



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Microbiologie: قسم

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Écologie microbienne

Intitulé :

Étude de l'activité antibactérienne et antifongique d'une collection d'actinomycètes

Présenté et soutenu par :

Le : 30 /06/2016

M^{lle} ZERGANE Nousseiba

M^{lle} BOUHIDEL Rayane

Jury d'évaluation :

Président du jury : BENKAHOUL Malika (Maitre de Conférence B- UFM Constantine)

Rapporteuse : MERIANE Ilhem (Maître-assistante A - UFM Constantine).

Examinatrice : ZERMANE Feriel (Maître-assistante A - UFM Constantine).

Année universitaire
2015 - 2016

Remerciement

Tout d'abord, on rend grâce à Allah, le tout puissant, qui nous a donné la force, le courage, la santé et la patience pour accomplir ce travail.

En second lieu, on remercie chaleureusement notre encadreur *M^{lle}* MERIANE ILHAM, de nous avoir données la possibilité de réaliser ce travail sous sa suivie et pour le temps qu'elle nous a consacré, sa patience, ses précieux conseils, son soutien tout le long de la réalisation de notre mémoire ainsi que pour sa gentillesse, sa bienveillance et ses qualités profondément humaines qui ont été remarquables.

Nos remerciements ne sont jamais assez pour vous Mademoiselle.

Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury de ce mémoire qui ont accepté de juger ce travail :

Un merci particulier à notre présidente de jury Mme BENKAHOULEMALIKA, de nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de notre mémoire.

Un merci particulier à l'examinatrice de ce mémoire Mme ZEMANE, pour avoir accepté d'examiner et évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier aussi les ingénieures des laboratoires de Zoologie et de Microbiologie de l'Université des Frères Mentouri (Constantine), qui ont contribué au bon déroulement des travaux pratiques de ce mémoire

Un grand merci au trinôme avec qui on a travaillé au sein du laboratoire Mme CHRIET MERIAM, *M^{lle}* BENMAMAR YASMINE et *M^{lle}* AMARI SIHEM ; cette expérience en votre compagnie demeurera inoubliable.

Un grand remerciement pour tous nos enseignants pour leurs contributions dans notre cursus universitaire au département de Microbiologie, faculté des sciences de la nature et de la vie Frères Mentouri Constantine.

Un merci particulier pour *M^{me}* AIT ABDELWAHAB qui nous a aidées, pour sa grande gentillesse et sa bienveillance.

Sans oublier les Responsables des laboratoires de Mycologie et de microbiologie au sein de l'hôpital universitaire militaire de la nouvelle ville Ali mendjeli, à savoir *M^r* REHMANIA et *M^r* KHMISSi ; de nous avoir fournir quelques souches cliniques.

Enfin, Un grand merci est adressé aussi à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

« La réussite ne se trouve pas dans la meilleure des places, la plus haute ou la plus payante mais dans le maximum qu'on peut tirer de soi-même ».

RENAUD TREMBLAY

Je dédie ce travail :

Â mes chers parents

Mon cher Papa KAMEL,

Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le votre, Inchallah tu trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour toutes ces années de sacrifice pour moi.

Ma chère Maman ABELA,

Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte. Ton amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été pour moi le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit à tes yeux le fruit de tes efforts et n témoignage de ma profonde affection.

Â ma chère tante SAÏDA,

Ma deuxième mère, ce travail est à vous, je me suis toujours considérée comme chanceuse de vous avoir dans ma vie, vous étiez

toujours à mes cotés par votre amour, votre soutien et votre encouragement durant tout mon parcours d'études. Je ne retrouve pas les mots pour vous remercier.

Â mes chers frères,

ZINEDDINE, ABDERAOUF et ABDELMOUMEN.

Â mes chères sœurs

SALMA et SOFIA

Â mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines.

Â mes chères amies

Sara - Sada - Esma - Ikram - Karima - Riheb - Ferial - Rayane et Besma qu'ALLAH vous garde pour moi.

Et Â tous ceux qui s'intéressent à ma réussite.

NOUSSEIBA

Dédicaces

En termes d'amour et de fidélité, je dédie ce mémoire,

À mes très chers parents Chahrazed et Ali :

Pour leur amour inestimable, leur soutien, leur patience, et leur encouragement qu'Allah vous protèges.

À mes très chers et meilleur frères : **Adam, Khaled, Abde assemed**

À mon adorable sœur : **Doria** faite mieux que moi dans tes études.

À toute les membres de ma famille pour son soutien, chaque instants.

À tous mes collègues et mes amies en témoignage de l'amitié qui nous

unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passées ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de

santé et de bonheur.

Rayane

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 01

Chapitre 01 : Généralités sur les actinomycètes

1. Définition	03
2. Écologie	03
3. Croissance et physiologie	03
4. taxonomie, classification et identification	04
5. Cycle de développement des actinomycètes	04
6. Importance	06
6.1. Domaine médical et pharmaceutique	06
6.2. Domaine agronomique.....	07

Chapitre 02 : Microorganismes pathogènes

I. Bactéries.....	08
1. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	08
1.1 Habitat.....	08
1.2. Caractères bactériologiques.....	08
1.2.1. Caractères morphologiques	08
1.2.2. Caractères cultureux	08
1.2.3. Caractères biochimiques	08
1.3. Pouvoir pathogène	09
1.4. Résistance aux antibiotiques	09
1.4.1. Résistance naturelle	09
1.4.2. Résistance acquise.....	09
2 . <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10
2.1. Habitat.....	10
2.2. Caractères bactériologiques	10

2.2.1. Caractères morphologiques	10
2.2.2. Caractères cultureux	10
2.2.3. Caractères biochimiques	10
2.3. Pouvoir pathogène	10
2.4. Résistance aux antibiotiques	10
3. <i>Escherichia coli</i>	11
3.1. Habitat.....	11
3.2. Caractères bactériologiques	11
3.2.1. Caractères morphologiques	11
3.2.2. Caractères cultureux	11
3.2.3. Caractères biochimiques	11
3.3. Pouvoir pathogène	11
3.4. Résistance aux antibiotiques.....	12
3.4.1. Résistance naturelle.....	12
3.4.2. Résistance acquise.....	12
4. <i>Morganella morganii</i>	12
4.1. Habitat.....	12
4.2. Caractères bactériologiques	12
4.2.1. Caractères morphologiques	12
4.2.2. Caractères biochimiques	12
4.2.3. Caractères cultureux	12
4.3. Pouvoir pathogène	13
4.4. Résistance aux antibiotiques	13
4.4.1. Résistance naturelle.....	13
4.4.2. Résistance acquise	13
5. <i>Citrobacter freundii</i>	13
5.1. Habitat.....	13
5.2. Caractères bactériologiques	14
5.2.1. Caractères morphologiques.....	14
5.2.2. Caractères cultureux.....	14
5.2.3. Caractères biochimiques	14
5.3. Pouvoir pathogène	14
5.4. Résistance aux antibiotiques	14

6. <i>Salmonella sp</i>	15
6.1 Habitat.....	15
6.2 Caractères bactériologiques	15
6.2.1. Caractères morphologiques.....	15
6.2.2. Caractères cultureux.....	15
6.2.3. Caractères biochimiques	15
6.3. Pouvoir pathogène.....	16
6.4. Résistance aux antibiotiques	16
7. <i>Enterobacter cloacae</i>	16
7.1 Habitat.....	16
7.2 Caractères bactériologiques.....	17
7.2.1. Caractères morphologiques	17
7.2.2. Caractères cultureux	17
7.2.3. Caractères biochimiques	17
7.3. Pouvoir pathogène.....	17
7.4. Résistance aux antibiotiques	17
8. <i>Entérocooccus</i>	18
8.1.Habitat.....	18
8.2 Caractères bactériologiques	18
8.2.1. Caractères morphologiques.....	18
8.2.2. Caractères cultureux	18
8.2.3. Caractères biochimiques	18
8.3. Pouvoir pathogène	18
8.4. Résistance aux antibiotiques.....	19
8.4.1. Résistance naturelle.....	19
8.4.2. Résistance acquise	19
9. <i>Bacillus</i>	19
9.1. Habitat.....	19
9.2 Caractères bactériologiques	19

9.2.1. Caractères morphologiques	19
9.2.2. Caractères cultureux	19
9.2.3. Caractères biochimiques	20
9.3. Pouvoir pathogène	20
9.4. Résistance aux antibiotiques	20
10. <i>Staphylococcus sp</i>	21
10.1 Habitat.....	21
10.2 Caractères bactériologiques	21
10.2.1. Caractères morphologiques	21
10.2.2. Caractères cultureux	21
10.2.3. Caractères biochimiques.....	21
10.3. Pouvoir pathogène	22
10.4. Résistance aux antibiotiques.....	22
10.4.1. Résistance naturelle.....	22
10.4.2. Résistance acquise	22
11. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	23
11.1. Habitat	23
11.2 Caractères bactériologiques	23
11.2.1. Caractères morphologiques.....	23
11.2.2. Caractères cultureux	23
11.2.3. Caractères biochimiques.....	23
11.3. Pouvoir pathogène	23
11.4. Résistance aux antibiotiques	24
12. <i>Candida</i>	24
12.1. Habitat.....	24
12.1 Caractères bactériologiques	24
12.2.1. Caractères morphologiques	24
12.2.2. Caractères cultureux	24
12.2.3. Caractères biochimiques	25
12.3. Pouvoir pathogène	25
12.4. Résistance aux antibiotiques	26

Matériel et méthodes

I. Matériel biologique	27
II. Méthodes	27
1. Identification des souches.....	27
1.1/ Les caractéristiques macromorphologiques.....	27
1.2/ Les caractéristiques micromorphologiques.....	28
1.2.1/ Examen microscopique à l'état frais	28
• Technique directe	28
• Technique de culture sur lamelle.....	28
1.2.2/ Examen microscopique après coloration de Gram	28
2. Mise en évidence de l'activité antimicrobienne	29
2.1/ Spectre antimicrobien.....	29
• Bactéries à Gram négatif.....	29
• Bactéries à Gram positif.....	29
• Levures.....	30
2.2/ Préparation de l'inoculum des microorganismes cibles	30
3. Mise en évidence de l'activité antimicrobienne	30

Résultats et discussion

I. Identification des souches	32
1/Les caractéristiques macromorphologiques.....	31
1.1/ Caractéristiques générales des colonies.....	32
1.2/ Production de pigments diffusibles.....	39
1.3/ Production des pigments mélanoides.....	39
2/ les Caractéristiques micromorphologiques.....	39

II. Étude de l'activité antimicrobienne	45
1/ La répartition des résultats selon la positivité des activités.....	45
2/ La répartition de la positivité des activités selon le type de microorganismes	46
2-1/ L'activité antibactérienne.....	47
2.1.1/ Répartition de l'activité antibactérienne selon le Gram de la bactérie-test...	48
2-1-1-1/ Sensibilité des bactéries-tests à Gram positif.....	49
2-1-1-2/ La sensibilité des bactéries-tests à Gram négatif.....	50
2-1-2/ Répartition de l'activité antibactérienne selon la souche actinomycétales active.....	52
2-1-2-1/ Répartition des souches actinomycétales actives contre les bactéries-tests.....	52
2-1-2-2/ Répartition des actinomycètes active selon les plus grandes valeurs d'inhibition enregistrées pour chaque bactérie-tes.....	53
2-1-2-3/ Répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétales selon le Gram de la bactérie-test.....	55
2-2/ L'activité antifongique	58
Conclusion et perspectives	60
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumés	

Liste des abréviations

Ph : Potentiel hydrogène.

GC% : Coefficient de chargaff

ARNr : ARN ribosomal

ADN : Acide désoxyribonucléique.

Fig : Figure.

Tab : Tableau.

mm : Millimètre.

µm : Micromètre.

h : Heur.

ODC: Ornithine décarboxylase.

ADH: Argénine déhydrolase.

LDC: Lysine décarboxylase.

ONPG: Ortho-nitrophyline-β galactosidase.

VP: Voges Proskauer

SHV : SulfHydryl Variable

N°: Numéro.

(+) : Positive.

(-) : Negative.

C° : Segré de Celsius.

H₂S: Sulfure d'hydrogène.

AMX: Amoxicilline.

S-S: *Salmonella-Shigella*.

CO₂ : Dioxide de carbon.

C3G : Céphalosporines de 3ème génération.

L : Litre.

V : Variable.

DO : Densité optique.

% : Pourcent.

=> : Changement d'une couleur a une autre.

/ : Absence de mycélium aérien ou pigment diffusible.

Pv : Partie vaginal

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux caractères biochimique de *klebsiellapneumoniae*.

Tableau 2: Principaux caractères biochimique de **Staphylocoques**.

Tableau 3 : Caractères biochimiques de *Salmonella*.

Tableau 4 : Caractères biochimiques qui différencient les espèces de *Bacillus*.

Tableau 5: Principaux caractères biochimique de staphylocoques.

Tableau 6 : Principaux caractères microscopiques des *Candida spp*.

Tableau 7 : Principaux caractères cultureux des *Candida spp*.

Tableau 8 : Caractéristiques biochimiques des *candidaspp*.

Tableau 9 : Code des actinomycètes.

Tableau 10 : Caractéristiques macromorphologiques des **dix (10)** actinomycétales.

Tableau 11 : Répartition des résultats selon la positivité des activités.

Tableau 12 : Répartition de la positivité des activités selon le type de microorganismes.

Tableau 13 : Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis les souches actinomycétales.

Tableau 14 : Sensibilité des bactéries-tests à Gram positif.

Tableau 15 : Sensibilité des bactéries-tests à Gram négatif.

Tableau 16 : Répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétales selon le Gram de la bactérie-test.

Tableau 17: Répartition des souches actinomycétales selon l'importance de l'activité.

Tableau 18 : Répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétalesselon le Gram de la bactérie-test.

Tableau 19 : Résultat à l'activité antifongique des souches actinomycétales vis-à-vis des levure-tests.

Liste des figures

Figure 1 : Coupe transversale d'une colonie d'actinomycètes avec des hyphes vivants (bleu et vert) et morts (blancs) montrant le mycélium végétatif et le mycélium aérien avec des chaînes de conidiospores.

Figure 2 : Aspect macroscopique des dix (10) souches actinomycétales.

Figure 3 : Examen microscopique de la souche **S₁**.

Figure 4 : Examen microscopique de la souche **S₂** à l'état frais.

Figure 5 : Examen microscopique de la souche **S₃**.

Figure 6 : Aspect microscopique de la souche **S₄**.

Figure 6-a : Examen microscopique de la souche **S₄** à l'état frais.

Figure 6-b : Examen microscopique de la souche **S₄** après coloration de Gram.

Figure 7 : Examen microscopique de la souche **S₅** après coloration de Gram.

Figure 8 : Aspect microscopique de la souche **S₆**.

Figure 8-a : Examen microscopique de la souche **S₆** à l'état frais.

Figure 8-b : Examen microscopique de la souche **S₆** après coloration de Gram.

Figure 9 : Examen microscopique de la souche **S₆** à l'état frais.

Figure 10 : Examen microscopique de la souche **S₈** après coloration de Gram.

Figure 11 : Examen microscopique de la souche **S₉** à l'état frais.

Figure 12 : Aspect microscopique de la souche **S₁₀**.

Figure 13 : Illustration schématique d'une activité antimicrobienne d'une souche actinomycétale.

Figure 14 : Répartition des résultats selon la positivité des activités.

Figure 15 : Répartition de la positivité des activités selon le type de microorganisme.

Figure 16 : Répartition de l'activité antibactérienne selon le Gram des bactéries-tests.

Figure 17 : Répartition des souches actinomycétales active contre les bactéries-tests.

Figure 18 : Répartition des actinomycètes actives selon les plus grandes valeurs d'inhibition enregistrée pour chaque bactérie-test.

Figure 19 : Répartition des souches actinomycétales actives selon le Gram de la bactérie-test.

Introduction

Les métabolites secondaires produits par les microorganismes sont doués d'un potentiel d'activité biologique très diversifié. Parmi lesquels des substances à visé thérapeutique ; tels les antibiotiques et les antifongiques ; employés dans divers domaines : la médecine humaine et vétérinaire, l'agriculture et l'industrie pharmaceutique (**Grafe, 2000**).

Depuis la découverte de l'actinomycine (1940) et de la streptomycine (1943), un nombre important d'antibiotiques et d'antifongiques a été obtenu à partir des actinomycètes (**Kunnari et al., 1997 ; Hoshino et al., 2004 ; Noemi et al., 2005 ; Atta , 2010**), des bactéries à Gram positif, de haut coefficient de Chargaff (GC%), à aspect généralement filamenteux, et très répandues dans l'environnement (**Goodfellow et Williams, 1983**).

Le genre *Streptomyces* est le plus exploité pour ses nombreuses propriétés antagonistes et continue d'attirer l'intérêt de plusieurs laboratoires dans le monde (**Hwang et al., 2001 ; Getha et al., 2005 ; Pandey et al., 2005 ; Vasavada et al., 2006 ; Prapagdee et al., 2008**). En effet, ce genre est à l'origine d'environ **70%** des molécules antibiotiques utilisées en médecine et **60%** des antifongiques utilisés en agriculture (**Jyotish et al., 2008**).

De nos jours, la recherche de nouvelles molécules actives à partir des actinomycètes est une orientation qui privilégie beaucoup de chercheurs (**Parungao et al., 2007 ; Rizk et al., 2007 ; Sibanda et al., 2010 ; Arifuzzaman et al., 2010 ; Cwala et al., 2011 ; Emelda et al., 2012**).

Ceci s'explique, d'un part, par la prolifération des souches pathogènes résistantes aux antibiotiques et aux antifongiques, particulièrement dans les environnements hospitaliers, un phénomène qui a connu une augmentation fulgurante durant cette dernière décennie (**Ceylan et al., 2008 ; Awad et al., 2009 ; Kumar et al., 2010**).

En effet, Plusieurs travaux menés en Algérie ont signalé l'apparition de nouvelles souches bactériennes multirésistantes aux antibiotiques cliniquement utilisées dont certains sont des céphalosporines de troisième et quatrième générations. (**Touati et al., 2006 ; Messai et al., 2008**).

Et d'autre part, l'apparition et l'émergence de nouvelles pathologies et maladies infectieuses telles que le SIDA, le virus Ebola, la maladie du légionnaire... etc. (**Demain et Lancini, 2006**).

Dans la même optique, nous avons cherché à étudier la capacité de quelques souches d'actinomycètes à produire des métabolites antimicrobiens (antibiotiques et antifongiques).

La première partie ce travail (bibliographie) traite la taxonomie des actinomycètes, leur écologie ainsi que de leur importance. Un aperçu sur quelques microorganismes pathogènes est également donné.

La seconde partie dite expérimentale s'occupe de l'étude ou l'identification morphologique de quelques souches d'actinomycètes ainsi que la mise en évidence de leurs activités antimicrobiennes.

Ces résultats obtenus sont comparés et discutés dans la troisième partie.

Enfin, la dernière partie concernera la conclusion finale et soulignera les perspectives de ce travail.

Chapitre n°1

Chapitre n°1

Généralité sur les actinomycètes

1/ Définition

Les actinomycètes sont des microorganismes très ubiquitaires, que l'on rencontre sur tout les substrats naturels .

Il s'agit de bactéries à Gram positif, filamenteuses dont la croissance donne lieu à des colonies constituées d'hyphes, qui irradient par croissance centrifuge tout autour du microorganisme qui leur a donné naissance (**Rastogi et Kishore, 1997**).

Cela explique leurs dénominations en grec « champignons à rayons » ou champignons rayonnants », expression utilisée pour les désigner en anglais (Ray fungi) (**Das et al., 2008**).

2/ Écologie

Les actinomycètes constituent une part importante de la microflore tellurique: **10 à 20%** ou parfois plus (**Dommergues et Mangenot, 1970 ; Ishizawa et Araragi, 1976**). La plupart des actinomycètes sont saprophytes mais quelques uns peuvent être pathogènes (genre *Nocardia* ou *Corynebacterium diphtheria*) ou symbiotes des plantes et des animaux (genre *FRANKIA*) (**Suzuki et al., 1994**).

3/ Croissance et physiologie

En général, les actinomycètes sont des hétérotrophes, mais plusieurs espèces sont capables aussi de croissance chimio-autotrophe (**Ensign et al., 1993**). Physiologiquement, il est possible de distinguer les formes aérobies qui sont de très loin les plus nombreuses, et des formes anaérobies trouvées primitivement chez les animaux et l'homme.

Les actinomycètes préfèrent un pH neutre ou peu alcalin, ils sont généralement mésophiles, d'autres sont thermophiles tolérants des températures avoisinant les 50°C et peuvent aller jusqu'à 60°C (**Omura, 1992**).

Ils peuvent utiliser une grande variété de substances comme sources de carbone et d'azote telles la chitine, la kératine, la cellulose, le xylane, le plastique, la gélatine, la caséine et l'urée (**Mariat et Sebald, 1990 ; Korkmaz et al., 2003 ; Kang et Kondo, 2004 ; Oulmi, 2004 ; Pelmont, 2005 ; Kitouni, 2007 ; Jaradat et al., 2008 ; Hernandez et al., 2008 ; Khan et al., 2008 ; Mane et al., 2009 ; Aboul-Enein et al., 2010**).

