



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: الميكروبيولوجيا

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes

Intitulé :

Étude de quelques activités enzymatiques d'une collection d'actinomycètes

Présenté et soutenu par : CEDAH Mardjana

Le : 27/06/2016

BOUDEKIQUE Khawla

Jury d'évaluation :

Président du jury : Ms KITOUNI Mahmoud (PR. UFM, Constantine I).

Rapporteur : Mlle MERIANE Ilhem (M. A. UFM, Constantine I).

Examineur : Ms BOULAHROUF Khaled (M. B. UFM, Constantine I).

*Année universitaire
2017 - 2018*

Remerciement

Avant tout nous remercions "Allah" le tout puissant, le Miséricordieux, qui nous a donné le courage, la volonté, la force, la santé et la persistance pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à **Mlle MERIANE ILHEM**, maître assistant A, du département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Constantine 1 , pour nous avoir proposé ce sujet, pour son encadrement, ses encouragements, ses orientations, pour ses aides, sa patience, ses conseils scientifiques judicieux , sa compétence et sa gentillesse qui nous ont permis de bien mener ce modeste travail.

Nous sommes sensibles à l'honneur que nous faites **MS.KITOUNI.M** Pour présider le jury de ce travail. Qu'il veuille accepter notre profond respect et notre immense estime.

Nous sommes particulièrement heureuses que **MS. BOULAHROUF KHALED**. Nous fasses l'honneur de faire partie du jury et d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos sentiments les plus distingués.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés au sein du laboratoire de Zoologie de l'université des frères Mentouri -Constantine 01 et aussi dans le bio pôle de Chaab Elrassas, c'est pourquoi un vif remerciement est adressé à l'ingénieur du laboratoire : **BOUDERSSA YASSER** et au **MS.KITOUNI.M**

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à **l'ensemble de nos enseignants** qui ont contribué à notre formation tout au long de notre parcours pédagogique, que ce soit en Licence ou en Master.

Nos très spéciaux remerciements reviennent à nos familles pour leurs précieux encouragements et leur compréhension.

Finalement, nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

A vous tous, un grand Merci.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, pour toutes les personnes que j'aime, C'est tout simplement que je dédies ce travail à :

MON TRÈS CHER PÈRE ABDALLAH :

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années. Merci papa pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

MA TRÈS CHÈRE MÈRE NACIRA :

Tu représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Tu as toujours été présente à mes cotés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

Mes grands mère et père paternelle et maternelle.

*Mes adorables sœurs : **SIHEM, AMIRA, RANA** et la petite
ACHWAK.*

*Mes très chers et meilleurs frères : **MOUAD** et **BADOU.***

*Toute la famille de **BOUDEKIQUE** et **LAISSOUB.***

*Mes chères amies : **MARDJANA, MERIEM, ASMA, FATMA,
ABIR, HASNA, SARRA, ILHEM, RIMA, ANISSA,** et **HADJAR,** en
témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les
moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et
je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*A mes collègues de la spécialité microbiologie générale : **WAFa,
IMEN, NADA, RAYEN, YASMIN, HOUDA, WISSEM** et sans
oublier **OUSSAMA.***

Khawla

Dédicace

Je dédie se travail

A ma très chère mère Khadidja

Affable, honorable, aimable : tu es la lumière de mes jours la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ces enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leur étude merci yma.

A mon très cher père Rachide

Aucune dédicace ne serait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère tante Souade

La source de tendresse, la personne la plus idéale dans ces monde et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourages tu toujours dans mon cœur ma déisme mère je t'aime sousou.

A ma très chère sœur Asma

Plus qu'une sœur, tu es mon amie ma confidente ma complice mon âme pour moi tu es le monde.

A mon petit frère Ibrahim

Mon amour mon attachement pour toi et sont limite, tes rires continuels et tes phrase drôles m'ont souvent réconforté tout au long du chemin de mes étude.

A ma grande mère zahra

*Merci pour tes prières qui mon accompagné toute long de ma formation
que dieu vous préserve sante et longue vie*

A mes chère oncles Amar et Rabah

*Aucune dédicace ne saurait exprimes tout l'amour que J'ai pour vous
puisse dieu vous garde et éclairer votre route et vous aider à réaliser
votre vœux les plus chers.*

A ma tente nassima

*Jamais je ne pouvais oublier tous les encouragements que tu me donne
Prie le bon dieu de vous donner la force*

A mes chers oncles et tantes

*Voulez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus
profond et mon affection la plus sincère*

A mes chères amies

*Khawla, Hassna, Abir, Sarra, Meryem, Rima, Anissa, Ilhem et Hadjer
je vous dédie se travail avec tous mes vœux de bonheur de santé et de
réussite.*

A toute la promo de 2018 de microbiologie générale et moléculaire

Nada, Oussama, Wafa, Imem, Rayen, Yasmin, Houda et Wissame.

