.junglekey.fr)).



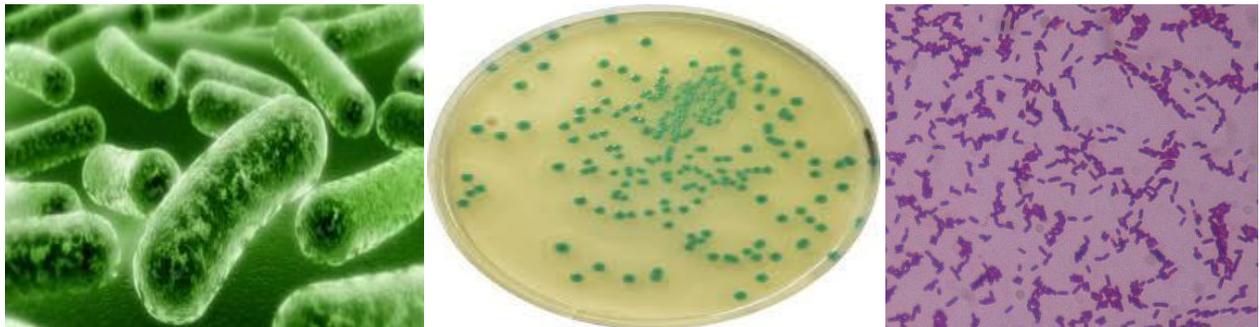
Figure 6. Photographies de *Staphylococcus aureus* ([www.vulgarismedical.com](http://www.vulgarismedical.com)).



Figure 7. Photographies de *Bacillus subtilis* ([www.solabia.fr](http://www.solabia.fr)).



**Figure 8.** Photographies de *Klebsiella pneumoniae* ([www.bioquell.fr](http://www.bioquell.fr)).



**Figure 9.** Photographies *Listeria monocytogenes* ([www.msevans.com](http://www.msevans.com)).

## RESUME

Le travail que nous avons entrepris a pour objectif, la mise en évidence des activités antibactériennes des 4 souches d'actinomycètes (G44, G46, G68 et LG10) isolées à partir des échantillons de sols sahariens algériens. En utilisant deux techniques de mise en évidence (stries croisées et disques d'agar) sur un milieu de culture complexe ISP2, nous avons testé l'activité de ces souches contre quelques bactéries pathogènes. Les résultats obtenus ont montré globalement une activité importante des quatre souches, notamment la souche G46 qui a révélé un large spectre d'activité contre tous les germes pathogènes utilisés, avec une intensité importante (de l'ordre de 18 à 20mm par la technique de disques d'agar) contre *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes*. Une activité considérable a été notée avec la souche G44 notamment contre *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* et *Listeria monocytogenes*. Les deux autres souches G68 et LG10 ont présenté une intensité d'inhibition moindre pour les deux techniques.

**Mots clés:** actinomycète, antibiotique, activité antimicrobienne.

## المخلص :

يهدف العمل الذي قمنا به إلى إظهار النشاط المضاد للبكتيريا لأربع سلالات من البكتيريا الهيفية أكتينوميستات معزولة من عينات لتربة صحراوية جزائرية. باستعمال تقنيتي الخطوط المتقاطعة و أقراص الأغار في وسط زراعي مركب ISP2 حيث اختبرنا نشاط وفعالية هذه السلالات ضد بعض سلالات البكتيريا الممرضة. النتائج أظهرت إجمالا نشاطا هاما للسلالات الأربع، خاصة السلالة G46 التي أظهرت طيف نشاط عريض ضد كل سلالات البكتيريا الممرضة المستعملة بشدة تثبيط مهمة (من رتبة 18، 20 مم بطريقة أقراص الأغار) ضد *Escherichia coli* و *Listeria monocytogenes*. كما نسجل نشاطا معتبرا بالنسبة للسلالة G44 خاصة ضد *Bacillus subtilis* ، *Escherichia coli* و *Listeria monocytogenes*. السلالتان الأخريان G68 و LG10 أظهرتا شدة تثبيط أقل باستعمال التقنيتين.

**الكلمات الدالة:** بكتيريا هيفية، مضاد حيوي، نشاط ضد بكتيري.