Ces bactéries sont caractérisées par une croissance plus lente que celles des autres bactéries. Elle est variable : allant de quelques jours à quelques semaines selon espèces et les conditions de cultures (**De Jager *et al.*, 2009 ; Saurav et kannabiran , 2010**) .

Sur milieu solide les actinomycètes sont caractérisées par une couleur spécifique aussi bien pour le mycélium aérien que celui du substrat, qui forcément n'est pas la même (**Keulen *et al.*, 2003**).

4- Taxonomie, classification et identification

La taxonomie et l'identification des actinomycètes sont basées sur plusieurs critères : morphologiques, chimiques , physiologiques et moléculaires .

L'identification des genres est facilitée par les études morphologiques (mycélium fragmenté ou non, présence ou non de mycélium aérien, couleur des mycélia, production des spores,... etc) tandis que les critères physiologiques (tolérance au chlorure de sodium, croissance en différentes valeurs de température et de pH, recherche des enzymes et différents métabolites intermédiaires et terminaux) et moléculaires (détermination du (G+C)%, séquençage des gènes de l'ARNr 16S, hybridation ADN-ADN (ex. hybridation ADN-ADN) séparent les espèces (**Smaoui, 2010**).

Les actinomycètes forment un grand groupe de microorganismes procaryotes et sont rattachés à l'ordre des Actinomycétales crée par Buchanan en 1916 (**in Goodfellow , 2012**).

Plusieurs réévaluations systématiques récentes de l'ordre reflètent l'intégration de données moléculaires notamment la séquence du gène ARNr 16s.

Actuellement, le phylum Actinobacteria tel qu'il figure dans le Bergey's manual (2012) renferme cinq classes : Acidimicrobiia, Coriobacteriia , Nitrospirae , Rubrobacteria et Thermoleophilia qui sont subdivisées en 19 ordres, 50 familles et 221 genres (**Goodfellow , 2012**).

5- Cycle de développement des actinomycètes

Les actinomycètes ont un cycle de développement complexe (**fig n°1**) ,.

Il débute par la germination d'une spore, qui donne naissance à un mycélium **primaire** formé d'hyphes qui se ramifie. Le développement du mycélium de substrat vers la

partie superficielle donne le mycélium "**secondaire**" ou aérien, les extrémités des hyphes aériens se différencient pour former des spores, qui sont des agents de dissémination (**Kim et al.,2004**).

Les hyphes aériens des actinomycètes subissent une série de changements développement qui donneront naissance aux spores (**Miguélez et al., 2000**). Ces spores sont soit isolées, soit groupées en chaînes ou même enfermées dans un sporange. Elles sont de diverses formes, d'aspect lisse et ridée.

Certains actinomycètes forment des structures particulières (sclérotés, sporanges, synemata,...) qui ne correspondent ni au mycélium ni aux spores et dont la fonction n'est pas toujours définie.

Les sclérotés, trouvés chez *Chainia* sont constitués par une masse d'hyphes cloisonnées dans lesquelles les vacuoles sont chargées de glycérides et d'acides gras ramifiés.

Les sporanges sont des sacs contenant des spores. Ils peuvent être rencontrés sur le mycélium aérien bien développé ou sur la surface de colonies dépourvues ou ayant un mycélium aérien peu développé.

Les synnemata, appelés également corémies, sont des assemblages compacts d'hyphes dressées, parfois fusionnées et portant des conidies apicales ou latérales. Cette structure est caractéristique du genre *Actinosynnema* (**Theilleux et al., 1993**).

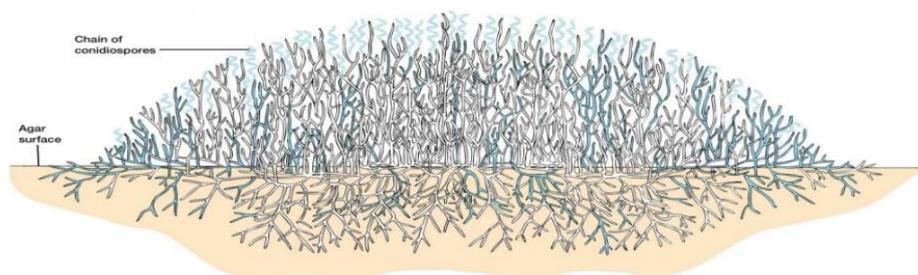


Fig n° 1 : Coupe transversale d'une colonie d'actinomycètes avec des hyphes vivants montrant le mycélium végétatif et le mycélium aérien avec des chaînes de conidiospores (Prescott et al., 2010).

6/ Importance

Les actinomycètes ont fourni un nombre considérable de composés bioactifs de haute valeur commerciale, et sont recherchés de façon routinière dans le but de découvrir de nouvelles substances bioactives (**Vijayakumar et al., 2007**).

6-1/ Domaine médical et pharmaceutique

Les métabolites secondaires produits par les actinomycètes présentent un grand nombre d'effets biologiques diverses, notamment des activités antimicrobiennes. Ils sont doués aussi d'une activité et aussi antifongique, antivirale, anticancéreuse (**Demain, 2009**).

En plus de la production d'antibiotiques, les actinomycètes produisent un grand nombre d'autres métabolites secondaires dotés d'une large gamme d'activités biologique, tel que des enzymes utilisées (les transglutaminases , les xylanases et les cellulases), des inhibiteurs d'enzymes , des immunosuppresseurs, des toxines et des pesticides (**Rawashdeh et al., 2005 ; Li et al., 2005 ; Dairi, 2005 ; Pizzul, 2006**).

6-2 Domaine agronomique

Les actinomycètes ont :

- Une capacité de produire une large variété d'hydrolases extracellulaires, qui leur confèrent un rôle dans la décomposition de la matière organique dans le sol (**Goodfellow et Williams, 1983**).
- Un pouvoir antagoniste prononcé leur confère un rôle dans la distribution écologique des microorganismes et dans la lutte biologique contre certains agents phytopathogènes du sol (**Goodfellow et Williams, 1983**).
- Un rôle important dans les processus de recyclage et de biodégradation de la matière organique et des éléments minéraux et contribuent ainsi à la fertilisation des sols (**Goodfellow et al., 1984**).
- Un grand pouvoir de transformation des substances organiques complexes difficilement ou non dégradables par les autres microorganismes, tels que les polymères complexes, les polysaccharides, les lignocelluloses, la chitine ... etc. (**Lechevalier, 1981 ; Goodfellow et Williams, 1983**).

- Une capacité de recycler certaines toxines produites par des champignons toxinogènes et réduire aussi leur teneur dans les produits finaux en agro-alimentaire (**Holzappel *et al.*, 2002**).

Chapitre n°:02

Les microorganisme pathogènes

1-Klebsiella pneumoniae

1-1-Habitat

Klebsiella pneumoniae est une espèce pathogène opportuniste (Brisse, 2004). Elle est fréquemment rencontrée dans la nature : eaux de surface, du sol, du bois et des végétaux (El Fertas-Aissani et al., 2012). Elle est présente dans le tube digestif de l'homme et des animaux et elle est commensale des voies respiratoires (Joly et Reynaud, 2002).

1-2-Caractères bactériologiques

1-2-1-Caractères morphologiques

Les bactéries appartenant à l'espèce *Klebsiella pneumoniae* sont des bacilles à Gram négatif, immobiles, non sporulés, anaérobies facultatifs et appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae (El Fertas-Aissani et al., 2013).

1-2-2-Caractères cultureux

Après 24 heures d'incubation à 37°C sur des milieux non sélectifs et des milieux sélectifs lactosés les colonies sont rondes, grandes de 3 à 4 mm de diamètre et d'aspect muqueux à cause de la présence de capsule (Joly et Reynaud, 2002)

1-2-3-Caractères biochimiques

Les principaux caractères sont mentionnés dans le tableau 1 :

Tab 1 : Principaux caractères biochimique de *Klebsiella pneumoniae*. (Joly et Reynaud, 2002).

Fermentation de glucose	Métabolisme du tryptophane	ONPG	Production du gaz	Mobilité	VP	H ₂ S	ODC	ADH	LDC	Citrate
+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+

1-3- Pouvoir pathogène

Klebsiella pneumoniae est un agent classique et majeur d'infections nosocomiales en général et néonatales particulièrement (Boukadida *et al.*, 2002). Elle est l'une des principales espèces bactériennes impliquées dans les infections urinaires (IU) (Ben Haj Khalifa *et al.*, 2010).

Elle fait partie du groupe KES (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*) qui est d'une grande importance en clinique hospitalière (Nedjai, 2011).

Klebsiella pneumoniae est à l'origine d'infections survenant dans les unités de soins intensifs (USI) et peut également causer des bactériémies, d'abcès cérébral et des maladies chroniques comme la méningite (Joly et Reynaud, 2002 ; Botelho, 2007 ; Carpentier *et al.*, 2012).

1-4-Résistance aux antibiotiques

1-4-1-Résistance naturelle

K. pneumoniae possède naturellement un gène codant pour une pénicillinase chromosomique (avec plusieurs variants SHV, LEN, OKP) qui lui confère une résistance à bas niveau aux pénicillines. Cette pénicillinase est sensible à l'action des inhibiteurs (acide clavulanique, tazobactam). Ainsi, le phénotype sauvage de *K. pneumoniae* est sensible aux associations amoxicilline (ou ticarcilline) + acide clavulanique et pipéracilline + tazobactam ainsi qu'à l'ensemble des céphalosporines. Elle est également sensible aux céfamycines, à l'aztréonam et aux carbapénèmes (Courvalin *et al.*, 2006).

Concernant les autres antibiotiques, *K. pneumoniae* est sensible aux aminosides, aux fluoroquinolones, à la fosfomycine et au cotrimoxazole.

1-4-2-Résistance acquise

K. pneumoniae joue un rôle majeur dans l'apparition et/ou la dissémination des mécanismes de résistance, en particulier vis-a-vis des β -lactamines (Davis, 1987).

2-Pseudomonas aeruginosa

2-1-Habitat

Pseudomonas aeruginosa est largement répandu dans l'environnement. C'est une bactérie ubiquitaire, qui vit à l'état saprophyte dans l'eau, le sol, les végétaux, et sur des surfaces inorganiques (Floret, 2009).

2-2-Caractéristique microbiologique

2-2-1-Caractères morphologiques

Pseudomonas aeruginosa est un bacille fin de **1,5 à 3 µm** de longueur et **0,5 à 0,8 µm** de largeur (CHAKER H, 2012). C'est une bactérie à Gram positif, non sporulée, strictement aérobie et très mobile grâce à la présence de plusieurs flagelles polaires (Berche et al., 1989).

2-2-2-Caractères Cultureux

Après 24 h d'incubation sur la gélose nutritive, les colonies sont d'une grande taille (**1-3 mm**), à bord irréguliers, en œuf sur le plat, très petites (**1-2 mm**), lisses et bombées.

Certaines souches isolées d'infection chronique ont un aspect muqueux et donnent alors des colonies très visqueuses (Berche et al., 1989).

2-2-3-Caractères biochimiques

Les caractères métaboliques caractéristiques de cette espèce sont : la réduction des nitrates allant souvent jusqu'au stade azote gazeux, la présence d'oxydase, la présence d'une lécithinase et la dégradation du glucose et du D-arabinose (Lilet et al., 1983).

2-3-Pouvoir pathogène

Les infections à *P.aeruginosa* surviennent chez les sujets âgés et les immunodéprimés (cancéreux), présentant des affections intercurrentes (insuffisance, respiratoire, brûlure) (Denis et al., 2011).

2-4-Résistance aux antibiotiques

Cette bactérie possède une résistance naturelle à un grand nombre d'antibiotique comme la pénicilline des groupes V, G, M et A. Aussi à la plupart des céphalosporines et aux

kanamycine et quinolones de première et deuxième génération en raison de la production d'une β -lactamase (Poole, 2004).

3-*Escherichia coli*

3-1-Habitat

C'est l'espèce dominante de la flore aérobie du tube digestif. *E.coli* ou colibacille est habituellement une bactérie commensale qui peut devenir pathogène si les défenses de l'hôte se trouvent affaiblies ou si elle acquiert des facteurs de virulence particuliers (Nauciel et Vildé, 2005).

3-2-Caractères microbiologiques

3-2-1-Caractères morphologiques

E.coli est un bacille à Gram négatif. La plupart sont mobiles, à ciliature péritriche, ou dotées de pili ou fimbriae et des adhésines. D'autres sont immobiles (Berche *et al.*, 1989).

3-2-2-Caractères culturels

E.coli croît après 24 h à 37°C en donnant des colonies de 2 à 3 mm de diamètre (Berche *et al.*, 1989).

3-2-3-Caractères biochimiques

Ces bactéries sont identifiées par les tests suivants : fermentation du lactose, du mannitol et du sorbitol, production d'indole, présence de β -galactosidase. Les caractères négatifs sont : citrate de Simmons négatif, l'absence d'uréase et désaminase, absence de production d'H₂S ou d'une désaminase du glucose (Berche *et al.*, 1989).

3-3-Pouvoir pathogène

Des nombreuses infections à *E.coli* peuvent se rencontrer, certaines localisées aux voies digestives : on distingue 5 pathovars : *E. coli* entéropathogène (diarrhées infantiles), *E. coli* entérotoxigène (turista), *E. coli* entéroinvasif (invasion des cellules intestinales), *E. coli* entérohémorragique (diarrhées sanglantes), *E. coli* entéroadhérent (diarrhée du voyageur) qui provoquent des diarrhées aqueuses et par fois glaireuses ou hémorragiques avec fièvre et

douleur abdominale ,et d'autre au voies urinaires :Il s'agit de cystites traduisant par une dysurie, une pollakiurie et fièvre peu élevée (**Berche et al., 1989**) .

3-4- Résistance aux antibiotiques

3-4-1-Résistance naturelle

Ces souches sont sensibles sont à toutes les bêta-lactamines, malgré la présence d'une céphalosporinase chromosomique d'espèce de classe C qui est exprimée à très bas niveau (présente mais non détectable) (**Zahar et Moumile ,2007**).

3-4-2-Résistance acquise

Cette souche est résistante à l'ensemble des pénicillines et céphalosporines en particulier aux C3G (CTX, CAZ) et aux monobactames (ATM) et à AMX mais les carboxypénicillines (TIC) et les acyluréidopénicillines (PIP) restent actives (**Zahar et Moumile ,2007**).

4-Morganella morganii

4-1-Habitat

Morganella morganii se trouve normalement dans le sol, l'eau, les eaux usées, et fait également partie de flore fécale de l'homme (**Chou et al., 2009**).

4-2-Caractères bactériologiques

4-2-1-Caractères morphologique

Morganella morganii se présente sous la forme de bacille flagellé ou non, de **0,6 à 1 µm** de diamètre, sur **1 à 3 µm** de longueur (**Freney et al., 1994**).

4-2-2-Caractères biochimiques

Morganella morganii est une bactérie aéro-anaérobie facultative, ne fermente pas le lactose et ne produise pas de l'H₂S, la réduction des nitrates en nitrites et métabolisme du tryptophane en indole sont positives (**Sinan Bilgin et al., 2003**).

4-2-3-Caractères cultureux

Cette bactérie ne possède pas la gélatinase, mais possède la nitrate réductase et la tryptophanase (Sinan *et al.*, 2003).

4-3-Pouvoir pathogène

Morganella morganii est reconnue comme étant un pathogène commun responsable d'infections opportunistes dans les voies respiratoires, urinaires et aussi les infections des plaies (Kim *et al.*, 2007).

4-4-La résistance aux antibiotique

4-4-1-Résistance naturelle

Morganella morganii est naturellement résistante à la colistine. Elle produit aussi une β ta-lactamase chromosomique de classe C de type AmpC (Barnaud *et al.*, 2000).

4-4-2-Résistance acquise

La résistance aqoise de *Morganella morganii* aux antibiotiques peut être dû e à la production de :

- **β ta-lactamases chromosomiques de classe C** : des mutations entraînant la production constitutive à haut niveau de la céphalosporinase chromosomique de type AmpC peuvent être responsables de la résistance acquise de *M. morganii* à la ticarcilline, à ticarcilline-clavulanate, aux céphalosporines de troisième génération et à l'aztréonam.
- **β ta-lactamases de classe A à spectre étendu (BLSE)** : une beta-lactamase de type SHV a été décrite dans une souche clinique de *M. morganii* (Barnaud *et al.*, 2000) .

5-Citrobacter freundii

5-1-Habitat

Les bactéries du genre *Citrobacter* sont des saprophytes répandus dans l'environnement. Elles colonisent aussi les intestins de l'homme et des animaux (Cuiraut, 1998).

5-2-Caractères microbiologiques

5-2-1-Caractères morphologiques

C.freundii sont des bacilles droits à Gram négatif, mobiles, isolés ou groupés en paires d'environ **1.0 µm** de diamètre sur **2.0 à 6.0 µm** de longueur (Euzéby,2000., Guechi,2002).

5-2-2-Caractères culturaux

Sur gélose nutritive les colonies apparaissent lisses, légèrement convexes et à contour régulier (Cuiraut, 1998 ; Euzéby, 2000).

5-2-3-Caractères biochimiques

C.freundii est une bactérie mobile qui produit du H₂S et fermente la plupart des sucres : D-glucose , L-rhamnose , D-saccharose , D- melibiose et L-arabinose .

Elle possède une β-galactosidase et une citratase (Euzéby, 2000).

5-4- Pouvoir pathogène

C. freundii est considérés comme potentiellement pathogène pouvant être responsables des infections principalement du tractus urinaire, de diarrhées et de toxi-infections alimentaires qui se traduisent par une gastroentérite sévère (Cuiraut, 1998).

5-5-La Résistance aux antibiotiques

C.freundii fait parti des entérobactéries qui produisent naturellement une β-lactamase chromosomique.

Il possède aussi une céphalosporine inductible, lui conférant une résistance aux aminopénicillines, aux céphalosporines de première génération et à l'action de l'acide clavulanique (Robin *et al.*, 2012).

6- *Salmonella sp*

6-1-Habitat

Les salmonelles sont des bactéries de l'intestin, Chez nombreux sujet, elles peuvent être présentes sans entraîner de symptômes.

Elles colonisent les muqueuse intestinale et l'iléum chez l'homme. Le principal réservoir des salmonelles est le tractus gastro-intestinal des homme et des animaux (**Berche et al., 1989**).

6-2-Caractères microbiologiques

6-2-1-Caractères morphologiques

Salmonella sp est un bacille à Gram négatif, de **2 à 3 µm** de longueur et **0,6 µm** de large, mobile grâce à ciliature péritriche (**Berche et al., 1989**).

6-2-2-Caractères culturaux

Aéroanaérobie, se cultive facilement sur milieu ordinaire en **24h**.

Les colonies de *Salmonella* sont lisses de type (s), à bords réguliers mesurant **2 à 3mm** après 24h d'incubation à **37 C°** (**Berche et al., 1989**).

Sur milieu S-S les colonies apparaissent incolores à centre noir car elle ne fermentent pas le lactose et produisent du H₂S (**Berche et al., 1989**).

6-2-3-Caractères biochimiques

Tab 3 : Caractères biochimiques de *Salmonella* (**Berche et al., 1989**)

Oxydase	Nitrate réductase	Fermentation du glucose + production du gaz	Fermentation du lactose	Production de l'Uréase	Désaminase	Gélatinase	Production d'Indole	Production de l'hydrogène sulfuré	Production de lysine- décarboxylase	Production de l'acétoïne par fermentation du glucose
-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-

6-3- Pouvoir pathogène

Les salmonelles non typhiques sont l'une des principales causes des syndromes gastro-enteritiques qui sont dûs essentiellement à des toxi-infections alimentaires survenant parfois en collectivité.

La contamination humaine se fait le plus souvent par la consommation d'aliments contaminés.

Actuellement, les infections sont principalement dues à quelque sérovars dont *Salmonella enteridis* et *S.typhimurium*.

Elle cause une fièvre à **39°C- 40°C**, des douleurs abdominales, des nausées des vomissements et un syndromes diarrhéique fait de selles liquides et fétides.

L'évolution est le plus souvent spontanés, favorable en **3 à 5 jours** , mais chez le sujet fragilisé (jeune enfant , immunodéprimé) ces bactéries peuvent entrainer la possibilité de bactériémies avec des localisations secondaires (**Berche et al., 1989**)

6-4-La résistance aux antibiotiques

Les salmonelles responsables de fièvre typhoïdes sont très sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les bacilles à Gram positif ; en particuliers au chloramphénicol à l'ampicilline, aux céphalosporines, aux tétracyclines et au triméthoprime-sulfanéthoxazole.

Les souches de salmonelles à l'origine de toxi-infection sont beaucoup plus souvent résistant à plusieurs antibiotiques du fait de l'acquisition de plasmides codant pour des résistances multiples cela est probablement lié à l'usage très répandu des antibiotiques chez les animaux qui constituent le réservoir de ces bactéries (**Berche et al., 1989**) .