Mardjana.

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Revue bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les actinomycètes

1. Définition.....	2
2. Ecologie.....	3
3. Taxonomie et critères de classification.....	3
3.1. Taxonomie des actinomycètes.....	3
3.2. Classification des actinomycètes.....	4
3.2.1. Critères morphologiques.....	4
3.2.2. Critères chimiotaxonomiques.....	4
3.2.3. Critères physiologique.....	5
3.2.4. Critères moléculaires.....	6
4. Morphologie et cycle de développement.....	7
4.1. Morphologie.....	7
4.2. Cycle de développement	7
4.2.1. Mycélium primaire.....	7
4.2.2. Mycélium secondaire.....	8
4.2.3. Formation des spores.....	8
4.2.4. La production des structures particulières.....	10

Chapitre 2 : Importance des actinomycètes dans la production des enzymes

1. L-asparaginase.....	11
1.1. Définition et mode d'action.....	11
1.2. Source microbienne.....	13
1.3. Importance.....	13

1.3.1.	Dans le domaine médical.....	13
1.3.2.	Dans le domaine alimentaire.....	13
2.	L-glutaminase.....	14
2.1.	Définition.....	14
2.2.	Source microbienne.....	14
2.3.	Importance.....	14
2.3.1.	Dans le domaine médical.....	14
2.3.2.	Dans le domaine alimentaire.....	15
3.	Uricase.....	15
3.1.	Définition.....	15
3.2.	Source microbienne.....	16
3.3.	Importance.....	16

Matériel et méthode

1.	Matériel biologique.....	17
2.	Méthodes.....	18
2.1.	Identification des souches.....	18
2.1.1.	Les caractéristiques macromorphologiques.....	18
2.1.2.	Les caractéristiques micromorphologiques.....	18
2.1.2.1.	Examen microscopique après coloration de Gram.....	18
2.2.	Mise en évidence des activités enzymatiques.....	19
2.2.1.	Recherche de la L-asparaginase.....	19
2.2.2.	Recherche de la l- glutaminase.....	19
2.2.3.	Recherche de l'uricase.....	19

Résultats et discussion

1.	Identification des souches.....	20
1.1.	Les caractéristiques macromorphologiques.....	20
1.1.1.	Caractéristiques générales des colonies.....	20
1.1.2.	Production des pigments diffusibles.....	25
1.1.3.	Production des pigments mélanoides.....	25
1.2.	Les caractéristiques micromorphologiques.....	31
2.	Mise en évidence des activités enzymatiques.....	34
2.1.	Répartition des activités selon la nature du substrat dégradé.....	35

2.1.1.	Dégradation de l'asparagine.....	35
2.1.2.	Dégradation de la glutamine.....	37
2.1.3.	Dégradation de l'acide urique.....	38
	Conclusion et perspectives.....	42
	Références bibliographiques.....	43
	Annexe	
	Résumés	

Liste des abréviations

ISP : International *Streptomyces* Project (milieu de culture)

BGA : Bennett's-Glycerol agar

MGA : minimal glutamine agar

M9 : modified M9 medium

MA : mycélium aérien

MS : mycélium du substrat

GC(%): coefficient de Chargaff

EC: Enzyme Commission

ADN: Acide Désoxyribonucléique

RAL: Reichsausschuß für Lieferbedingungen

PM: pigment mélanoïde

PD: pigment diffusible

LAL: leucémie aiguë lymphoblastique

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Coefficient de Chargaff (GC%) des différents genres d'actinomycètes.....	2
Tableau 2 :	Différents caractères macromorphologiques micromorphologiques étudiés pour identifiés les Actinomycètes.....	4
Tableau 3 :	Formes et disposition de sporanges chez quelques genres d'actinomycètes	10
Tableau 4 :	Données générales sur l'enzyme l- asparaginase.....	12
Tableau 5 :	Données générales sur enzyme glutaminase.....	14
Tableau 6 :	Données générales sur l'enzyme uricase.....	16
Tableau 7 :	Les codes des souches d'actinomycètes étudiées.....	17
Tableau 8 :	Couleur des souches actinomycétales étudiées et leurs pigments (diffusibles et mélanoides) selon le code RAL ; 2016.....	26
Tableau 9 :	Descriptions micromorphologiques des 25 souches étudiées après coloration de Gram.....	31
Tableau 10 :	Résultats des activités enzymatiques des 25 souches étudiées.....	34