7-Enterobacter cloacae

7-1-Habitat

Les *Enterobacter* sont présents dans l'environnement, et peuvent être retrouvés au niveau du sol, de l'eau, des plantes et des animaux.

Cette bactéries est également retrouvée au niveau de la flore normale du tractus gastro-intestinal de l'homme (Denis.F *et al.*, 2007)

7-2-Caractères microbiologiques

7-2-1-Caractères morphologiques

Les *Enterobacteres cloacae* est un bacille à Gram négatif (Guérin, 2015).

7-2-2-Caractères cultureux

Les colonies d'*E.cloacae* apparaissent sur gélose ordinaires après **18h** d'incubation à **35C°** en atmosphère aérobie anaérobie ou enrichie en CO₂ (Guérin., 2015).

7-2-3-Caractères biochimiques

Se sont des bactéries :

- mobiles
- ONPG : +
- VP : +
- fermentation des sucres : glucose +
- réduction des nitrates en nitrites : + métabolisme du tryptophane en indole
- ONPG: +
- H₂S: -
- Uréase: -

(Guérin., 2015).

7-3-Pouvoir pathogène

Se sont des pathogènes opportunistes responsables en milieu hospitalier surtout, d'infection urinaires et de bactériémies (Denis *et al.*, 2007) .

7-4- Résistance aux antibiotiques

E.cloacae est une bactérie multi-résistante aux antibiotiques. Elle résiste aux céphalosporines de 3^{ème} génération (C3G) par hyperproduction de la céphalosporine (AmpC) chromosomique et/ou par acquisition de gènes codant pour les β -lactamases à spectre étendu (BLSE) (Guérin., 2015).

8-Entérocooccus

8-1-Habitat

Ce genre regroupe les streptocoques fécaux qui appartiennent au groupe sérologique D, se sont des commensaux de l'intestin (**Berche et al., 1989**).

8-2-Caractères microbiologiques

8-2-1-Caractères morphologiques

Le genre *Enterococcus* est constitué du cocci à Gram positif, groupés par paires ou en courtes chainettes, non sporulées et non mobiles. .

8-2-2- Caractères cultureux

Se sont des bactéries anaérobies facultatives, généralement micro-aérophiles et très exigeants au point de vue nutritionnel. Ells se développent bien à **37°C** et aussi à **10°C** et à **45°C** (**Berche et al., 1989**).

8-2-3-Caractères biochimiques

Le métabolisme est fermentatif avec formation d'acide L-lactique comme produit final de fermentation du glucose. La catalase n'est pas produite, mais certaines souches peuvent produire un pseudo catalase (**Guiraud, 2012**).

8-3-Pouvoir pathogène

Les entérocoques peuvent être impliqués dans des infections urinaires et des endocardites. On les trouve fréquemment dans les suppurations intra-abdominales, en général associés à d'autres bactéries . Les infections localisées peuvent être à l'origine de bactériémies.

La place des Entérocoques dans les infections nosocomiales tend à augmenté (**Denis, 2011**).

8-4-Résistance aux antibiotiques

Ils ont une résistance naturelle à certains antibiotiques comme : les quinolones, les polymyxines et les aminosides (bas niveau de résistance). Ils sont aussi résistants aux céphalosporines et aux pénicillines M (**Guiraud, 2012**).

9-Bacillus

9-1-Habitat

La plupart des espèces du genre *Bacillus* sont saprophytes et très répandues dans la nature,. Se sont des bactéries telluriques, que l'en rencontre également dans l'eau et l'air, ainsi que dans les produits alimentaires (lait en poudre , épices...etc).

La formation de spore leur confère une très grande résistance dans le milieu extérieur (Nauciel *et al.*, 2005 ;Denis, 2011)

9-2Caractères Microbiologique

9-2-1-Caractères morphologiques

Les espèces appartenant au genre *Bacillus* sont des bacilles à Gram positif, de grandes taille (3 à 5 µm sur 1.25 µm/ L), avec souvent des extrémités carrées pouvant se présenter dans les produits pathologiques en courtes chainettes.

Les *Bacillus* sont le plus souvent mobiles par ciliature péritriche sauf *B.antracis* toujours immobiles (Denis *et al.*, 2011).

9-2-2-Caractères culturaux

Ces bactéries sont aérobies ou anaérobies facultatives qui poussent sur les géloses ordinaires.

Elle donnent des colonies de grande taille, à contour irrégulier et mat (Grosjean *et al.*, 2011).

9-2-3-Caractères biochimiques

Tab 4: Caractères biochimiques qui différencient les espèces de *Bacillus* (Denis *et al.*, 2011)

	<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
Chainettes	+	+	-
Mobilité	-	+	+
Culture	+	+	-

anaérobiose			
Réduction des nitrates	+	V	+
Production d'indole	-	-	-

V : variable

9-3-Pouvoir pathogène

Après ingestion d'aliment contaminé, on observe des symptômes à type de vomissements rapidement après l'ingestion (**0.5 à 5 h**) s'il s'agit d'absorption de toxine préformée, au plus tardifs (**8 à 16 h**) avec douleurs abdominales, diarrhées, nausées, quand la production d'entérotoxines se produit in vivo après prolifération des germes ingérés en grande quantité (**10^7 à 10^9** bactéries / gramme d'aliments)

Divers aliments peuvent être incriminés allant de viandes, au riz, aux pommes de terre déshydratés, aux sauces tomates instantanées (**Denis *et al.*, 2011**).

9-4-Résistance aux antibiotiques

Cette bactérie est résistante aux triméthoprim, érythromycine et à la lincomycine.

Bacillus subtilis et *Bacillus clausii* sont résistants au chloramphenicol, à la tetracycline, à la rifampicine et la streptomycine (**David *et al.*, 2012**).

10-*Staphylococcus sp*

10-1-Habitat

Répandu chez l'homme et dans de nombreuses espèces animales. chez l'homme, environ un tiers des sujets sont des porteurs sains qui hébergent la bactérie au niveau des muqueuses (principalement les fosses nasales) et des zones cutanées humides (**Nauciel et Vildé, 2005**).

10-2-Caractères microbiologiques

10-2-1-Caractères morphologiques

Les staphylocoques sont des cocci à Gram positif, sphériques, de **0.8 à 1 µm** de diamètre, regroupés en diplocoque ou en petits amas (grappe de raisin). Ils sont immobiles, asporulés, habituellement sans capsule visible au microscope optique sauf pour très rares souches (Berche *et al.*, 1989).

10-2-2-Caractères culturels

Ces bactéries se cultivent facilement en **24h** sur des milieux ordinaires. Les colonies de *S. aureus* isolées sur milieux sélectifs (milieu hypersalé de Chapman) sont convexes, lisses, de **1 à 4 mm** de diamètre, et peuvent produire un pigment jaune doré ou citrin non diffusible (Berche *et al.*, 1989).

10-2-3-Caractères biochimiques

Les principales caractéristiques biochimiques qui différencient les espèces de *Staphylococcus* sont mentionnées dans le **Tableau 5** :

Tab 5: Principaux caractères biochimiques de staphylocoques (Berche *et al.*, 1989)

	Catalase	Mannitol	Staphylo coagulase	DNase	La résistance au novobiocin	Le protéine A
<i>S.aureus</i>	+	+	+	+	-	+
<i>S.intermedius</i>	+	+	-	-	-	-
<i>S.coagulans</i>	+	+	+	+	-	+

10-3-Pouvoir pathogène

Les infections staphylococciques sont observées dans de multiples situations cliniques, aussi bien en pathologie communautaire qu'en pathologie nosocomiale.

Lorsqu'un site contaminé, cutané ou muqueux, subit un traumatisme accidentel ou chirurgical, *Staphylococcus aureus* gagne alors les tissus sous-jacents et entraîne une infection locale capable de déborder les mécanismes locaux de la phagocytose. Outre les infections cutanées ou sous-cutanées, les bactériémies à staphylocoque peuvent alors entraîner des infections métastatiques, notamment au niveau de l'endocarde, de l'appareil ostéoarticulaire, du poumon, etc.

De multiples facteurs pathogéniques ont été mis en évidence chez *S. aureus*, impliquant en particulier des phénomènes d'adhésion, de formation de biofilm, d'échappement à la réaction immunitaire et de sécrétion de toxines.

Les infections causées par les staphylocoques à coagulase négative sont généralement plus torpides, et souvent associées à un corps étranger. Leur physiopathologie, moins bien connue, implique principalement la formation de biofilm et l'échappement immunitaire (**Batard et al ., 2007**).

10-4-Résistance aux antibiotiques

10-4-1-La résistance naturelle

Les staphylocoques sont naturellement résistants à la colistine et à l'acide nalidixique (**Leclercq, 2002**).

10-4-2-La résistance acquise

Les staphylocoques peuvent présenter plusieurs mécanismes de résistance acquise aux antibiotiques de la famille des β -lactamines, des aminosides et des Macrolides et peuvent développer une résistance à certains antibiotiques de la famille des cyclines, des phénicolés ainsi que des sulfamides et des antibiotiques associées (**Schmitz et al., 2000 ; Leclercq, 2002 ; Aujjar, 2006**).

11-Saccharomyces cerevisiae

11-1-Habitat

Saccharomyces cerevisiae, qui est la levure de bière classique, est largement utilisée dans l'industrie agro-alimentaire. Elle peut être retrouvée dans les selles sans qu'elle exerce de rôle

pathogène. Habituellement isolée de prélèvements issus du tractus digestif (**Bouchara et al., 2010**) .

11-2-Caractères microbiologiques

11-2-1-Caractères morphologiques

Les blastospores sont ovoïdes, globuleuses ou cylindriques , de grande taille, isolées ou en amas (**Bouchara et al., 2010**) .

11-2-2-Caractères cultureux

Les colonies de *S.cerevisiae* sont luisantes et lisses, plus ou moins rugueuses , de couleur blanche à crème, à bords nets qui poussent en **4 à 5 jours** sur milieu de Sabouraud (**Bouchara et al., 2010**) .

11-2-3-Caractères biochimiques

Cette levure assimile de nombreux hydrates de carbone. Elle fermente le glucose et parfois le galactose, le saccharose, le maltose et le raffinose. Elle ne réduit pas les sels de tétrazolium (**Bouchara et al., 2010**) .

11-3-Pouvoir pathogène

Les infections à *Saccharomyces cerevisiae* restent toutefois rares, elles touchent les prématurés ou les patients très amoindris. Cette levure est à l'origine de lésions superficielles : buccales, anales, et génitales. ou profondes : fongémies transitoires (suite à la souillure d'un cathéter), endocardites sur prothèse et septicémie (**Bouchara et al., 2010**).

11-4-Resistance aux antibiotiques

La plupart des souches sont résistantes au fluconazole , au voriconazole et aux polyènes (**Christian , 2013**).

12-Candida spp

12-1-Habitat

Les levures du genre *Candida* sont les plus fréquentes en pathologie humaine. *C.albicans* qui est la plus fréquente, puisque saprophyte du tube digestif de l'homme (KOENIG ,1995). Elles peuvent aussi être isolées principalement des muqueuses oro-pharyngées de l'homme (Bouchara *et al.*, 2010).

12-2- Les caractères bactériologique

12-2-1-Caractères morphologique

Tab 6 : Principaux caractères microscopiques des *Candida spp* (Bouchara *et al.*, 2010)

	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida glabrata</i>
Multiplication	Végétative	Végétative
Blastospores	ovoides, de 6 à 10 µm de long sur 4 à 7 µm de large, associées à des filaments mycéliens et du pseudomycélium	ovoides, de petite taille (3à4 µm de large). Pas de filaments mycéliens, ni de pseudomycélium (excepté sur milieu carencé en azote).
Production de chlamydospores	Positive	Négative

12-2-2-Caractères culturaux

Tab 7 : Principaux caractères culturaux des *Candida spp* (Bouchara *et al.*, 2010)

<i>Candida albicans</i>	<i>Candida glabrata</i>
Colonies blanches, crémeuses, lisses à bords nets De forme ovoïde , cylindrique	Colonies blanches lisse et brillantes

12-2-3-Caractères biochimiques

Tab 8 : Caractéristiques biochimiques des *Candida spp* (bouchara *et al.*, 2010)

<i>Candida albicans</i>	<i>Candida glabrata</i>
Ils produits différents enzymes de N-acétyl-glucosaminidase, les deux ne sont donc pas différenciables sur les milieux	Glucose positif assimile le tréhalose qui mis a profit

12-3-Le pouvoir pathogène

Candida albicans

A la faveur d'un déséquilibre de la flore endogène ou d'un déficit immunitaire (Age, grossesses, SIDA, diabète, cancer...), La chirurgie surtout digestive et cardiaque, les transplantations d'organes, la pose de catheters intra-veineux de prothèsesect

cette levure peut se comporter en pathogène et présenter un caractère invasif c'est le principal agent des candidoses cutanéomuqueuses, mais aussi des candidoses systémiques et des candidoses disséminées.

Candida glabrata

Elle est principalement impliquée dans des candidoses digestives et génitales (vaginites chez la femme) , mais aussi profondes(septicémies) en particulier chez les patients hospitalisés dans les services de cancérologie et de chirurgie digestive (**KOENIG ,1995., Bouchara *et al.*, 2010**).

12-4-La résistance aux antibiotiques

Des espèces de *Candida* sont considérées comme résistantes au fluconazole, en particulier *C. glabrata* et *C. krusei*. Par ailleurs, des espèces habituellement sensibles au fluconazole peuvent se révéler résistantes à cet agent par induction de mécanisme d'efflux ou par mutation du gène.

Si la résistance aux échinocandines est rare, elle reste possible, en particulier pour *C. parapsilosis* , et acquise pour les espèces habituellement sensibles comme *C. albicans* ou *C. glabrata* par mutation de gène (**Arnould et floch 2015**) .

Materiel et méthodes

I. matériel biologique

Les souches d'actinomycètes étudiées ont été fournies par notre encadreur *M^{lle} MERIANE ILHEM* chacune avait un code selon la table suivant :

Tab 9 : le code des souches d'actinomycètes

N° de la souche	Code
S₁	AIA-SDS-FL
S₂	AIA-SDS-OMC
S₃	SGIA-STDC-CERVETTA
S₄	SGIA-STDC-ZANSPHORIA
S₅	GAA-BL-EX-SDC-M₂*
S₆	SGTA-SDC-CR
S₇	SCN-SD-JN
S₈	SGIA-SDC-BCR
S₉	SGIA-ST-BGIA
S₁₀	KA-SDS-OFR

I. Méthodes

1. Identification des souches

L'identification s'est basée essentiellement sur l'étude des caractéristiques macromorphologiques et micromorphologiques des souches.

1.1/ Les caractéristiques macromorphologiques

Il s'agit de déceler :

- La présence ou l'absence du mycélium aérien et sa couleur
- La couleur du mycélium du substrat
- La production et la couleur de pigments diffusibles
- La production de pigments mélanoïdes

Ces caractéristiques ont été notées sur les milieux : ISP2, ISP5, la gélose 172F modifiée et la gélose Bennett's-glycerol.

Quant à la production des pigments mélanoides, elle a été observée sur les deux milieux : ISP6 et ISP7(**Annexe**)

Les observations ont été réalisées après le 3^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème}, 10^{ème}, 15^{ème} et 20^{ème} jours d'incubation à 30°C. (**Shirling et Gottlieb, 1966 ; Goodwich, 2005**).

Les couleurs des colonies ont été déterminées en utilisant le code « RAL » (édition 2016)(**Annexe**) , un système proposé par **Prauser (1964)**.

1.2/ Les caractéristiques micromorphologiques

1.2.1/ Examen microscopique à l'état frais

La morphologie des souches a été observée par une technique directe et une technique de culture sur lamelle.

- **Technique directe**

À partir d'un milieu solide d'identification, une préparation microscopique d'une culture jeune a été réalisée ; en incorporant progressivement un fragment de colonie à une goutte d'eau physiologique stérile préalablement déposée sur une lame.

L'observation s'est faite à l'objectif (×40), avec un éclairage relativement faible.

- **Technique de culture sur lamelle**

Cette technique consiste à insérer délicatement une lamelle stérile dans l'un des milieux gélosés d'identification de telle sorte qu'elle forme un angle de 45° avec la surface de celui-ci. Un fragment de la colonie estensemencé contre la lamelle en contact du milieu à l'aide d'une anse de platine.

La boîte est ensuite incubée à 30°C.

Après 14 jours d'incubation, la lamelle est retirée avec précaution, déposée sur une lame contenant une goutte d'eau distillée stérile puis examinée directement au microscope optique (G×40).(Williams et Cross 1971).

1.2.2/ Examen microscopique après coloration de Gram

Cette coloration a été effectuée selon la méthode classique.

Les caractéristiques microscopiques à noter sont :

- La présence d'un mycélium (sa longueur, son épaisseur et sa fragmentation).
- La formation de spores, leur morphologie, ainsi que leur mobilité et leur mode de regroupement.
- La présence ou l'absence des structures particulières : sporanges, scélérotés, synnemata.

Les caractéristiques morphologiques des souches ont été comparées avec ceux déterminées dans les guides pratiques de l'identification morphologique des actinomycètes : « le *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 2009 » et le « *Bergey Manual of Systematic Bacteriology*, 2012 ».

2. Mise en évidence de l'activité antimicrobienne

2.1/ Spectre antimicrobien

Les souches d'actinomycètes ont été testées pour leurs activités antibiotiques vis-à-vis des microorganismes cibles provenant de l'American Type Culture Collection (ATCC) ou d'origine clinique (établissement hospitalo-universitaire Ben-Badis de Constantine CHU, Hôpital militaire Régional Universitaire de Constantine (HMRUC) et clinique rénale-DAKSI-de Constantine), suivants :

• Bactéries à Gram négatif

- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
- *Staphylococcus aureus* d'origine clinique ST CT 697
- *Enterococcus* sp 43
- *Bacillus* sp

• Bactéries à Gram positif

- *Salmonella enteridis* ATCC 1237
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 13
- *Citrobacter freundii* ATCC 22
- *Escherichia coli* ATCC 113
- *Morganella morganii* d'origine clinique 295

- *Enterobactercloaceae* ATCC 5230
- *Staphylococcus coagulans* ATCC 5471
- *Klebsiellapneumoniae* ATCC 700603
- *Klebsiellasp*

• **Levures**

- *Candida glabrata* 30 pv
- *Candida albicans* 28 pv
- *Candida albicans* 17 pv
- *Saccharomyces cerevisiae* 52 pv

2.2/ Préparation de l'inoculum des microorganismes cibles

Pour chaque souche cible, un inoculum a été préparé comme suit :

- À partir d'une culture pure de **24 h** sur un milieu d'isolement (Gélose Nutritive : GN pour les bactéries, et Sabouraud pour les levures) , racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- Dissocier les colonies dans un tube contenant **05 ml** d'eau physiologique stérile.
- Ajuster la densité de l'inoculum à **0.5 Mc Farland(10⁸ UFC/ml)** à l'aide d'un spectrophotomètre en ajoutant soit un fragment de colonie soit de l'eau physiologique stérile.

Remarque

L'inoculum ne doit pas être utilisé au delà de **15** minutes après sa préparation.

3/ Mise en évidence de l'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des souches d'actinomycètes a été évaluée par la technique des cylindres d'agar.

Dans cette technique la souche d'actinomycète estensemencée en stries serrées sur un milieu sélectif et incubée à **30 C°** pendant **05 jours**. Des cylindres de **6 mm** de diamètre sont ensuite découpés stérilement à l'aide d'un emporte pièce et placés sur les milieux Mueller Hinton et Sabouraud préalablementensemencés ; par écouvillonnage selon la technique de la NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standard) ; avec les microorganismes-tests.

Les boîtes sont incubées à **37 C°** pendant **24h à 48h**.

Les diamètres d'inhibition sont ensuite mesurés. (**Kokare *et al.*, 2004 ; Patel *et al.*, 2014 ; Radoet *al.*,2015**).

Résultats et discussion

I. Identification des souches

1/ Les caractéristiques macromorphologiques

Après ensemencement sur les différents milieux gélosés (ISP2, ISP5, ISP6, ISP7, Bennett's glycérol agar (BGA) et M 172F modifiée), les colonies des souches actinomycétales sont apparues au bout de deux à trois jours d'incubation à 30°C. Ceci signifie que la croissance des souches est rapide fig 2.

1-1/ Caractéristiques générales des colonies

Les colonies étaient toutes incrustées dans la gélose, leur taille ; leur forme ; et leur couleur se différaient d'une souche à l'autre.

L'examen macroscopique des 10 souches étudiées a révélé que pour :

- **La souche S₁**

Les colonies sont plates et semi-bombées de 1 à 3 mm de diamètre. Contour régulier et d'une surface crémeuse et lisse pour tous les milieux à l'exception d'ISP₆ où la surface des colonies semble rugueuse à consistance sèche.

- **La souche S₂**

Les colonies sont bombées sur les milieux : 172F, ISP₇, BGA et semi-bombées sur ISP₆ et plates pour : ISP₂ et ISP₅, de 1 mm de diamètre sur tous les milieux et d'environ 8 mm de diamètre sur ISP₂.

Avec un aspect opaque, de contour régulier et d'une surface crémeuse et lisse sur tous les milieux à l'exception d'ISP₂ et 172F où le contour est irrégulier et la surface est sèche et rugueuse.

- **La souche S₃**

Les colonies sont lisses et plates de 1 à 3 mm de diamètre, le contour est régulier. Elles donnent des couleurs ivoire claire et jaune pastel mais translucide sur les milieux : ISP₆, BGA, ISP₂, ISP₅ et opaque dans les autres.

- **La souche S₄**

Les colonies sont rondes semi-bombées de diamètre 1 à 6 mm, avec un contour régulier, lisse et surface lisse dans les milieux :ISP₅,BGA, 172F et ratatiné dans ISP₇ ,régueux dans les autres avec une consistance crémeuse.

- **La souche S₅**

Les colonies sont rondes ,plates de diamètre 1 à 3 mm, avec un contour irrégulier dans les milieux : BGA ,172F ,ISP₇ et lisse dans les autres. L'aspect de surface est lisse avec une consistance crémeuse.

Elles sont translucides dans les milieux : BGA, ISP₅,ISP₇,ISP₂et opaque dans ISP₆ et 172F .

- **La souche S₆**

Les colonies sont rondes plate de 1 mm de diamètre, le contour est régulier sur les milieux : BGA,ISP₇ ,ISP₆ et irrégulier dans les autres.

Elles sont opaque dans ISP₂ et translucides dans les autres avec surface lisse dans les milieux : ISP₆, 172F et régueux dans les autres.

- **La souche S₇**

Les colonies sont semi-bombées, entre 2 à 6 mm de diamètre. elles sont opaque, de contour régulier et d'une surface crémeuse et lisse pour les milieux : 172F,ISP₂ , ISP₅ , BGA et sèche sur ISP₆ et ISP₇.

- **La souche S₈**

Les colonies sont semi-bombées de 3 à 6 mm de diamètre. Elles sont opaque, de contour irrégulier et d'une surface sèche et rugueuse.

- **La souche S₉**

Les colonies sont plates et semi-bombées de 1mm de diamètre. Elles sont opaques, de contour régulier et d'une surface crémeuse et lisse sur les milieux ISP₅, ISP₆ et ISP₇ et sèche et ratatiné pour les milieux : 172F, ISP₂et BGA.

- **La souche S_{10}**

Les colonies plates, varie entre 1 et 5 mm de diamètre. Elles sont opaque ,de contour régulier et d'une surface crémeuse et lisse sur les milieux (172F - ISP_2 – ISP_5 – ISP_7 – BGA) et d'un relief incrusté et d'une consistance sèche dans le milieu ISP_6 .

La couleur des colonies de toutes les souches est mentionnée dans le **Tab n° :10**



S_1ISP_2



S_2BGA



S_3ISP_6



S_4ISP_6



S₅ISP₇



S₆ISP₂



S₇ISP₅



S₈ISP₇



S₉ISP₆



S₁₀ISP₆

Fig :02 L'Aspect macroscopique des dix (10) actinomycatales.

Tab n° 10: Les caractéristiques macromorphologique des dix (10) souches actinomycétale

Les codes des actinomycètes	ISP ₂			ISP ₅		ISP ₆			ISP ₇			BGA		M 172 F		
	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	pigment diffusible	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	pigment mélanoïde	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	pigment mélanoïde	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	Mycélium aérien	Mycélium de substrat	pigment diffusible
S ₁	/	Crevette =>jaune pastel + ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	/	/	Jaune mais se =>orangé foncé au bout de 15 ^{ème} jr	/	Crevette et orangé=>beige au bout de 10 ^{ème} jr	/	/	Jaune mais	/	jaune dahlia + orangé foncé+ ↗ ↗ de croissance au bout de 10 ^{ème} jr	/	Crevette avec quelque blanc => en jaune pastel 10 ^{ème} jr	/	
S ₂	/	Jaune pastel	/	/	beige vert =>le jaune orangé au bout de 15 ^{ème} jr	/	aurore vert => orangé foncé au bou de 10 ^{ème} jr	/	/	Blanc perlé => jaune signalisation au bout de 10 ^{ème} jr	/	jaune vert =>orangé clair brillant au bout de 10 ^{ème} jr	/	Beige devient jaune dahlia au bout de 10 ^{ème} jr	/	
S ₃	/	Blanc => jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr	/	/	Beige =>brin argile au bout de 15 ^{ème} jr + ↗ ↗ au bout de 10 ^{ème} jr	/	Beige => brun argil aux bou de 10 ^{ème} jr et au ivoir clair jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr	/	/	beige vert le=> jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr	/	Blanc => jaune melon au bout de 15 ^{ème} jr + ↗ ↗ au bout de 10 ^{ème} jr	/	Beige => jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr + ↗ ↗ au bout de 10 ^{ème} jr	/	

S ₆	S ₅	S ₄
Gris agates+blanc gris au bout de 15 ^{ème} jr	Gris souris au bout de 10 ^{ème} jr	/
Beige+↗ au bout de 10 ^{ème} jr	Beige qui => ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	Blanc => orangé clair brillant
/	/	/
/	Blanc perlé appartir du 10 ^{ème} jr	/
Gris olive+↗ au bout de 10 ^{ème} jr	Ivoire clair	Beige => jaune safran + ivoire clair au bout de 15 ^{ème} jr
/	Blanc perlé au bout de 10 ^{ème} jr	/
Gris olive	Beige =>jaune dahlia au bout de 10 ^{ème} jr	Jaune soleil =>jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr
Apparition de pigment difusible orangé clair au bout de 10 ^{ème} jr	/	/
Blanc gris	Apparition au bout de 10 ^{ème} jr de couleur gris béton	/
Gris olive + ↗ au bout de 7 ^{ème} jr	beige =>ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	Beige vert =>orangé pastel au bout de 10 ^{ème} jr et au jaune safran au bout de 15 ^{ème} jr
/	/	/
Bleu verdatre au bout de 10 ^{ème} jr =>en blanc gris au bout de 15 ^{ème} jr	Gris silex et vert pin =>beige gris et vert bouteille au bout de 10 ^{ème} jr	/
Beige qui devient gris olive au bout de 15 ^{ème} jr	Blanc gris =>jaune citron au bout de 10 ^{ème} jr	Ivoire clair et jaune trafic
Apparition d'un peu de blanc gris au bout de 15 ^{ème} jr	Blanc perlé	/
Gris olive	Gris soie => jaune or au bout de 5 ^{ème} jr	Jaune soleil =>jaune safran
/	/	/

S ₁₀	S ₉	S ₈	S ₇
/	Gris vert au bout de 10 ^{ème} jr	Gris souris au bout de 15 ^{ème} jr	Blanc neige
Jaune+↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr	Beige => ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	beige	Blanc perlé
/	/	/	/
/	blanc =>jaune olive au bout de 10 ^{ème} jr et au gris au bout de 15 ^{ème} jr	Apparition au bout de de 10 ^{ème} jr de couleur gris roton	/
blanc+↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr	Beige =>jaune pastel au bout de 15 ^{ème} jr	Beige	Ivoire clair
/	/	Brun orangé au bout de 15 ^{ème} jr	/
Jaune soleil => jaune dahlia au Bout de 10 ^{ème} jr +↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr or	Rouge brique	Beige	Ivoire
/	Apparition de pigment rouge	/	/
Blanc	/	Gris pierre+ gris béton au bout de 15 ^{ème} jr	Blanc gris
Ivoir +↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr clair	Beige	Beige blanchâtre	Ivoire clair
/	/	/	/
Blanc +↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr pur	Gris clair => gris argent au bout de 10 ^{ème} jr	Blanc => blanc béton au bout de 10 ^{ème} jr	Blanc gris
Ivoir +↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr clair	Gris silix =>ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	beige =>blanc cassé au bout de 10 ^{ème} jr	Ivoire clair
Blanc pur+extrémité jaune	Blanc perlé au bout de 10 ^{ème} jr	Gris signalisation+gris mousse nocré au	/
Beige+↗↗ au bout de 10 ^{ème} jr	beige => ivoire clair au bout de 10 ^{ème} jr	Beige + noircissement	Ivoire clair
/	/	Jaune safron au bout de 15 ^{ème} jr	/

/ : absence de mycélium aérien ou pigment diffusible => : changement de couleur a une autre ↗↗ : croissance rapide

1.2/ Production de pigments diffusibles

La production des pigments diffusibles a été remarquée chez les souches : **S6 et S9**(sur le milieu : ISP₆), et chez la souche **S8**(sur le milieu M172F modifiée) (**Tab n° : 11**).

1.3/ Production des pigments mélanoïdes

Aucune des souches étudiées n'a produit des pigments mélanoïdes.

Quelques photographies de colonies sur différents milieux sont mentionnées dans la **Fig :2**

2/les Caractéristiques micromorphologiques

La description micromorphologique des différentes souches actinomycétales étudiées est la suivante :

- **La souche S₁**

Le mycélium de substrat est septé, très abondant et non fragmenté.

Sur ce mycélium se forment des monospores, à partir d'un sporophore, un peu long et de forme de grappes ramifiées.



**Fig 3:Examen microscopique de la souche S₁
après coloration de Gram (G x100)**

- **La souche S₂**

Sur le mycélium se forment des monospores, à partir d'un sporophore court. Les spores sont sphériques et non mobiles. (Fig 4)

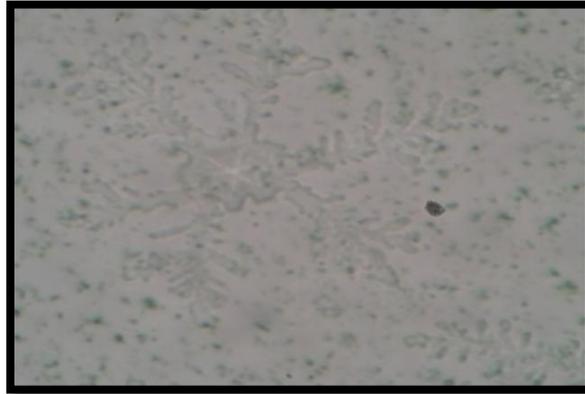


Fig 4 : Examen microscopique de la souche S₂ à l'état frais (G x40)

- **La souche S₃**

Mycélium très long, arborescent, fragment, très ramifiée portant des spores regroupées en amas (fig 5).

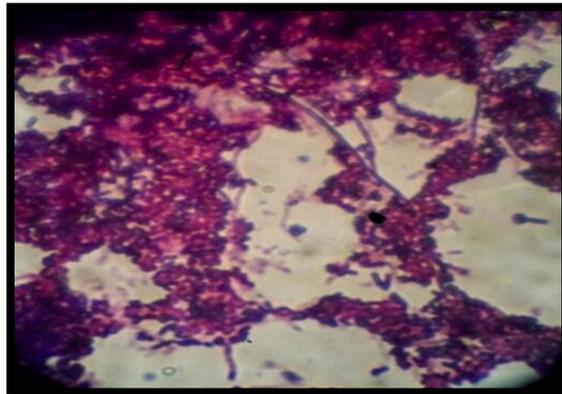


Fig 5 :Examen microscopique de la souche S₃ après coloration de Gram (G x100)

- **La souche S₄**

Elle forme un mycélium long, bien développé, courbé en forme de zigzag (**fig 06**), qui se fragmente en éléments sous forme de bacilles et coccobacilles (arthrospores), droites ou flexibles, arrangées comme des palissades (**fig 6-a**), non mobiles, et de différentes longueurs.

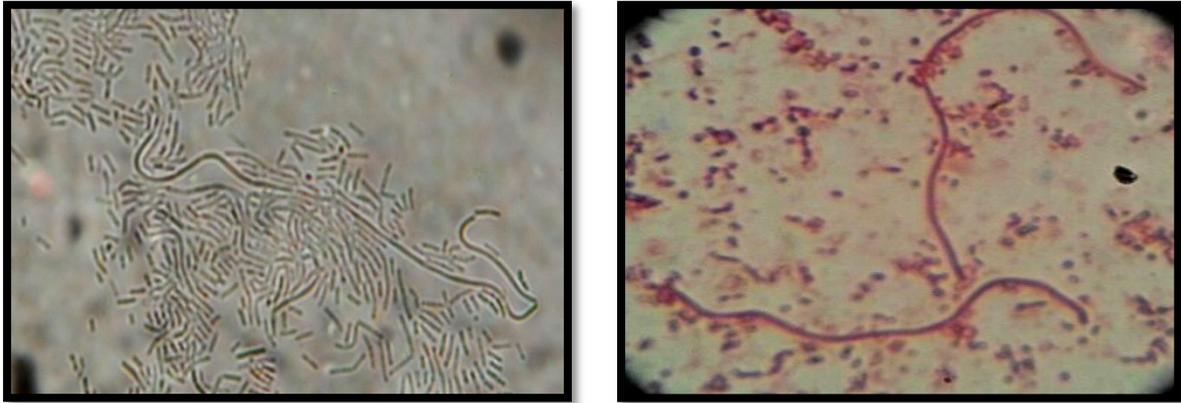


Fig 6-a : Examen microscopique de la souche S₄ à l'état frais (G x40)

Fig 6-b: Examen microscopique de la souche S₄ après coloration de Gram (G x100)

Fig 06 : Aspect microscopique de La souche S₄

- **La souche S₅**

Le mycélium est formé de très longs filaments, extrêmement ramifiés, non septés et non fragmentés (**fig 07**). Présence de longues chaînes de spores c'est dernières sont immobiles à état frais.

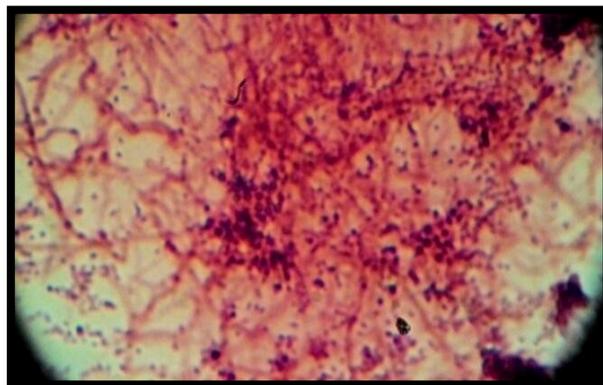


Fig 7 : Examen microscopique de la souche S₅ après coloration de Gram (G x100)

- **La souche S₆**

Le mycélium est formé de filaments très fins, ramifiés, non septés et non fragmentés (**fig 8-a, 8-b**), présente de longue chaînes de spores (fig 8-b) immobiles à état frais.

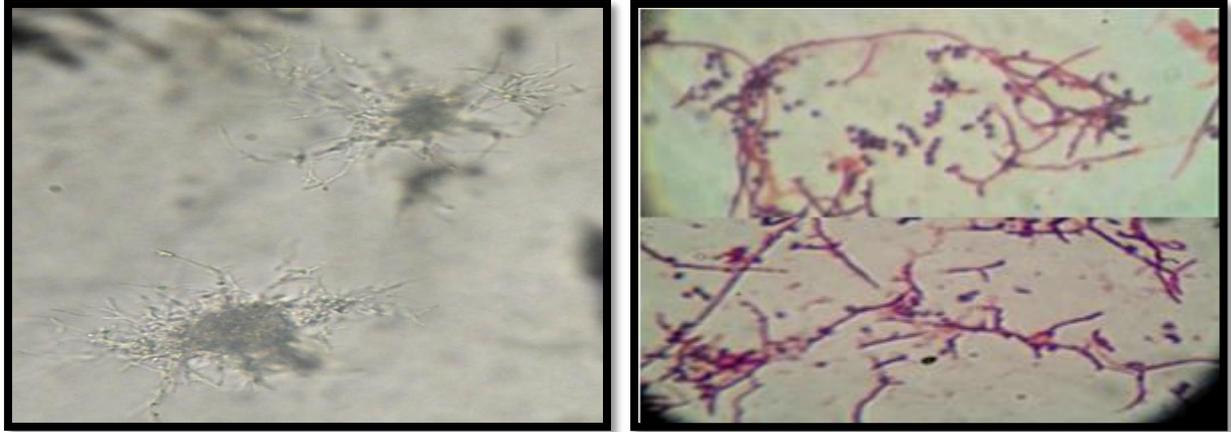


Fig 8-a: Examen microscopique de la souche S₆ à l'état frais (G x40)

Fig 8-b :Examen microscopique de la souche S₆ après coloration de Gram (G x100)

Fig 8: Aspect microscopique de La souche S₆

- **La souche S₇**

Le mycélium très fin, et fragmenté en élément spores immobiles

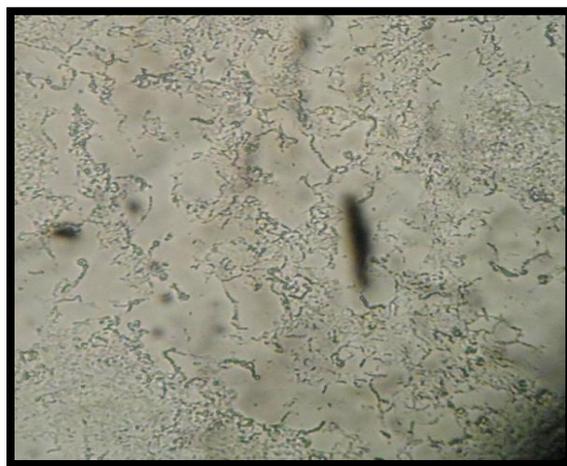


Fig 9: Examen microscopique de la souche S₆ à l'état frais (G x40)

- **La souche S₈**

Mycélium aérien développé et extrêmement ramifié, non fragmenté, portant des sporanges ou des vésicules globuleuses et sphériques contenant des spores (**fig 10**). Les spores sont immobiles à l'état frais.

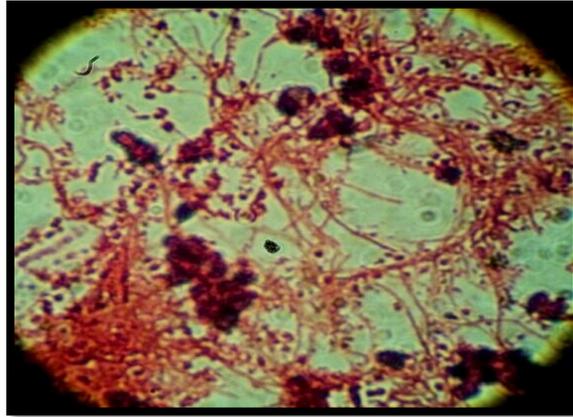


Fig 10 : examen microscopique de la souche S₈ après coloration de Gram (Gx100)

- **La souche S₉**

Mycélium aérien présent, mycélium de substrat ramifiée, très fin arborescent non fragmenté, une seul spore sphérique ou ronde, immobiles (**fig 11**).



Fig 11 : examen microscopique de la souche S₉ à l'état frais (G x40)

- **La souche S₁₀**

Mycélium de substrat trop long non-fragmenté, portant des sporangiophores qui comportent des sporanges.

Sporanges globuleux (fig 12) et spores mobiles à l'état frais



Fig 12 : Examen microscopique de la souche S₁₀ après coloration de Gram (Gx100)

Les caractéristiques morphologiques (macroscopiques et microscopiques) nous laissent assigner :

- La 1^{ère} souche au genre : *Micromonospora*.
- La 2^{ème} souche au genre : *Micromonospora*.
- La 3^{ème} souche au genre : *Saccharopolyspora*.
- La 4^{ème} souche au genre : *Nocardiopsis*.
- La 5^{ème} souche au genre : *Streptomyces*.
- La 6^{ème} souche au genre : *Streptomyces*.
- La 7^{ème} souche au genre : *Nocardia*.
- La 8^{ème} souche au genre : *Sphaerosporangium ou Streptosporangium*.
- La 9^{ème} souche est : **non déterminé**.
- La 10^{ème} souche au genre : *Actinoplanes*.

Remarque

Il est important de noter que cette assignation des souches actinomycétales aux différents genres est une suggestion et que l'étude physiologique et chimiotaxonomique sont inévitables pour arriver à identifier avec précision les genres des dix (10) souches étudiées

II. Étude de l'activité antimicrobienne

1/ Répartition des résultats selon la positivité des activités

L'activité antibactérienne des dix souches d'actinomycètes étudiées a été mise en évidence par la technique des **cylindres d'agar**.

Après incubation, si la souche étudiée est active ; une zone translucide d'inhibition apparaîtra autour du cylindre sur la surface gélosée, alors que partout ailleurs la croissance de la bactérie -test est visible(**fig 13**).