Liste des figures

Figure 1 :	Cycle de développement des actinomycètes.....	8
Figure 2 :	Organisation des conidies chez quelques genres d'actinomycètes.....	9
Figure 3 :	Illustration schématique du mécanisme de réaction De L-asparaginase.....	12
Figure 4 :	Photographie présentant la culture de quelque souche sur différents milieux d'identification	29
Figure 5 :	Aspect microscopique des souches S2, S5, S8, S11, S13, S15, S16, S19 et S24 après coloration de Gram (×100).....	32
Figure 6 :	Photographies présentant le résultat de l'activité de la L-asparaginase quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu M9.....	36
Figure 7 :	Photographies présentant le résultat de l'activité glutaminase de quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu MGA.....	37
Figure 8 :	Photographies présentant le résultat de l'activité Uricasique des quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu uricase.....	38
Figure 9 :	Pourcentage des enzymes produites par les souches actinomycétales étudiées.....	39
Figure 10 :	Résultats des activités enzymatiques de 25 souches actinomycétales étudiées	40

Introduction

Les actinomycètes tiennent une très grande importance dans le domaine de la biotechnologie. Nombreux chercheurs à travers le monde ont investigué l'aptitude de ces bactéries à produire plusieurs types de molécules actives. Parmi lesquelles des substances à visé thérapeutique employées dans la médecine humaine et l'industrie pharmaceutique dont les plus connues sont les antibiotiques (**Patel et al., 2014**).

Récemment, des enzymes telles que la L-asparaginase , la glutaminase et l'uricase se sont montrées efficaces dans le traitement de plusieurs maladies. Elles ont été utilisées pour la thérapie du cancer (plus particulièrement les leucémies aigues lymphoblastiques (LAL) et le cancer du côlon) et du l'hyperuricémie (**Ravi Varma et al., 2016**).

Ces enzymes ont été produites par différents genres d'actinomycètes mais *Streptomyces* s'est avéré la source la plus prodigieuse de ces enzymes (**El-Naggar et al., 2015**).

Dans la même optique, nous avons cherché à étudier la capacité de quelques souches d'actinomycètes à produire ces trois enzymes.

La première partie ce travail (revue bibliographique) traite la taxonomie des actinomycètes, leur écologie ainsi que leur importance.

La seconde partie (matériel et méthode) s'occupe de l'étude ou l'identification morphologique de quelques souches ainsi que la mise en évidence de leurs activités enzymatiques.

Les 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.

Revue
Bibliographique

Chapitre 1

Généralité sur les actinomycètes

1. Définition

Les actinomycètes appartiennent à l'ordre des Actinomycétales. Ce sont des bactéries filamenteuses, septées et ramifiées (**Larpen et al., 1989**). Le mot Actinomycète a été dérivé de deux mots grecs : «Aktis» qui veut dire rayon et «mykes» qui veut dire champignon, donc le mot complet signifie «Champignons à rayons» ou «Champignons rayonnants» (**Lamari, 2006**).

Les actinomycètes ont été considérés comme un groupe intermédiaire entre bactérie et champignons. Maintenant, ils sont reconnus comme des organismes procaryotes. Pourtant, ces microorganismes présentent des similitudes à la fois avec les bactéries et avec les champignons (**Andriambololona, 2010**).

Les actinomycètes, également connus sous le nom d'Actinobacteria (**Perry et al., 2004**), sont des bactéries dont la croissance donne lieu à des colonies circulaires à la morphologie complexe (**Colombié, 2005 ; Eunice et Prosser, 1983**).

Ce sont des bactéries à coloration de Gram positive avec une proportion de G+C élevée (63 à 76%) (**Colombié, 2005**).

Tableau 1 : coefficient de Chargaff (GC %) des différents genres d'Actinomycètes

Genre	G + C %
<i>Mycobacterium</i>	64-70
<i>Actinomyces</i>	63-73
<i>Nocardia</i>	67-69.4
<i>Streptomyces</i>	69-76
<i>Micromonospora</i>	71.4-72
<i>Actinoplanes</i>	70.6-76

La plupart des espèces sont immobiles, hétérotrophes mais certaines sont chimio-autotrophes (**Ensign et al., 1993**), aérobies, mésophiles et croissent de façon optimale dans la gamme de

pH 5,0 à 9,0 avec une proximité optimale à la neutralité (**Williams et Wellington, 1982 ; Goodfellow et Williams, 1983**).

Ils ont une croissance lente par rapport aux autres bactéries, le temps de génération moyenne est environ 2 à 3 heures (**Beckers et al., 1982**).