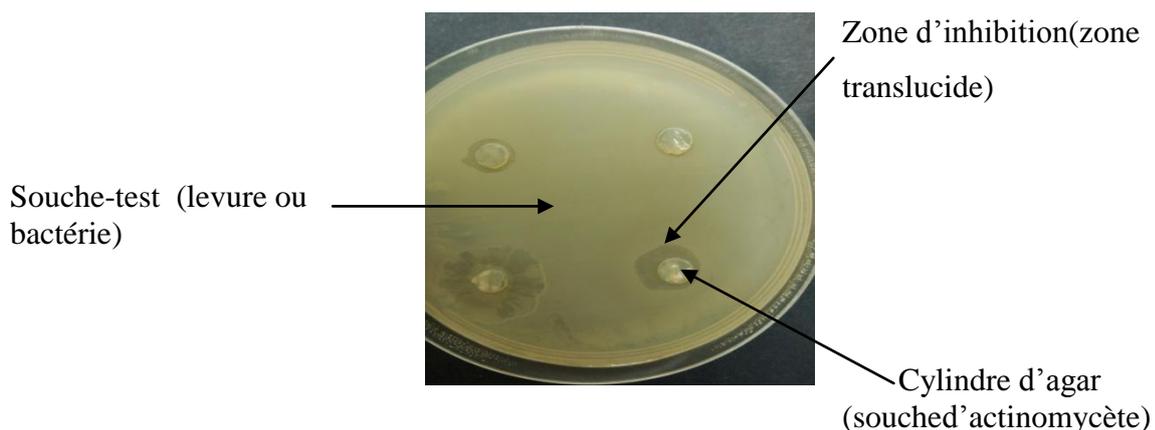


Fig 13 : Illustration schématique d'une activité antimicrobienne d'une souche actinomycétale

En ce qui concerne la répartition des résultats selon la positivité des activités, elle est mentionnée dans **le Tab 11** et **la Fig 13** ci-dessous :

Tab 11 : Répartition des résultats selon la positivité des activités

	Activité positive	Activité négative	Total
Nombre des cas	42	128	170
Pourcentage (%)	25	75	100

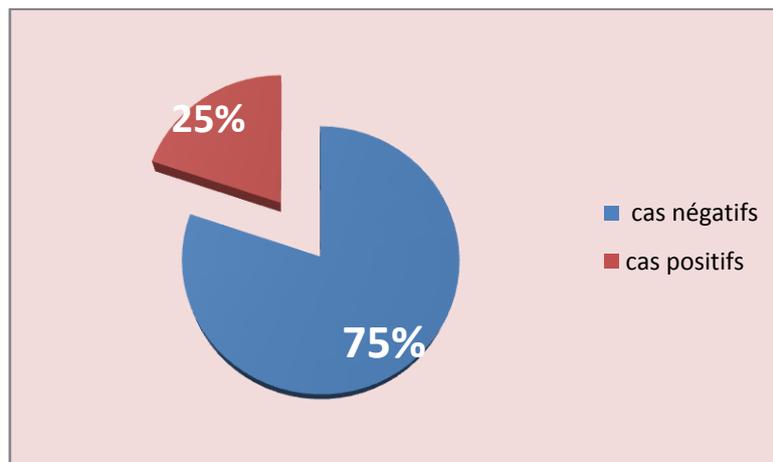


Fig 14 : Répartition des résultats selon la positivité des activités

Les dix (10) souches actinomycétales se sont montrées positives contre 42 microorganismes tests, ce qui signifie un taux de positivité de 25%(42 cas).

2 / Répartition de la positivité des activités selon le type de microorganisme

La répartition de la positivité des activités selon le type de microorganisme est démontrée dans le **Tableau 12** et **Fig 14**

Tab 12 : Répartition de la positivité des activités selon le type de microorganisme

	Bactéries	Levures	Total
Nombre de cas positifs	41	1	42
Le pourcentage (%)	98	2	100

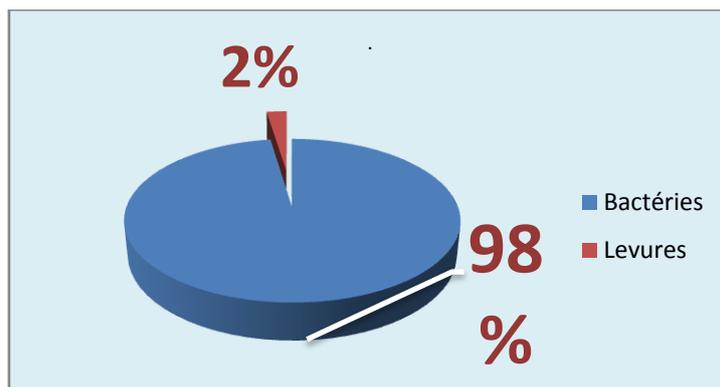


Fig 15: Répartition de la positivité des activités selon le type de microorganisme

Nos résultats démontrent que l'activité antibactérienne de nos souches actinomycétales est fortement supérieure (98%) à l'activité fongique (02%).

Ceci est proche aux travaux réalisés par **Kadiri Sunanda et al (2009)** qui ont isolés souches actinomycétales à partir des sédiments marins de la Baie de Bengale près de la côte de Gangavaram d'Andhra Pradesh en Inde où **41.1%** des souches se sont montrées douées d'activité antimicrobienne dont **23.5%** était une activité antibactérienne et **17.6 %** une activité antifongique.

2-1/ L'activité antibactérienne

Les résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis des bactéries-tests sont mentionnés dans le **Tab 13**.

Tab 13 : Résultats de l'activité antibactérienne vis-à-vis des souches actinomycétales

1	2	Gram positif					Gram négatif							
		SAC	STC	Ba	ET	SAA	Pd	MM	SE	EC	KL	ECL	CF	Klp
S₁		-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	+(12)	-(6)	+(8)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S₂		-(6)	-(6)	-(6)	+(10)	-(6)	-(6)	+(8)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	+(11)	-(6)
S₃		-(6)	-(6)	-(6)	+(12)	-(6)	-(6)	+(9)	-(6)	+(10)	-(6)	-(6)	+(8)	-(6)
S₄		-(6)	-(6)	-(6)	+(15)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	+(7)	+(8)	-(6)
S₅		-(6)	-(6)	+(8)	-(6)	-(6)	-(6)	+(8)	-(6)	-(6)	-(6)	+(7)	+(8)	-(6)
S₆		-(6)	-(6)	+(12)	+(12)	-(6)	-(6)	+(14)	-(6)	+(12)	+(16)	-(6)	+(13)	-(6)
S₇		-(6)	-(6)	+(7)	-(6)	-(6)	-(6)	+(9)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S₈		-(6)	+(9)	+(12)	+(8)	-(6)	-(6)	+(12)	-(6)	+(11)	+(12)	-(6)	+(10)	-(6)

S₉	- (6)	+ (25)	+ (30)	- (6)	- (6)	+ (30)	- (6)	+ (19)	- (6)	- (6)	- (6)	- (6)	+ (11)
S₁₀	- (6)	- (6)	- (6)	- (6)	+ (21)	+ (7)	- (6)	+ (36)	- (6)	+ (9)	- (6)	- (6)	+ (18)

(-) : pas d'inhibition (diamètre de la zone d'inhibition= 6) , (+) : présence d'une inhibition (diamètre de la zone mesurée), 1 : souches actinomycétales, 2 : bactéries-tests, SE : *Salmonella enteridis* ATCC 1237, Pd : *Pseudomonas* ATCC13, CF : *Citrobacterfreundii* ATCC 22, EC: *Escherichia coli* ATCCan113, MM : *Morganellamorganii clinique* 295, ECL : *Enterobactercloaceae* ATCC 5230, STC : *Staphylococcus coagulans* ATCC 5471, KLp : *Klebsiellapneumoniae* ATCC700603, KL : *Klebsiellasp* ATCC, SAA : *Staphylococcus aureus* : ATCC 25923, SAC : *Staphylococcus aureus d'origine clinique* ST CT 697e, ET : *Enterococccussp* 43 , Ba : *Bacillus sp* ATCC.

Les résultats mentionnés dans ce tableau indiquent que toutes les souches d'actinomycètes testées présentent une activité vis-à-vis d'au moins une bactérie test.

Aussi l'activité antibactérienne a différé d'une souche actinomycétale à une autre, et d'une bactérie test à une autre.

Ce résultat est très encourageant car il montre l'importance de nos souches d'un part, et confirme, d'autre part, les données bibliographiques qui soulignent le pouvoir antibactérien remarquable que possède ce genre de microorganismes (Sibanda *et al.*, 2010 ; Cwalaet *al.*, 2011).

En fait, les actinomycètes retiennent une attention particulière des scientifiques pour la production des antibiotiques et de différents métabolites secondaires (Sateesh *et al.*, 2011).

2-1-1/Répartition de l'activité antibactérienne selon le Gram de la bactérie-test

La répartition de l'activité antibactérienne selon le Gram de la bactérie-test est mentionnée dans la **fig 16** ci-dessous.

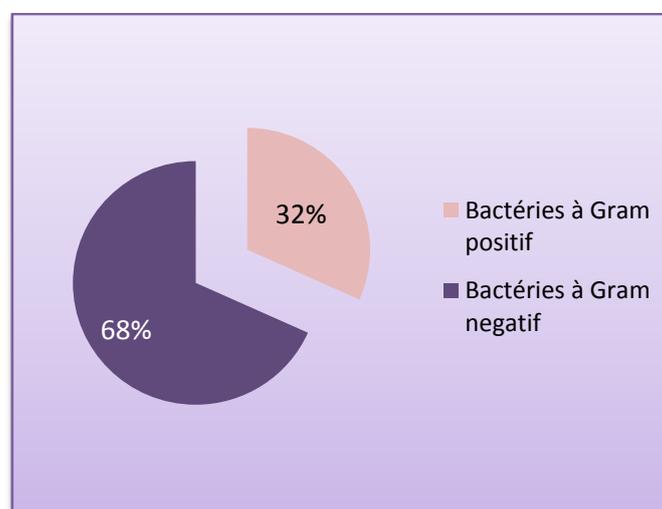


Fig 16: Répartition de l'activité antibactérienne selon le Gram des bactéries-tests

Cette figure ci-dessus démontre que l'activité antibactérienne de nos souches contre les bactéries-tests à coloration de Gram négative apparaît plus important (**68%**) que celle contre les bactéries à coloration de Gram positive (**32%**).

2-1-1-1/Sensibilité des bactéries-tests à Gram positif

La sensibilité des bactéries-tests à Gram positif vis-à-vis les substances antibactériennes secrétées par les différents actinomycètes est mentionné dans **le Tab 15**.

Tab 14: Sensibilité des bactéries-tests à Gram positif

	<i>Staphylococcus aureus</i> d'origine clinique (SAC)	<i>Bacillus</i> <i>coagulans</i> (BA)	<i>Enterococcus</i> <i>p</i> (ET)	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> ATCC(SAA)	<i>Staphylococcus</i> <i>coagulans</i> (STC)
Actinomycètes actifs	0	5	5	1	2

Sur les **cinq (05)** bactéries à Gram positif testées, *Staphylococcus aureus* d'origine clinique(SAC) apparaît comme la souche **la plus résistante**, en fait elle a résisté à l'effet inhibiteur de toutes les souches actinomycétales étudiée, alors que *Bacillus*(BA) et *Enterococcus*(ET) sont **les plus sensibles** aux molécules antibactériennes produites par nos souches d'actinomycètes.

2-1-1-2/ Sensibilité des bactéries-tests à Gram négatif

La sensibilité des bactéries-tests à Gram négatif vis-à-vis les substances antibactériennes secrétées par les différents actinomycètes est mentionné dans **le Tableau 15**.

Tab 15: Sensibilité des bactéries-tests à Gram négatif

	<i>Morganellamorganii</i>	<i>PseudomonasAeruginosa</i>	<i>Salmonellaenteridis</i>	<i>Echerichiacoli</i>	<i>Klebsiellasp</i>	<i>Enterobactercl</i> <i>oaccae</i>	<i>Citrobacterfre</i> <i>ndii</i>	<i>Klebsiellapneu</i> <i>moniae</i>
Actinomycètes actifs	7	2	2	4	3	2	6	2

Sept (07) souches d'actinomycètes sont actives contre *Morganellamorganii*, ce qui nous amène à dire que c'est la bactérie **la plus sensibles**, suivie par *Citrobacterfreundii* avec six (06) souches d'actinomycètes actives .

D'après les Tab14 et 15, on remarque que :

- Parmi le groupe des bactéries à Gram positif, les espèces appartenant genre *Staphylococcus* sont peu ou pas touchées par l'effet inhibiteur des **dix (10)** souches actinomycétales étudiées.
- Parmi le groupe des bactéries à Gram négatif, les entérobactéries sont les plus sensibles à l'effet de nos souches actinomycétales.

Les différences en composition de la paroi entre les bactéries à Gram positif et à Gram négatif peuvent être responsables de leurs différences de sensibilité.

En effet, les bactéries à Gram positif protègent leur membrane avec une paroi épaisse, sa composition majeure est un polymère complexe de sucres et d'acides aminés : « le peptidoglycane » qui donne à la bactérie sa forme et sa rigidité mais la rend sensible aux produits liposolubles. Quant aux bactéries à Gram négatif, elles ont une membrane polysaccharidique extrême qui n'est pas vraiment une barrière de perméabilité (**Sateesh et al., 2011**).

La résistance de *Staphylococcus aureus* d'origine clinique (SAC) aux molécules antibactériennes produites par nos souches actinomycétales est probablement due à sa résistance naturelle ou acquise : *S.aureus* est une bactérie **multirésistante**. En fait, les données bibliographiques on mentionné que *S.aureus* résiste à la colistine, à l'acide

nalidixique, à la famille des β -lactamines, des aminosides, des macrolides, des phénicolés ainsi que des sulfamides. (Schmitz *et al.*, 2000 ; Leclercq, 2002 ; Leclercq, 2002 ; Aujjar, 2006).

Quant à *Morganellamorganii*, elle est la plus sensible. En fait, les données bibliographiques ont démontré que, dans le groupe des entérobactéries, *Escherichia coli* et *Klebsiellapneumoniae* sont les bactéries les plus résistantes aux antibiotiques et donc qui ont un mécanisme de résistance naturel ou acquis.

Nos résultats sont identiques à ceux rapportés par Das *et al* (2012) qui ont isolés 27 souches actinomycétales à partir de 06 échantillons de sol de la région Kerala en Inde, identifiées comme appartenant au genre *Streptomyces*, et qui ont démontré qu'aucune des souches n'avait une activité contre *Staphylococcus aureus* mais elles avaient une **activité faible** contre *S. citreus* et l'**activité inhibitrice s'exerçait majoritairement sur des bactéries à Gram négatif** principalement les entérobactéries (*Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiellapneumoniae* et *Serratiamarcescens*).

Et à ceux rapportés par Rathna Kala et Chandrika (1995) qui ont démontré, sur 104 souches étudiées, que les **bactéries à Gram positif** apparaissaient **moins sensibles (35.6%)** aux molécules bioactives produites en comparaison avec les **bactéries à Gram négatif (56%)**.

Mais sont différents de ceux trouvés par Wahabi (2014), qui a isolé 26 souches d'actinomycètes à partir d'échantillons de sol et d'écorces d'arbres prélevés d'écosystèmes différents (sol de champ à Sousse, sol de sable avec végétation et sol de d'une à Douz), et qui a testé leurs activités en utilisant trois techniques basées sur le principe de diffusion : la technique du cylindre d'agar, la technique des disques et la technique des puits. Parmi les 26 souches isolées, 21 souches (**80.64%**) ont montré une activité positive et avaient comme cible **majoritairement les bactéries à Gram positif**.

2-1-2/Répartition de l'activité antibactérienne selon la souche actinomycétale

2-1-2-1/ Répartition des souches actinomycétales selon l'importance de l'activité

La répartition des souches actinomycétales selon l'importance de l'activité est mentionnée dans le **Tab 17 et la Fig17**.

Tab 17: Répartition des souches actinomycétales selon l'importance de l'activité

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Total
Nombre de cas	02	03	04	03	04	06	02	07	05	05	41
Pourcentage (%)	05	07	10	07	10	15	05	17	12	12	100

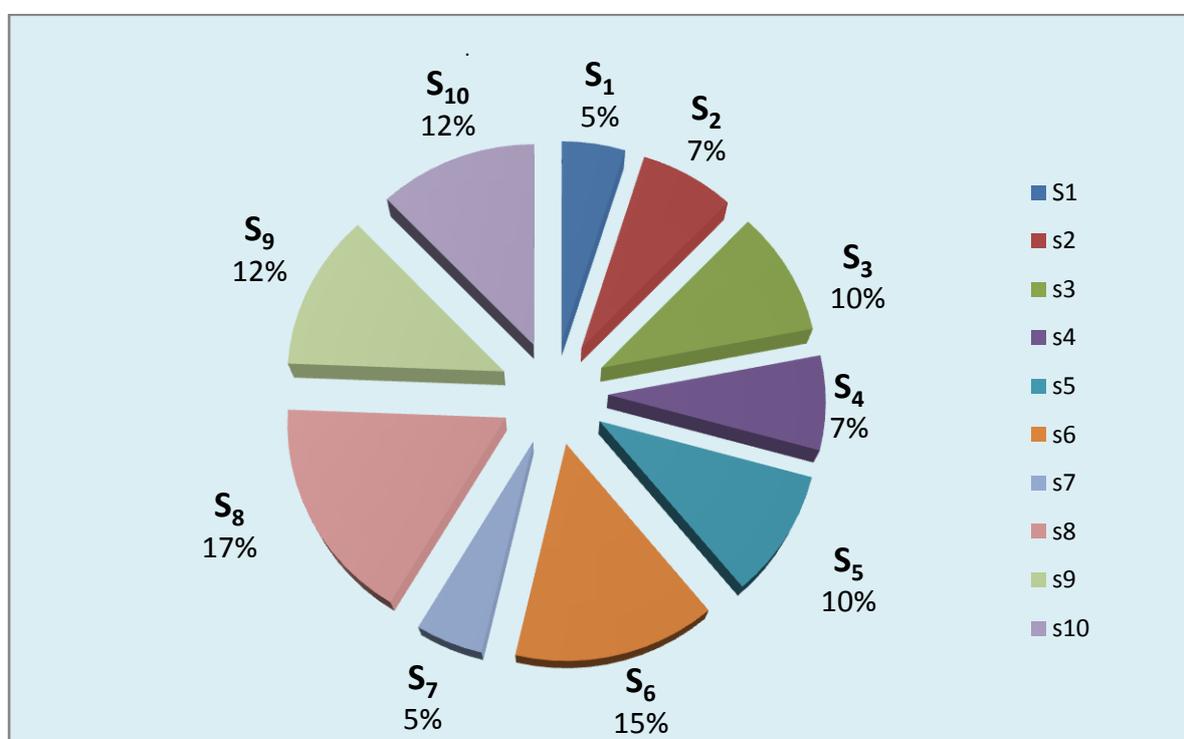


Fig 17 : Répartition des souches actinomycétales selon l'importance de l'activité

D'après le **tableau n°17** et la **figure n°16**, on remarque que la souche **S8** montre l'activité la plus importante de toutes les souches étudiées avec un pourcentage de **17%**, suivie de la souche **S6** avec un pourcentage de **15%**.

Les souches S9 et S10 exercent aussi une bonne activité contre les bactéries-tests avec un pourcentage de **12%**.

Les souches S3 et S5 ont pu inhiber **04** bactéries-tests et ont enregistré un pourcentage de **10%**.

Quant aux **souches S4 et S2**, elles ont une activité relativement faible vu qu'elles n'ont pu inhiber que **03bactéries-tests(7%)**.

Les souches**S10 et S7**sont les souches les moins performantes, elles avaient une action inhibitrice sur **02bactéries-tests** uniquement (**5%**).

2-1-2-2/Répartition des actinomycètes actives selon les plus grandes valeurs d'inhibition enregistrées pour chaque bactérie-test

La répartition des actinomycètes actifs selon les plus grandes valeurs d'inhibition enregistrées pour chaque bactérie-test est mentionnée dans **la Fig 18** ci-dessous.

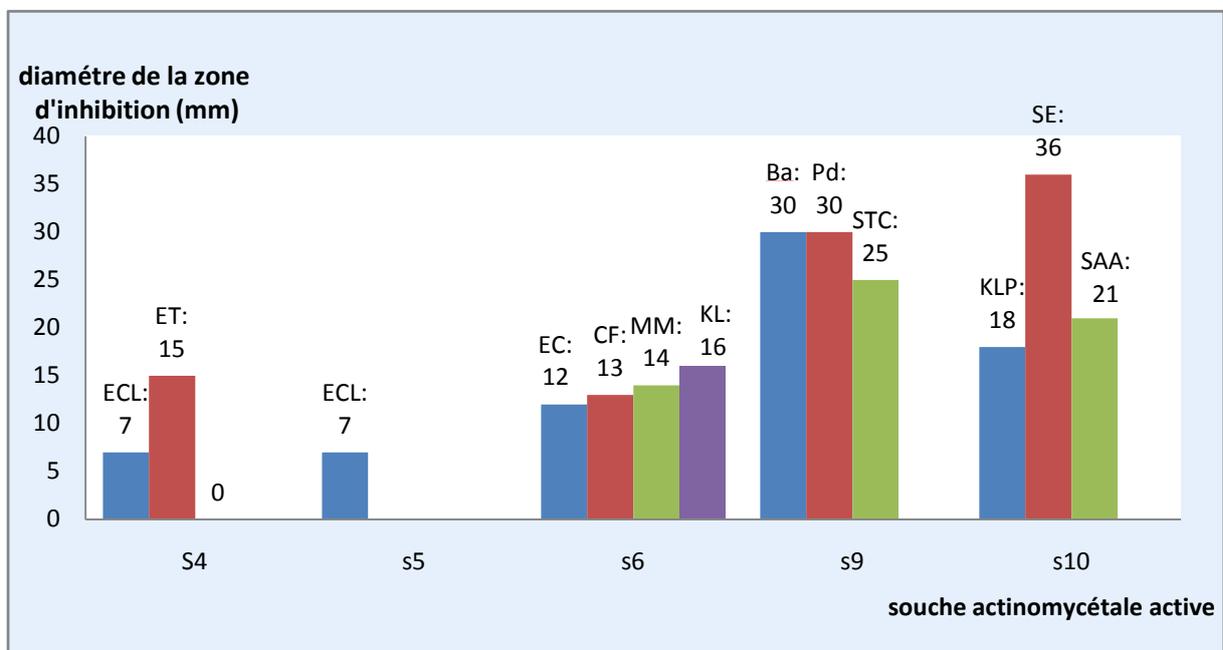


Fig 18 : Répartition des actinomycètes actives selon les plus grandes valeurs d'inhibition enregistrée pour chaque bactérie-test

ECL : *Enterobactercloaceae*, ET :*Enterococcus*, EC :*Echerichia coli*,
 CF :*citrobacerfreundii*MM :*Morganellamorganii*, KL : *Klebsiella*, Pd : *Pseudomonas*, Ba *Bacillus*,
 STC :*Staphylococcus coagulase*KLP :*Klebsiellapneumoniae*, SE :*Salmnellaenteridis*, SAA :*Staphylococcus aureus* ATCC

Il est admet qu'une forte concentration de molécules bioactives libérées diffuse plus rapidement que la croissance de la souche-test ce qui conduit à une zone d'inhibition importante (**Koch, 1999**).

D'après le **Tab14**, on remarque que les diamètres des zones d'inhibition varient d'une souche actinomycète à une autre et d'une bactérie-test à une autre.

Les plus grandes valeurs des zones d'inhibition pour chaque bactérie test ont été enregistrées avec **cinq (05) souches** actinomycétales parmi les dix (10) souches étudiées (**fig 18**) ; à savoir :

- La souche **S₆** contre ***Klebsiella* sp, *Morganella morganii*, *Citrobacter freundii* et *Escherichia coli*** avec des diamètres d'inhibition de 16 mm, 14 mm, 13 mm et 12 mm respectivement.
- La souche **S₉** contre ***Bacillus* sp et *Pseudomonas aeruginosa*** avec un diamètre d'inhibition de 30 mm, et contre ***Enterobacter cloacae*** avec un diamètre d'inhibition de 25 mm.
- La souche **S₁₀** contre ***Salmonella enteridis*, *Staphylococcus aureus* ATCC et *Klebsiella pneumoniae*** avec des diamètres d'inhibition de 36 mm, 21 mm et 18 mm respectivement.
- La souche **S₄** contre ***Enterococcus* sp** avec un diamètre d'inhibition de 15 mm.
- Les souches **S₄** et **S₅** contre ***Enterobacter cloacae*** avec un même diamètre d'inhibition de 07 mm.

La plus grande zone d'inhibition a été donc obtenue avec **S₁₀** contre ***Salmonella enteridis*** avec un diamètre **de 36 mm**.

Quoi que **S₈** la 1^{er} classée, concernant la positivité des cas « le nombre des bactéries qu'elle a pu inhiber leur croissance » .Elle n'a enregistrée aucune valeur maximale de zone. En fait, sa plus grande zone d'inhibition de **12 mm** a été obtenue contre ***Bacillus*, *Morganella morganii* et *Klebsiella***.

2-1-2-3/ Répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétales selon le Gram de la bactérie-test

La répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétales selon le Gram de la bactérie-test est mentionnée dans le **Tab 18** et la **Fig 19** ci-dessous :

Tab 18 : Répartition le pourcentage de l'activité des souches actinomycétales selon le Gram de la bactérie-test

	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		S8		S9		S10	
Gram	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-	G+	G-
Nombre de cas	0	2	1	2	1	3	1	2	1	3	2	4	1	1	3	4	2	3	1	4
pourcentage	0	100	67	33	25	75	67	33	25	75	33	67	50	50	43	57	40	60	20	80

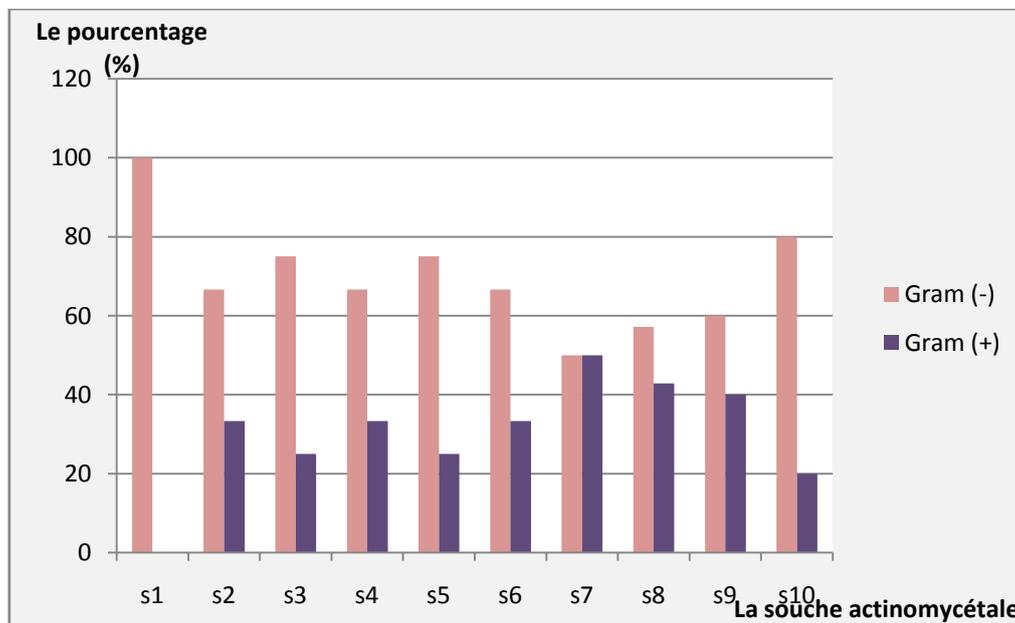


Fig 19 : Répartition des souches actinomycétales actives selon le Gram de la bactérie-test

La Fig 19, démontre que toutes les souches actinomycétales ont été actives contre des bactéries à Gram positif et à Gram négatif ; à l'exception de la souche S1 qui s'est montrée active contre des bactéries à Gram négatif uniquement ; à savoir : *Morganella morganii* et *Escherichia coli*.

La souche S10 a été active contre *Staphylococcus aureus* ATCC, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteridis*, *Klebsiella* *pet* *Klebsiella* d'origine clinique a avec un pourcentage de **80%**.

Les souches **S5 et S3** n'étaient pas vraiment loin de **la souche S10** en termes de pourcentage d'**inhibition des bactéries à Gram négatif (75%)**.

Quant à la souche **S7**, elle a montré une **activité identique contre les bactéries à Gram positif et à Gram négatif (50%)**.

Enfin, les souches **S8 et S9** n'ont pas enregistré une **grande différence d'activité** entre les **deux groupes de bactéries**.

Les agents antibactériens tiennent une place remarquable en nombre et en importance thérapeutique

Depuis les travaux de **A. Waksman** qui a isolé les quatre premiers antibiotiques : **l'actinomycine (1940)**; **la streptomycine (1944)** ; **la néomycine (1949)** et **la candidine (1953)**, nombreux chercheurs ont investigué l'aptitude des actinomycètes à produire des molécules à activité antimicrobienne (**Ndondet Semu, 2000** ; **Sahin et Ugur, 2003** ; **Inderiatiet Franco, 2006** ; **Nanjwadeet al., 2010**) .

Ces actinomycètes ont été isolés à partir de différents habitats : sols (**Daset al., 2012**), sédiments marins (**Rameshet Mathivanan, 2009**) , déserts (**Badjiet al., 2006**)...etc.

Le genre *Streptomyces* est connu comme étant le producteur du plus grand nombre d'antibiotiques, soit **80 %** des antibiotiques sécrétés par les actinomycètes. (**Aouicheet al., 2012**).

Lakanamycine produite par *Streptomyces griseus* est utilisée contre **les bactéries entériques à Gram négatif**. **Lalincomycine** produite par *Streptomyces lincolnensis* est utilisée contre **les bactéries à Gram positif**. En outre, certaines molécules produites par des actinomycètes sont aussi utilisées dans la lutte contre les bactéries résistantes aux antibiotiques. À titre d'exemple, **la vancomycine**, produite par *Streptomyces orientalis*, est utilisée dans le traitement des souches de *Staphylococcus aureus résistantes à la méthycilline* (**Rokem et al., 2007**).

Plus de 740 antibiotiques ont été produits par le genre *Micromonospora* (Berdy, 2005).

Les **gentamicines C1, C1a et C2** qui sont produites par *M. purpurea* et *M. echinospora* ont une excellente activité contre *Staphylococcus aureus* et des espèces appartenant aux genres *Pseudomonas* et *Proteus*. (Wagman et Weinstein, 1980 ; Kumaret al., 2008).

La **sisomycine** et les **fortimicines** secrétées *M. inyonensis* et *M. olivoasterospora* respectivement ont le même spectre d'activité que les gentamicines et peuvent être utilisées contre les microorganismes résistants à la gentamicine. (Wagman et Weinstein, 1980).

D'autres molécules telles les **arisostatines A et B** (Furumai et al., 2000); les **lupacidines A, B et C** (Igarashi et al., 2007, 2011b) et la **maklamicine** (Igarashi et al., 2011a) possèdent une activité antimicrobienne et anti-cancéreuse.

Les espèces appartenant au genre *Actinoplanes* sont connues depuis longtemps par la production des antibiotiques.

A. teichomyceticus produit la **teichomycine A1** et la **teicoplanine** (ou **teichomycine A2**) qui sont actives contre les **bactéries à Gram positif** (Parenti et al., 1978 ; Malabarba et al., 1984).

La **philipimycine** secrétée par *A. philippinensis* MA7347 possède également une forte activité contre ces bactéries (Zhang et al., 2008).

Les **chuangxinmycines** se sont montrées efficaces dans le traitement des septicémies et des infections urinaires à *Escherichia coli* (Parenti et Coronelli 1979).

Des actinomycètes rares, tels *Saccharopolyspora*, isolés à partir de nombreuses plantes médicinales sont avérées douées de potentielle activité antimicrobienne (Sheng et al., 2013).

Aussi, les antibiotiques des genres : *Nocardia*, *nocardiosis* et *streptosporangium* ne sont pas de moindre importance que ceux produits par les genres décrits précédemment.

2-2/ Activité antifongique

La répartition selon la positivité des cas est présentée dans le **Tableau 19**.

Tab 19: résultat de l'activité antifongique des souches actinomycétales vis-à-vis des levures-tests

	C17	C28	C30	C 52
S ₁	+ (14)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₂	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₃	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₄	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₅	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₆	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₇	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₈	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₉	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)
S ₁₀	-(6)	-(6)	-(6)	-(6)

(-) :absence d'inhibition (diamètre de la zone d'inhibition = 6 mm),(+): présence d'une inhibition (diamètre de la zone mesurée).

C17:*Candida albicans*, C28 : *Candida albicans*, C30 : *Candida glabrata*,C52 :*Saccharomyces cerevisiae*52 PV.

Une seule souche S₁ a été active contre la souche test *candida albicans* (C17) (Tab 17)

Les 03 souches *Candida albicans* (C28), *Candida glabrata* (C30) et *Candida albicans* (17) ont présenté une résistance aux molécules antifongiques produites par nos actinomycètes.

Les levures causent de graves pathologies qui touchent l'homme telles les mycoses candidosiques ou candidoses dont l'agent causal principal est *Candida albicans*. Cette levure est à l'origine d'infections superficielles qui peuvent affecter aussi bien le revêtement cutané et les phanères (ongles, poils, cheveux), que les muqueuses (digestives et urogénitales), ou de mycoses profondes qui touchent de nombreux organes, notamment le foie, la rate, les reins, les os et les articulations (Boucharaet al.; 2010).

Nos résultats indiquent qu'une seule souche est active et a donc pu produire des molécules antifongiques.

Par comparaison aux données bibliographiques des chercheurs on a trouvé que les travaux de Taechowisanet al., 2005 et Bouizgarneet al., 2006, démontrent que les actinomycètes appartenant au genre *Streptomyces* sont capables de produire des antifongiques.

Les travaux de Alimuddinet al., 2010 confirment également les mêmes résultats.

Aussi, les données bibliographiques ont mentionné quelques noms de molécules antifongiques produites par les genres précédemment identifiés.

Lanystatine, produite par *Streptomycesnoursei* est utilisée comme antifongique pour lutter contre les infections causées par *Candida albicans*. (Rokemet *et al.*, 2007).

L'amphotéricine B secrétée par *Streptomycesnodosus* possède un effet fongicide très efficace (Smaoui, 2010).

Nocardiopsis sp. VITSVK 5(FJ973467) a une activité antifongique contre *Candida cruzei*, *C. tropicalis* et *C. albicans* par comparaison à la streptomycine (Vimal *et al.*, 2009).

Il est intéressant de noter que nos résultats sont captivants et méritent d'être poursuivis.

Conclusion et perspective

La résistance des bactéries et des levures aux antibiotiques est un problème d'actualité.

Dans cette étude nous avons testé l'activité antimicrobienne de dix (10) actinomycètes par la technique des cylindres d'agar vis-à-vis de treize bactéries : *Salmonella enteridis*, *Pseudomonas*, *Citrobacter freundii*, *Escherichia coli*, *Morganella morganii* d'origine clinique, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus coagulans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* d'origine clinique, *Enterococcus*, *Bacillus sp* et quatre levures : 03 souches de *Candida albicans* et 01 souche de *Saccharomyces cerevisiae*.

D'après nos résultats, il en ressort que :

- Les dix (10) souches actinomycétales se sont montrées positives contre **42** microorganismes tests, ce qui signifie un taux de positivité de **25%(42 cas)**.
- **L'activité antibactérienne** de nos souches actinomycétales est fortement **supérieure (98%) à l'activité fongique (02%)**.
- L'activité antibactérienne de nos souches contre les bactéries-tests à coloration de Gram négative apparaît plus importante (**68%**) que celle contre les bactéries à coloration de Gram positive (**32%**).
- Parmi le groupe des bactéries à Gram positif, les espèces appartenant au genre *Staphylococcus* sont peu ou pas touchées par l'effet inhibiteur des dix (10) souches actinomycétales étudiées.
- Parmi le groupe des bactéries à Gram négatif, **les entérobactéries** sont les plus sensibles à l'effet de nos souches actinomycétales.
- Les plus grandes valeurs des zones d'inhibition pour chaque bactérie test ont été enregistrées avec cinq (05) souches actinomycétales parmi les dix (10) souches étudiées; à savoir :

- ❖ La souche **S₆** contre *Klebsiella sp*, *Morganella morganii*, *Citrobacter freundii* et *Escherichia coli* avec des diamètres d'inhibition de 16 mm, 14 mm, 13 mm et 12 mm respectivement.
 - ❖ La souche **S₉** contre *Bacillus sp* et *Pseudomonas aeruginosa* avec un diamètre d'inhibition de 30 mm, et contre *Enterobacter cloacae* avec un diamètre d'inhibition de 25 mm.
 - ❖ La souche **S₁₀** contre *Salmonella enteridis*, *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae* avec des diamètres d'inhibition de 36 mm, 21 mm et 18 mm respectivement.
 - ❖ La souche **S₄** contre *Enterococcus sp* avec un diamètre d'inhibition de 15 mm.
 - ❖ Les souches **S₄** et **S₅** contre *Enterobacter cloacae* avec un même diamètre d'inhibition de 07 mm.
- La plus grande zone d'inhibition a été obtenue donc avec la souche **S₁₀** contre *Salmonella enteridis* avec un diamètre de **36mm**.
 - Quoique la souche **S₈** soit la 1^{ère} classée, concernant l'importance de l'activité, elle n'a enregistré aucune valeur maximale de zone d'inhibition.
 - Une seule souche, la souche **S₁** a été active contre la souche test *Candida albicans* (C17) tandis que les 03 souches : *Candida albicans* (C28), *Candida glabrata* (C30) et *Candida albicans* (52) ont présenté une résistance aux molécules antifongiques produites par nos actinomycètes.

En perspectives pour cette étude, il est recommandé :

- D'identifier avec exactitude les souches, jusqu'au niveau de l'espèce par les caractéristiques physiologiques, chimiotaxonomiques et moléculaires plus approfondies.
- D'étudier la cinétique de la production des substances antibactériennes et antifongiques.
- De procéder à l'analyse structurale de ces métabolites par des techniques chromatographiques et spectrométriques.

Résumé

Notre travail s'est intéressé à l'étude de 10 souches actinomycétales et a porté sur une identification morphologique (macroscopique et microscopique) ainsi qu'une mise en évidence de leur aptitude à produire des molécules antibactériennes et antifongiques contre microorganismes-tests, qui sont des souches :

- ❖ ATCC : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 - *Salmonella enteredis* ATCC 1237-*Citrobacter freundii* ATCC 22 -*Enterobacter cloaceae* ATCC 5230 -*Staphylococcus coagulans* ATCC 5471 - *Bacillus sp* -*Klebsiella sp*- *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603
- ❖ D'origine clinique :

Echerichia coli ATCC 113 , *Staphylococcus aureus* 118, *Salmonella* Issus établissement hospitalo-universitaire Ben-Badis de constantine CHU

Candida 30 pv : C30 , *Candida* 28pv : C28, *Candida* 51 pv : C17, *Saccharomyces cerevisiae* : C52, *Morganella morganii* clinique 295, *Staphylococcus aureus* clinique ST CT 697 Hopital militaire Regional Universitaire de Constantine(HMRUC)

Pseudomonas aeruginosa ATCC13- *Enterococcus sp* 43- -*Klebsiella sp*. Clinique rénale-DAKSI- de constantine

Nos résultats ont démontré que :

- Les dix (10) souches étudiées appartiennent aux genres : *Streptomyces* ; *Streptosporangium* ; *Saccharopolyspora* ; *Nocardiopsis* ; *Actinoplanes* ; *Micromonospora* et *Nocardia*.
- Nos souches actinomycétales se sont montrées **positives** contre **42** microorganismes tests, se qui signifie un taux de positivité de **25% (42 cas)**.
- **L'activité antibactérienne** de nos souches actinomycétales est fortement **supérieure (98%) à l'activité fongique (02%)**.

- L'activité antibactérienne de nos souches contre les bactéries-tests à coloration de Gram négative apparaît plus important (**68%**) que celle contre les bactéries à coloration de Gram positive (**32%**).
- Parmi le groupe des bactéries à Gram positif, les espèces appartenant genre *Staphylococcus* sont peu ou pas touchées par l'effet inhibiteur des **dix (10)** souches actinomycétales étudiées.
- Parmi le groupe des bactéries à Gram négatif, **les entérobactéries** sont les plus sensibles à l'effet de nos souches actinomycétales.
- La souche **S8** a pu inhiber le plus grand nombre de microorganismes : **07 bactéries**.
- La plus grande zone d'inhibition a été obtenue avec la souche **S10** contre *Salmonella enteridis* avec un diamètre de **36mm**.
- Quoique la souche **S8** soit la **1^{ère}** classée, concernant l'importance de l'activité, elle n'a enregistré aucune valeur maximale de zone d'inhibition.
- Une seule souche avait une activité antifongique : **la souche S1** qui a été active contre la souche test *Candida albicans* (**C17**) tandis que les 03 souches : *Candida albicans* (**C28**), *Candida glabrata* (**C30**) et *Saccharomyces cerevisiae* (**52**) ont présenté une résistance aux molécules antifongiques produites par nos actinomycètes.

Mots clés : Actinomycètes, antibiotiques, antifongiques, *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Nocardia*.

ABSTRACT

In the present study, ten (10) actinomycetes strains were morphologically characterized (using macroscopic and microscopic examination); and their ability to produce antibacterial and antifungal molecules against ATCC and clinical strains were studied.

The strains were:

- ❖ ATCC strains : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 - *Salmonella enteridis* ATCC 1237-*Citrobacter freundii* ATCC 22 –*Enterobacter cloacae* ATCC 5230 -*Staphylococcus coagulans* ATCC 5471 - *Bacillus sp* - *Klebsiella sp*- *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603

- ❖ Clinical strains :

Echerichia coli ATCC 113, *Staphylococcus aureus* 118, *Salmonella* collected from university hospital IbnBadis Constantine

Candida 30 pv : C30, *Candida* 28pv : C28, *Candida* 51 pv : C17, *Saccharomyces cerevisiae* : C52, *Morganella morgani* clinique 295, *Staphylococcus aureus* clinique ST CT 697 collected from Regional Military Hospital of Constantine University (RMHCU)

Pseudomonas aeruginosa ATCC13- *Enterococcus* sp 43- -*Klebsiella sp.* collected from renal clinical-DAKSI –constantine

The results showed that:

- The actinomycetal strains were found to be belonging to the genera: *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Saccarhropolyspora*, *Nocardiopsis*, *Actinoplanes*, *Nocardia* and, *Micromonospora*.
- Our actinomycetal strains were positive against 42 test microorganisms, which meant a rate of positivity of 25% (42 cases).
- The antibacterial activity of our strains was strongly superior (98%) when compared to the fungal activity (02%). And it appeared more important against Gram Negative bacteria-tests (68%) than against Gram positive (32%).

- Among the group of Gram-positive bacteria, the species belonging to the genus *Staphylococcus* are little or not affected by the inhibitory effect of the ten (10) actinomycetal strains studied.
- Among the group of Gram-negative bacteria, the **Enterobacteriaceae** are the most sensitive to the effect of our actinomycetal strains.
- The strain **S8** was able to inhibit the **largest number** of microorganisms: **07** bacteria.
- The largest zone of inhibition was obtained with strain S10 against *Salmonella enteridis* with a diameter of **36mm**.
- Even that the strain S8 was the 1st classified, concerning the importance of the activity, it has recorded no maximum value of zone of inhibition.
- A single strain had an antifungal activity: the strain **S1** which has been **active** against the test strain *Candida albicans* (C17) while the 03 strains: *Candida albicans* (C28), *Candida glabrata* (C30) and *Saccharomyces cerevisiae* (52) presented a resistance to antifungal molecules produced by our actinomycetes.

Key words: Actinomycetes, antibiotics, antibacterial, antifungal, *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Saccharopolyspora*, *Nocardiosis*,

ملخص

لقد تمت دراستنا على 10 عزلات أكتينومييسا وهدفت إلى تشخيص أولي لها وذلك بالاعتماد على صفاتها المظهرية الزرعية و المجهرية و من ثم دراسة قدرتها على إنتاج المضادات الحيوية و ذلك بتثبيط انواع من البكتيريا و هي:

*عزلات ATCC

Staphylococcus aureus ATCC 25923 -*Salmonella enteredis* ATCC 1237-*Citrobacter freundii* ATCC 22 -*Enterobactercloaceae* ATCC 5230 -*Staphylococcus coagulas* ATCC 5471 -*Bacillus sp* -*Klebsiellasp*-*Klebsiellapneumoniae* ATCC 700603

*عزلات ذات منشأ عيادي جمعت من المركز المستشفى الجامعي عبد الحميد بن باديس قسنطينة :

Echerichia coli ATCC 113 ,*Staphylococcus aureus* 118, *Salmonella*

*عزلات من المستشفى العسكري – المدينة الجديدة علي منجلي:

Candida 30 pv : C30 ,*Candida* 28pv : C28, *Candida* 51 pv : C17,*Saccharomyces cerevisiae* : C52,*Morganella morganii* clinique 295,*Staphylococcus aureus* clinique ST CT 697.

*عزلات من مصلحة أمراض الكلى بعيادة الدقيسي- قسنطينة:

Pseudomonas aeruginosa ATCC13 - *Enterococcus* sp 43- -*Klebsiellasp*.

بينت النتائج المحصل عليها أن العزلات الأكتينومييسيا تنتمي الى الأنواع التالية : *Streptomyces*,*Streptosporangium*,

Micromonospora, *Nocardia*, *Saccharopolyspora*, *Nocardiosis*, *Actinoplans*

أظهرت اختبارات المضادات الحيوية ما يلي:

- بينت العزلات العشر نشاطا ضد 42 جرثومة مختبرة مختلفة، مايعني نسبة ايجابية مقدرة ب 25 % (42حالة)
- كان النشاط المضاد للبكتيريا لعزلات الاكتينومييسيا عاليا جدا (98%) مقارنة بالنشاط المضاد للفطريات (02%)، كما انه كان هاما ضد البكتيريا السالبة لصبغة غرام (68%)، مقارنة بالبكتيريا الموجبة لصبغة غرام (32%).
- من ضمن البكتيريا الموجبة لصبغة غرام ، لم تتأثر او تأثرت قليلا مجموعة ال *Staphylocoques* بالتأثير المثبط لعزلات الاكتينومييسيا العشر المدروسة، في حين اظهرت مجموعة ال *entérobactéries* تنتمي الى البكتيريا السالبة لصبغة غرام حساسية لذلك التأثير.
- كان للعزلة رقم 8 القدرة على تثبيط اكبر عدد من بكتيريا الاختبار حيث تثبتت نمو 7 بكتيريات
- اظهرت العزلة رقم 10 اكبر منطقة تثبيط (zone d'inhibition)، قدرت ب: mm36 و ذلك ضد البكتيريا *Salmonella enteridis*.

- بينت عزلة واحدة فقط من ضمن العشر عزلات المدروسة نشاطا مضادا للفطريات, تتمثل في العزلة رقم: 01 ضد الخميرة المختبرة *Candida albicans* .
- و قاومت باقي الخمائر الجزيئات المضادة للفطريات التي انتجتها عزلات *actinomyces* المدروسة

كلمات مفتاحية : *actinomyces*, مضادات حيوية , نشاط مضاد للبكتيريا , نشاط مضاد

الفطريات, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Nocardiosis*

Annexes

Milieux d'identification

- **Milieu ISP2 (International *Streptomyces* Project 2)**

Glucose	4 g
Extrait de levure	4 g
Extrait de malt	10 g
Eau distillée	1000 ml
Agar	20 g
pH=7,2	

- **Milieu ISP5(International *Streptomyces* Project 5)**

Glycérol	10 g
K ₂ HPO ₄	1 g
L-Asparagine	1 g
Solution saline standard	1 ml
Agar	20 g
Eau distillée	1000 ml
pH= 7.4	

Solution saline standard

FeSO ₄ - 7H ₂ O	0.1 g
MnCl ₂ -4H ₂ O	0.1 g
ZnSO ₄ -7H ₂ O	0.1 g
Eau distillée	100 ml

- **Milieu ISP6 (International *Streptomyces* Project 6)**

Peptone	20 g
Citrate ferrique d'ammonium	0.5 g
K ₂ HPO ₄	1 g
Thiosulfate de sodium	0.08 g
Extrait de levure	1 g
Agar	20 g
Eau distillée	1000 mL
pH= 7	

- **Milieu ISP7 (International *Streptomyces* Project 7)**

Glycérol	15 g
L-tyrosine	0.5 g
L-asparagine	1 g
K ₂ HPO ₄	0.5 g
Na Cl	0.5 g
FeSO ₄ -7H ₂ O	0.01 g
Solution saline standard	1 ml
Agar	20 g
Eau distillée	1000 mL
pH=7,2-7,4	

Solution saline standard

FeSO ₄ - 7H ₂ O	0.1 g
MnCl ₂ -4H ₂ O	0.1 g
ZnSO ₄ -7H ₂ O	0.1 g
Eau distillée	100 ml

- **Gélose 172F modifiée**

Glucose	10g
Extrait de levure	5g
Amidon	10g
Casitone	5g
MgSO ₄ -7H ₂ O	2.5g
CaSO ₄ -2H ₂ O	2g
Eau distillée	1000 ml
Agar	15g
pH=7- 7.2	

- **Milieu Bennett's-Glycerol**

Glycérol	10g
Casitone	2g
Extrait de levure	1g
Extrait de bœuf	1g
Eau distillée	1000 ml
Agar	20g
pH= 7	

- **Gélose nutritive**

Peptone	5g
Extrait de viande	1g
Extrait de levure	2g
Nacl	5g
Agar	15g
Eau distillée	1L
pH : 7,4	

- **Mueller-Hinton**

infusion de viande de bœuf	300,0 ml
peptone de caséine	17,5 g
amidon de maïs	1,5 g
agar	17,0 g
pH = 7,4	

- **gélose Sabaouroud**

Peptone	10 g
Glucose massé	20 g
Agar-agar	15 g
Eau distillée	1 L
vitamines et facteurs de croissance	
pH = 6,0	

- **Violet de Gentiane**

Violet de Gentiane	1g
Ethanol	10ml
Phenol	2g
Eau distillée	100 ml

- **La solution de lugol**

iodure de potassium	2g
Iode métalloïde I ₂	1g
Eau distillée	100ml

LE nuancier RAL

(<http://www.toutes-les-couleurs.com/nuancier-ral.php>)

Les teintes de jaune

RAL 1013	234-230-202	#EAE6CA	Perlweiß	Oyster white	Blanc perlé	Blanco perla	Bianco perla	Parelwit
RAL 1014	225-204-079	#E1CC4F	Elfenbein	Ivory	Ivoire	Marfil	Avorio	Ivoorkleurig
RAL 1015	230-214-144	#E6D690	Hellelfenbein	Light ivory	Ivoire clair	Marfil claro	Avorio chiaro	Licht ivoorkleurig
RAL 1016	237-255-033	#EDFF21	Schwefelgelb	Sulfur yellow	Jaune soufre	Amarillo azufre	Giallo zolfo	Zwavelgeel
RAL 1017	245-208-051	#F5D033	Safrangelb	Saffron yellow	Jaune safran	Amarillo azafrán	Giallo zafferano	Saffraangeel
RAL 1018	248-243-053	#F8F32B	Zinkgelb	Zinc yellow	Jaune zinc	Amarillo de zinc	Giallo zinco	Zinkgeel
RAL 1019	158-151-100	#9E9764	Graubeige	Grey beige	Beige gris	Beige agrisado	Beige grigiastro	Grijsbeige
RAL 1020	153-153-080	#999950	Olivgelb	Olive yellow	Jaune olive	Amarillo oliva	Giallo olivastro	Olijfgeel
RAL 1021	243-218-011	#F3DA0B	Rapsgelb	Rape yellow	Jaune colza	Amarillo colza	Giallo navone	Koolzaadgeel
RAL 1023	250-210-001	#FAD201	Verkehrsgelb	Traffic yellow	Jaune signalisation	Amarillo tráfico	Giallo traffico	Verkeersgeel
RAL 1024	174-160-075	#AEA04B	Ockergelb	Ochre yellow	Jaune ocre	Amarillo ocre	Giallo ocre	Okergeel
RAL 1026	255-255-000	#####F00	Leuchtgelb	Luminous yellow	Jaune brillant	Amarillo brillante	Giallo brillante	Brijlantgeel
RAL 1027	157-145-001	#9D9101	Currygelb	Curry	Jaune curry	Amarillo curry	Giallo curry	Kerriegeel

RAL	RGB (approx.)	HEX (approx.)	Deutsch	English	Français	Español	Italiano	Nederlands
RAL 1000	190-189-127	#BEBD7F	Grünbeige	Green beige	Beige vert	Beige verdoso	Beige verdastro	Groenbeige
RAL 1001	194-176-120	#C2B078	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige	Beige
RAL 1002	198-166-100	#C6A664	Sandgelb	Sand yellow	Jaune sable	Amarillo arena	Giallo sabbia	Zandgeel
RAL 1003	229-190-001	#E5BE01	Signalgelb	Signal yellow	Jaune de sécurité	Amarillo señales	Giallo segnale	Signaalgeel
RAL 1004	205-164-052	#CDA434	Goldgelb	Golden yellow	Jaune or	Amarillo oro	Giallo oro	Goudgeel
RAL 1005	169-131-007	#A98307	Honiggelb	Honey yellow	Jaune miel	Amarillo miel	Giallo miele	Honinggeel
RAL 1006	228-160-016	#E4A010	Maisgelb	Maize yellow	Jaune mais	Amarillo maiz	Giallo polenta	Maisgeel
RAL 1007	220-156-000	#DC9D00	Narzissengelb	Daffodil yellow	Jaune narcisse	Amarillo narciso	Giallo narciso	Narcissengeel
RAL 1011	138-102-066	#8A6642	Braunbeige	Brown beige	Beige brun	Beige pardo	Beige marrone	Bruinbeige
RAL 1012	199-180-070	#C7B446	Zitronengelb	Lemon yellow	Jaune citron	Amarillo limón	Giallo limone	Citroengeel
RAL 1013	234-230-202	#EAE6CA	Perlweiß	Oyster white	Blanc perlé	Blanco perla	Bianco perla	Parelwit
RAL 1014	225-204-079	#E1CC4F	Elfenbein	Ivory	Ivoire	Marfil	Avorio	Ivoorkleurig

RAL 1000	RAL 1001	RAL 1002	RAL 1003	RAL 1004
Beige vert	Beige	Jaune sable	Jaune de sécurité	Jaune or
RAL 1005	RAL 1006	RAL 1007	RAL 1011	RAL 1012
Jaune miel	Jaune maïs	Jaune narcisses	Beige brun	Jaune citron
RAL 1013	RAL 1014	RAL 1015	RAL 1016	RAL 1017
Blanc perlé	Ivoire	Ivoire clair	Jaune soufre	Jaune safran
RAL 1018	RAL 1019	RAL 1020	RAL 1021	RAL 1023
Jaune zinc	Beige gris	Jaune olive	Jaune colza	Jaune trafic
RAL 1024	RAL 1026	RAL 1027	RAL 1028	RAL 1032
Jaune ocre	Jaune brillant	Jaune curry	Jaune melon	Jaune genêt
RAL 1033	RAL 1034	RAL 1035	RAL 1036	RAL 1037
Jaune dahlia	Jaune pastel	Beige nacré	Or nacré	Jaune soleil

Les Teintes de orange

RAL 1028	244-169-000	#F4A900	Melonengelb	Melon yellow	Jaune melon	Amarillo melón	Giallo melone	Meloengeel
RAL 1032	214-174-001	#D6AE01	Ginstergelb	Broom yellow	Jaune genêt	Amarillo retama	Giallo scopa	Bremgeel
RAL 1033	243-165-005	#F3A505	Dahliengelb	Dahlia yellow	Jaune dahlia	Amarillo dalia	Giallo dahlien	Dahliageel
RAL 1034	239-169-074	#EFA94A	Pastellgelb	Pastel yellow	Jaune pastel	Amarillo pastel	Giallo pastello	Pastelgeel
RAL 1035	106-093-077	#6A5D4D	Perlbeige	Pearl beige	Beige nacré	Beige perlado	Beige perlato	Parelmoergrijs
RAL 1036	112-083-053	#705335	Perfgold	Pearl gold	Or nacré	Oro perlado	Oro perlato	Parelmoergoud
RAL 1037	243-159-024	#F39F18	Sonnengelb	Sun yellow	Jaune soleil	Amarillo sol	Giallo sole	Zonnegeel
RAL 2000	237-118-014	#ED760E	Gelborange	Yellow orange	Orangé jaune	Amarillo naranja	Arancio giallastro	Geeloranje
RAL 2001	201-060-032	#C93C20	Rotorange	Red orange	Orangé rouge	Rojo anaranjado	Arancio rossastro	Roodoranje
RAL 2002	203-040-033	#CB2821	Blutorange	Vermilion	Orangé sang	Naranja sanguineo	Arancio sanguigno	Vermiljoen
RAL 2003	255-117-020	#FF7514	Pastellorange	Pastel orange	Orangé pastel	Naranja pálido	Arancio pastello	Pasteloranje
RAL 2004	244-070-017	#F44611	Reinorange	Pure orange	Orangé pur	Naranja puro	Arancio puro	Zuiver oranje

Les teintes de gris

RAL 6003	066-070-050	#424632	Olivgrün	Olive green	Vert olive	Verde oliva	Verde oliva	Olijfgroen
RAL 6004	031-058-061	#1F3A3D	Blaugrün	Blue green	Vert bleu	Verde azulado	Verde bluastro	Blauwgroen
RAL 6005	047-069-056	#2F4538	Moosgrün	Moss green	Vert mousse	Verde musgo	Verde muschio	Mosgroen
RAL 6006	062-059-050	#3E3B32	Grauliv	Grey olive	Olive gris	Oliva grisáceo	Oliva grigiastro	Grijs olijfgroen
RAL 6007	052-059-041	#343B29	Flaschengrün	Bottle green	Vert bouteille	Verde botella	Verde bottiglia	Flessegroen
RAL 6008	057-053-042	#39352A	Braungrün	Brown green	Vert brun	Verde parduzco	Verde brunastro	Bruingroen
RAL 6009	049-055-043	#31372B	Tannengrün	Fir green	Vert sapin	Verde abeto	Verde abete	Dennegroen

Référence
Référence

A

- Aboul - Enein A., About elalla F., Serour E., Hussien T. (2010). International Journal of Academic Research. 2: 81-85.
- Alimuddin Widya Asmara , Jaka Widada Mustofa and Reni Nurjasmi (2010). An Actinomycetes producing anticandida Isolated from Cajuput rhizosphere: partial identification of isolates and amplification of pks-Igenes. Indonesian Journal of Biotechnology. 15, No. 1, pp. 1-8.
- Arifuzzaman, Khatun, Rhaman (2010). Isolation and screening of actinomycetes from sunderbans soil for antibacterial activity. African journal of biotechnology. 9 : 4615- 4619.
- Arnould JF et Le Floch R .(2015) .Journal of Euro-Mediterranean Council for Burns and Fire Disasters –MBC.(1): 21–28.
- Atta, H.M. (2010). Production, purification, physico-chemical characteristics and biological activities of antifungal antibiotic produced by *Streptomyces antibioticus*, AZ-Z710. American-Eurasian J. Sci. Res. 5 (1): 39–49.
- Aujjar N, Attarassi B, Elhaloui N and Badoc A. (2006). Multirésistance aux antibiotiques de *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescences* et *Staphylococcus aureus* et survie sur divers tissus hospitaliers. Bull. soc. Pharm. Bordeaux. 145 : 61-76.
- Awad, H. M., K. Y. I. El-Shahed, A. El-Monaem, M. El-Nakkadi (2009) . Isolation screening of newly isolated soil streptomyces (*Streptomyces sp.*NRC-35) for β -Lactamase inhibitor production. World Appl. Sci. J. 5: 637-346.

B

- Batard E, El kouri D, potel G. (2007). Infections à staphylocoques : aspects cliniques et bactériologiques.e Em consult edition Elsevier masson SAS .7 : 41678-7
- Berche p, Gaillard J, Simonet M (1989). Les bactéries des infection humaines .1 : 100-101-102-123-236-274.
- Ben Haj Khalifa.A et Khedher. M. (2010). Epidémiologie des souches de Klebsiella spp.uropathogènes productrices de B-lactamases à spectre élargi dans un hopital universitaire Tunisien. pathologie Biologie 60 e1-e5.
- Botelho-Nevers E., Gouriet F., Lepidi H., Couvret A., Amphoux B., Dessi P., Raoult D. (2007).Chronic nasal infection caused by Klebsiella rhinoscleromatis or Klebsiella ozaenae: two forgotten infectious diseases. International Journal of Infectious Diseases .11 : 423—429.
- Bouchra J-F, pihet M, Gentile L, Cimon B, Chabasse D.(2010). Les levures et levuroses cahierd RE .44 : 118-144 -122-157-158-159-160

- Bouchara J-F., Pihet M., De Gentile L et Chabasse D. (2010). Les levures et levuroses. Cahier de bioformation Biologie médicale. N° 44 :14-34.
- Bouizgarne, B., Hadrami, I.E., Ouhdouch, Y. (2006). Novel production of isochainin by a strain *Streptomyces sp.* Isolated from rhizosphere soil of the indigenous Moroccan plant *Argania spinosa* L. World Jour. Microbio. Biotech. 22 : 423-429.
- Boukadida J., Salem N., Hannachi N., Monastiri K., Snoussi N. (2002). Exploration génotypique d'une bouffée épidémique nosocomiale néonatale à *Klebsiella pneumoniae* productrice de bêtalactamase à spectre étendu. Arch Pédiatr . 9 :463-8.
- Brisse S., Duijkeren E V. (2004). Identification and antimicrobial susceptibility of 100 *Klebsiella* animal clinical isolates. Veterinary Microbiology : 105 -307 -312.

C

- Carpentier M., Appere V., Saliou P., de Tinteniac A., Floch H., Le Gall F., M. Cosse M., El Bouyousfi M., Baron R., Boles J-M., Jourdain S., B. Lejeune., B. Nancy., G. Prat., D. Tande., M. Virmaux., J.-P. Wargnier., R. Garlantézec. (2012). Outbreak of extended spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in an intensive care unit (Brest). Médecine et maladies infectieuses. 42 :501–509.
- CelmerWD, Cullen WP, Moppett CE, Routien JB,Watts PC, Shibakawa R, Tone J (1978). Polypeptide antibiotic produced by new subspecies of *Streptosporangium*. US Patent 4,083,963.
- Ceylan O; Okmen G; Ugur A. (2008). Isolation of soil *Streptomyces* as source antibiotics active against antibiotic resistant bacteria. European Asian journal of biological sciences. 2 : 73 -82.
- CHAKER H. (2012) .Regulation de l'adaptation de la bacterie *Pseudomonas aeruginosa* a son hote : implication des metabolites du tryptophane.
- Chou Y.Y., Chiu S-K., Lai H-C. And Chang F-Y. (2009). Tubo-ovarian abscess with *Morganella Morganii* bacteremia. J Microbiol Immunol Infect. 42: 357-359.
- Choulet. F. (2006). Evolution du génome des *Streptomyces* : transfert horizontal et variabilité des extrémités chromosomiques. Thèse de Doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy . 1 : 210.
- Courvalin, P., R. Leclercq, and E. Bingen. 2006. AntibioGramme.2:142-162- 227-246-263-277.
- Cwala Z., Igbinosa E. O. and Okoh A. I. (2011). Assessment of antibiotics production potentials in four actinomycetes isolated from aquatic environments of the Eastern Cape Province of South Africa. African Journal of Pharmacy and Pharmacology . 5 (2): 118-124.

D

- Dairi. T. (2005). Studies on Biosynthetic Genes and Enzymes of Isoprenoids Produced by Actinomycetes. J. Antibio.58.4: 227-243.

- Das.S, Lyla.P.S and Khan.S.A , (2008). Characterization and identification of marine actinomycetes existing systems, complexities and future directions Natl acad Sci lett. 31 : no. 5&6. 149-160.
- David B. Adimpong , Kim I. Sørensen , Thorsen ligne , Birgitte Stuer-Lauridsen , Warda S. Abdelgadir , Dennis S. Nielsen , Patrick MF DERKX et Lene Jespersen. (2012). Susceptibilité antimicrobienne de Bacillus souches isolées à partir Entrées primaires pour l' Afrique La production de pain traditionnel et caractérisation de la bacitracine Operon et Bacitracine biosynthèse. 78 no : 22, 7903-7914.
- Davis, B. D. 1987. Mechanism of bactericidal action of aminoglycosides. Microbiol.Rev. 51:341-350.
- De Jager D, Sheldona M.S, Edwards W. Modelling . (2009). growth kinetics of *Streptomyces coelicolor* A3 (2) in a pressurized membrane gradostat reatoc (MGR).Enzyme and Microbial Technology. 45: 449-456.
- Demain, A.L ; and Lancini. G. (2006). Bacterial Pharmaceutical Products. In: Procaryotes. 1: 812–833.
- Dommergues Y., et Mangenot F., (1970). Ecologie microbienne du sol. Masson et Cie (Eds.), Paris.

E

- El Fertas-Aissani R., Messai Y., Alouache S., Bakour R. (2012).Virulence profiles and antibiotic susceptibility patterns of Klebsiella pneumoniae strains isolated from different clinical specimens. PATBIO-3048; No. 8.
- El Fertas-Aissani R., Messai Y., Alouache S., Bakour R. (2013).Virulence profiles and antibiotic susceptibility patterns of Klebsiella pneumoniae strains isolated from different clinical specimens. 61: 210.
- Emelda E. J and Vijayalakshmi N (2012). Isolation and Screening of Antibiotic Producing Soil Actinomycete for Antimicrobial Activity. Developmental Microbiology and Molecular Biology. 3 (1) :47-54.
- Ensign J.C., Normand p., Burden J.P. and Yallop C.A. (1993). Physiology of some actinomycetes genera. Rev. Microbiol. 144 : 657-660.

F

- Floret, D. (2009).[Immunitization: process of elaborating guidelines and their evolution in France]. Ann Pharm Fr: 219-223.

G

- Getha, K., Vikineswary, S., Wong, W.H., Seki, T., Ward, A., 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.
- Ghazal SA, Abd El-Aziz ZK (1993).Sporangiiosomycin, a new chromopeptolide antibiotic produced by *Streptosporangium roseum subsp.antibioticus subsp. nova*. *Al-Azhar Bull Sci* 4:265–274.
- Goodfellow M. and Williams S.T. (1983). Ecology of actinomycetes. *Ann. Rev. Microbiol.* 37: 189-216.
- Goodfellow M., Williams S.T. and Mordarski M. (1984). Introduction to and importance of the actinomycetes. In: « The biology of the actinomycetes », Goodfellow M., Williams S. and Mordarski M. (Eds.). London: Academic Press : 1-6.
- Goodfellow M (2012). Phylum XXVI. Actinobacteria phyl. nov. In: Whitman WB, Goodfellow M, Kämpfer P, Busse HJ, Trujillo ME, Ludwig W, Suzuki KI, Parte A (eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol 5, 2nd edn, The Actinobacteria, Part B. Springer, New York : 33–34.
- Grafe U (2000). Secondary metabolites: from past to present. In: *Drugs discovery from nature*. Grabley, S., R. Thiericke (eds.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg :117-123.

H

- Hacene H, Boudjellal F, Lefebvre G (1998) AH7, a non polyenic antifungal antibiotic produced by a new strain of *Streptosporangium roseum*. *Microbios.* 96:103–109.
- Hernandez A., Lopez J. G., Arenas M., Santamaria R., Diaz M., Fernandez J. M et al., (2008). Xylan- binding xylanase Xyl 230 from *Streptomyces avermitilis* cloning characterization and overproduction in solid state fermentation. *International Microbiology.* 11: 133-141.
- Holzapfel W., Brost I., Faerber P., Geisen R., Bresch H., Jany K-D., Mengu M., Jakobsen M., Steyn P. S., Teniola D., Addo P. (2002). Bacterial degradation of aflatoxin B1, ochratoxin A and/or zearalenone . *PCT Int. Appl* : 19.
- Hoshino, Y., Mukai, A., Yazawa, K., Uno, J., Ando, A., (2004). Transvalencin A, a thiazolidine zinc complex antibiotic produced by a clinical isolate of *Nocardia transvalensis* II. Structure elucidation. *J. Antibiot.* 57: 803–807.
- Hwang, B.K., Lim, S.W., Kim, B.S., Lee, J.Y., Moon, S.S., (2001). Isolation and in vivo and in vitro antifungal activity of phenylacetic acid and sodium phenylacetate from *Streptomyces humidus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 3739-3745.

I

- Ishizawa S. and Araragi M. (1976). Composition of actinomycetes population in soil. In: Actinomycetes, the boundary microorganisms. Arai T. (Eds.) Toppan Co. Ltd, Tokyo : 97-107.

J

- Jaradat Z., Dwagreh A., Ababneh Q., Saadoun I. (2008). Influence of culture condition on cellulose production by *Streptomyces* sp (Strain J2). Biological Sciences. 1: 141-164.
- Jean Freney, François Renaud, Willy Hansen, Claude Bollet (1994) . Manuel de bactériologie clinique. Réimprimée : 1128.
- Joly B et Reynaud A. (2002). Entérobactéries. Systématique et méthodes de diagnostic : 79-80-83.
- Jyotish Yadav, Upendra Thapa Shrestha, Kiran Babu Tiwari, Gyan Sundar Sahukhal and Vishwanath Prasad Agrawal (2008). Streptomycin–Like Antibiotic from *Streptomyces spp.* Isolated from Mount Everest Base Camp. Nepal Journal of Science and Technology 9 : 73-77.

K

- Kadiri Sunanda K, Umadevi K , Apparao Allam (2009). Investigations on Marine Actinomycetes from Bay of Bengal near Gangavaram Coast of Andhra Pradesh. Journal of Pharmacy Research .2 (11) : 1754-1756.
- Kang J. H., Kondo.F. (2004). *Streptomyces* sp strain isolated from river water has high bisphenol A degradability. Letters in Applied Microbiology. 39: 178-180.
- Keulen G.v, Jonkers H.M., Claessen D, Dijikhuizen L, Wosten H.A.B. (2003). Differentiation and Anaerobiosis in Standing Liquid Cultures of *Streptomyces coelicolor*. Journal Of bacteriology. 185 ,4 : 1455-1458.
- Khan M. R., Saha M. L., Zuha S. B. (2008). Bacteria and actinomycetes growing on floppy and compact discs under ambient conditions. Bangladash Journal of antibiot ics. 37: 7-14.
- Kim J. H., Cho C. R., Um T. H. , Rhu J. Y., Kim E. S., Jeong J. W. and Lee H. R. (2007). Morganelle Morgani Sepsis with Massive Hemolysis. J Korean Med Sci. 22: 1082-1084.
- Kim S.B., Seong C.N., Jeon S.J., Bae K.S., et Goodfellow M., (2004). Taxonomic study of neurotolerant acidophilic actinomycetes isolated from soil and description of *Streptomyces yeochonensis* sp.nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54 : 211-214.
- Kitouni M. (2007). Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes. Identification moléculaire des souches actives et caractérisation préliminaire des substances élaborées. Thèse de Doctorat en Microbiologie appliquée. Université Mentouri - Constantine. Algérie : 170.

- Kokare et al (2004). Isolation of bioactive marine actinomycetes from sediments isolated from Goa and Maharashtra coastlines (west coast of India) . Indian Journal Of Marine Sciences. 33(3). pp248-256.
- Komiyama K, Sugimoto K, Takeshima H, Umezawa I (1977). A new antitumour antibiotic, sporamycin. J Antibiot 30:202–208.
- Korkmaz H., Unaldi M.N., Aslan B., Coral G., Arican B., Dinçer S. et al., (2003). Keratinolytic activity of *Streptomyces* Strain BA7 a new isolate from Turkey. Annals of Microbiology.53: 85-93
- Kumar S and Kannabiran K (2010). Antifungal activity of *Streptomyces* VITSVK5 spp. against drug resistant *Aspergillus* clinical isolates from pulmonary tuberculosis patients. Journal de Mycologie Médicale. 20:101-107.
- Kunnari, T., Tuikkanen, J., Hautala, A., Hakala, J., Ylihonko, K.,Mantsala, P. (1997). Isolation and characterization of 8-demethoxy steffimycins and generation of 2, 8-demethoxy steffimycins in *Streptomyces steffisburgensis* by the nogalamycin biosynthesis genes. J. Antibiot. 50 , 6: 496–501.

ℒ

- Lechevalier M.P. (1981). Ecological associations involving actinomycetes. In: Actinomycetes. Shaal and Pulverer (Eds.). Zbl. Bakt. suppl. 11: 159-166.
- Leclercq R. (2000). Résistance des staphylocoques aux antibiotiques. Ann. Fr Anesth. Réanim . 21 (5) : 375-383.
- Lilet. C ; Bourdon. J ; Toma. B ; N Marchal et Balbastre. C (1983) ;Bactériologie médicale et vétérinaire- systématique bactérienne ;Edition DOIN : 150-190.
- Li S., Chena C., Zhang H., Guo H., Wang H., Wang L., Zhang X., Huac S., Yu J., Xiao P.,Li R., Tan X. (2005). Identification of natural compounds with antiviralactivities against SARS-associated coronavirus. Antiv. Res. 67: 18–23.

ℳ

- Mane U.V., Deshmukh A.M. (2009).Chitin degrading potential of three aquatic actinomycetes and its optimization. African Journal of Biotechnology. 23: 6617-6620.
- Mariat F., Sebald M. (1990). Actinomycétales..In:Le Minor. L., Véron M. Bactériologie médicale.Medecine- Sciences.Flammation.France. Deuxième partie : 933- 999.
- Messai Y, Iabadene H, Benhassine T, Alouache S, Tazir M et Gautier V (2008). Prevalence and characterization of extended spectrum β -lactamases in *Klebsiella pneumonia* in Algiers hospitals (Algeria). Pathol Biol. 56 : 319-325.

- Mighélez E.M., Hardisson C. and Manzanal M.B. (2000). Streptomycetes: A new model to study cell death. *J. Cell. Biol.* 3: 153–158.
- Murata H, Kojima N, Harada K-I, Suzuki M, Ikemoto T, Shibuya T, Haneishi T, Torikata A (1989). Structural elucidation of aculescimycin. I: further purification and glycosidic bond cleavage of aculescimycin. *J Antibiot* .42:691–700.

N

- Nauciel C. (2005). ABREGES connaissances et pratique « Bactériologie médicale ». 2ème édition. MASSON, Paris : 83- 85.
- Nedjai S., Barguigua A., Djahmi N., Jamali L., Zerouali K., Dekhil M., Timinouni M. (2012). Prevalence and characterization of extended spectrum -lactamases in Klebsiella/Enterobacter-Serratia group bacteria, in Algeria. *Médecine et maladies infectieuses*. 42 : 20–29.
- Noemi Antal , Hans-Peter, Erko Stackebrandt, Winfried Beil, Karsten Stroch, Axel Zeeck (2005). Retymicin, Gathamycin B, Saquayamycin Z and Ribofurano Syllumichrome, Novel secondary metabolites from *Micromonospora* sp. TU6368. *J. Antibiot*. 58, 2 : 95-102.

O

- O’Hara, C.M., Brenner, F.W. and Miller, M., (2000) . Classification and identification, and clinical significance of *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. *Clinical Microbiology Reviews*. 13: 534-546.
- Omura S. (1992). Trends in the search for bioactive microbial metabolites. *J. ind. Microbiol.* 10: 135-156.
- Oulmi L. (2004). Identification d’actinomycetales isolés des eaux et de sol de sebkha. Optimisation des milieu de culture de sporulation et de croissance. Mémoire de Magistère en Biochimie et Microbiologie Appliquée. Université Mentouri- Constantine. Algérie : 84.

P

- Pandey A, Shukla A, Majumdar SK (2005). Utilization of carbon and nitrogen sources by *Streptomyces kanamyceticus* M27 for the production of an anti bacterial antibiotic. *Afr. J. Biotechnol.* 4: 909-910.
- Parungao MM, Maceda EBG, Villano MAF (2007). Screening of antibiotic-producing Actinomycetes from marine, brackish and terrestrial sediments of Samal Island, Philippines. *J. Res. Sci. Comput. Eng.* 4: 29-38.

- Patel et al. (2014). Dynamism of Antimicrobial Activity of Actinomycetes—A Case Study from Undisturbed Microbial Niche. *Advances in Microbiology*. 4: 324-334.
- Pelmont J. (2005). Biodégradation et Métabolisme. Les bactéries pour les technologies de l'environnement. EDP Sciences. France.
- Poole k. (2004). Efflux-mediated multiresistance in Gram-negative bacteria . *Clinical microbiology infection* . 10 :12-26.
- Prapagdee B, Kuekulvong C, Mongkolsuk S (2008). Antifungal Potential of Extracellular Metabolites Produced by *Streptomyces hygroscopicus* against Phytopathogenic Fungi. *Int. J. Biol. Sci.* 4: 330-337.
- Prescott. L. M, Harley. J. P, Klein. D. A. (2010). Microbiologie. De Boeck : Bruxelles. 2eme edition :589.

R

- Rado et al (2015). Biological Properties of Actinomycetes Isolated from Marine Sponges in Madagascar. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*. Volume VI, Issue I.P01-05.
- Rastogi. B. V, Kishore. B. (1997). A Complete Course in ISC Biology. Pitambar Publishing: New Delhi : 592.
- Rawashdah R., Saadoun I., Mahashneh A. (2005). Effect of cultural conditions on xylanase production by *Streptomyces* sp. (strain Ib24D) and its potential to utilize tomato pomaco. *African Journal of Biotechnology*. 4: 251-5.
- Rizk M, Abdel-Rahman T, Metwally H. (2007). Screening of antagonistic activity in different *Streptomyces* species against some pathogenic microorganisms. *Pak J Biol Sci.* 7:1418-1423.

S

- Sateesh V. Naikpatil and Rathod. J. L. (2011) . Selective isolation and antimicrobial activity of rare actinomycetes from mangrove sediment of Karwar. *Journal of Ecobiotechnology*. 3(10). PP :48- 53.
- Schmitz.FJ,Sadurski R, kary A, Boos M, Geisel R, kohrer K , (2000). Prevalence of macrolide resistance genes in *staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecium* isolates from 24 European University hospitals. *J. Antimicrob chemother.* 45: 891-894.
- Shirling, E. B., and D. Gottlieb. 1966. Methods for characterization of *Streptomyces* species. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 16:313-340.
- Sibanda T, Mabinya LV, Mazomba N, Akinpelu DA, Bernard K, Olaniran AO and Okoh AI (2010). Antibiotic producing potentials of three freshwater actinomycetes isolated from the Eastern Cape Province of South Africa. *Int. J. Molecular. Sci.* 11: 2612-2623.

- Sinan Bilgin S., Eren Olcay S. et Mehmet Demirtaş A. (2003). Complication of felon caused by *Morganella morganni*; case report. JOURNAL OF ANKARA MEDICAL SCHOOL; 25(4): 199-204.
- Smaoui S. (2010). Purification et caractérisation de biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés. Thèse de doctorat. Génie de procédés et environnement. Institut National Polytechnique de Toulouse, France : 207.
- Suzuki K., Nagai K., Shimizu Y. and Suzuki Y. (1994). Search for actinomycetes in screening for new bioactive compounds. Actinomycetologica. 8 : 122–127

T

- Taechowisan ,T., Lu, C., Shen, Y., and Lumyong , S (2005) . Secondary metabolites from endophytic *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 and their antifungal activity .Biotech. 151, 1691-1695.
- Theilleux J. In levreau J.Y. and bouix M. (1993) Microbiologie industrielle. Les micro-organismes d'intérêt industriel. Lavoisier, Paris. Ch : 6 425-481. Technique et documentation. Lavoisier. Paris.
- Touati A, Benallaoua S, Forte D, Madoux J, Brasme L, de Champs C (2006). First report of CTX-M-15 and CTX-M-3 beta-lactamases among clinical isolates of Enterobacteriaceae in Bejaia, Algeria. Int J Antimicrob Agents .27:397-402.

V

- Vasavada SH, Thumar JT, Singh SP (2006). Secretion of a potent antibiotic by salt –tolerent and alkaliphilic actinomycete *Streptomyces sannanensis* strain RJT-1 Curr. Sci. 91: 1393-1397.
- Vijayakumar. R; Muthukumar. C; Thajuddin. N; Panneerselvam. A; and Saravanamuthu. R (2007). Studies on the diversity of actinomycetes in the Palk Strait region of Bay of Bengal, India. Actinomycetologica. 21, 2: 59-65.

W

- Williams and Cross (1971): Isolation, purification, cultivation and preservation of actinomycetes. Methods Microbiol. 4: 295-334.

- Zahar J. P., Moumile K. (2007). Escherichia coli, définition, épidémiologie des résistances. Service de microbiologie hygiène, CHU de Necker Enfants malades.

Étude de l'activité antibactérienne antifongique d'une collection de dix souches actinomycètes

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie microbienne

Résumé

Notre travail s'est intéressé à l'étude de 10 souches actinomycétales et a porté sur une identification morphologique (macroscopique et microscopique) ainsi qu'une mise en évidence de leur aptitude à produire des molécules antibactériennes et antifongiques contre microorganismes-tests d'origine clinique et ATCC

Nos résultats ont démontré que :

- Les dix (10) souches étudiées appartiennent aux genres : *Streptomyces* ; *Streptosporangium* ; *Saccharopolyspora* ; *Nocardiopsis* ; *Actinoplanes* ; *Micromonospora* et *Nocardia*.
- Nos souches actinomycétales se sont montrées **positives** contre **42** microorganismes tests, se qui signifie un taux de positivité de **25% (42 cas)** .
- **L'activité antibactérienne** de nos souches actinomycétales est fortement **supérieure (98%)** à **l'activité fongique (02%)**.
- L'activité antibactérienne de nos souches contre les bactéries-tests à coloration de Gram négative apparaît plus important (**68%**) que celle contre les bactéries à coloration de Gram positive (**32%**).
- La souche **S8** a pu inhiber le plus grand nombre de microorganismes : **07 bactéries**.
- Quoique la souche **S8** soit la 1^{ère} classée, concernant l'importance de l'activité, elle n'a enregistré aucune valeur maximale de zone d'inhibition.
- Une seule souche avait une activité antifongique : **la souche S₁** qui a été active contre la souche test *Candida albicans* (C17) tandis que les 03 souches : *Candida albicans* (C28), *Candida glabrata* (C30) et *Saccharomyces cerevisiae* (52) ont présenté une résistance aux molécules antifongiques produites par nos actinomycètes.

Mots clés : Actinomycètes, production d'antibiotiques, activité antibactérienne, bactéries tests.

Jury d'évaluation :

Président du jury : BENKAHOUL Malika (Maitre de Conférence B- UFM Constantine)

Rapporteuse : MERIANE Ilhem (Maître-assistante A - UFM Constantine).

Examinatrice : ZERMANE Ferial (Maître-assistante A - UFM Constantine).

Date de soutenance : 30/06/2016