2. Écologie

Les actinomycètes sont adaptés à divers milieux écologiques (**Goodfellow and Williams 1983**). Ce sont des bactéries ubiquitaires: on les trouve dans le sol (**Loqman, 2009**), même le sol glaciaire de l'arctique, le sol des déserts chauds et secs de divers continents, les sols des régions industrielles polluées par du pétrole ou des métaux lourds (**Takahashi et al., 1996 et Harvey, 1999**), l'eau (**Andriambololona, 2010**), l'air (**Gazenko et al., 1998 ; Reponen et al., 1998**), les nodules (**Cournoyer et Blaha, 2003**), les compostes (**Xu, 1996 ; Lacey, 1997**).

Différentes espèces Actinomycétales peuvent être présentes dans le foin et les pailles, les grains de céréales, les résidus fibreux de cannes à sucre, le pollen des plantes et bien d'autres substrats (**Lacey, 1973; Breuilland et al., 1974; Couch et Bland, 1974**).

3. Taxonomie et critères de classification

3.1. Taxonomie des actinomycètes

Les actinomycètes sont classés comme suit (**Euzéby, 2011**) :

Régne : Prokaryote

Domaine : Bacteria (*Eubacteria*)

Phylum : Actinobacteria,

Sous-classe : Actinobacteridae

Ordre : Actinomycetales

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

3.2. Classification des Actinomycètes

La taxonomie des actinomycètes est basée sur plusieurs critères : morphologiques, chimiques, physiologiques et moléculaires.

3.2.1. Critères morphologiques

Les critères morphologiques sont énoncés dans les "**Bergey's Manual**" des années **1989, 1994 et 2010**.

Il s'agit de caractéristiques macromorphologiques et des caractères micromorphologiques (**tableau 2**).

Tableau 2 : caractères macromorphologiques et micromorphologiques recherchés lors de l'étude des actinomycètes.

Les caractéristiques macromorphologiques	Les caractéristiques micromorphologiques
<ul style="list-style-type: none"> - Production ou non d'un mycélium aérien (MA). - Présence d'un mycélium du substrat (MS). - Détermination de la couleur du MA et du MS ainsi que des pigments diffusibles dans le milieu de culture. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fragmentation ou non du MS. - Présence de sporanges sur le MA ou sur le MS, la forme et la taille des sporanges, le nombre de spores par sporange ainsi que la longueur des sporangiophores. - Formation de spores sur le MA et/ou sur le MS, leur forme, leur taille et leur agencement: isolées, par deux, par quatre ou en chaînes. - Mode de sporulation: spores portées par des sporophores ou mycélium aérien se fragmentant de manière anarchique en spores. - Présence de spores mobiles ou non mobiles. - Ornementation de la surface des spores (lisses, rugueuses, épineuses ou chevelues). - Formation de structures particulières: synnemata, faux sporanges, etc.

3.2.2. Critères chimiotauxonomiques

Ces critères sont basés sur la détermination de la composition cellulaire en acides aminés pariétaux, en sucres et en lipides membranaires et pariétaux (**Jones et Krieg, 1989**).

3.2.3. Critères physiologiques

La croissance des actinomycètes est influencée par plusieurs paramètres physiologiques en particulier: l'oxygène, le pH, la température, la résistance aux certains agents chimiques. Ces critères incluent aussi la recherche des enzymes et des différents métabolites intermédiaires et terminaux.

- **l'oxygène**

Selon le type respiratoire on peut diviser les actinomycètes en deux groupes:

- Les bactéries fermentatives anaérobies, qui sont des commensales obligatoires des cavités naturelles de l'homme (**Avril et al., 1992**).

- Les bactéries oxydatives aérobies, qui abondent dans la nature en particulier sur le sol (**Avril et al., 1992**).

- **Le pH**

La plupart des actinomycètes se comportent comme des bactéries neutrophiles, et ont une croissance optimale dans un intervalle de pH compris entre 7-8, mais on peut observer une croissance à des valeurs de pH inférieures à 4 (**McKinney, 2004**).

- **La température**

La température optimale de croissance est généralement entre 25 à 30 C°, mais les espèces thermophiles peuvent croître à des températures de 55 à 65 C° (**Rangaswami et al., 2004**).

- **L'activité de l'eau**

La germination des spores de la plupart des actinomycètes, peut-être observée à des valeurs d'activité d'eaux supérieures ou égales à 0.67. L'activité d'eau optimale pour la croissance et le développement des actinomycètes est égale à 0,98 (**Zvyagintsev et al., 2005**).

3.2.4. Critères moléculaires

Les principales analyses moléculaires utilisées dans la taxonomie des actinomycètes pour la détermination des espèces sont le séquençage de l'ADN ribosomique 16S, l'hybridation ADN-ADN et la détermination du pourcentage de G+C.

Ces critères ont permis de tracer toute la phylogénie des actinomycètes (**Stackebrandt et Woese, 1981 ; Stackebrandt, 1997 ; Kämpfer, 2010**).

4. Morphologie et cycle de développement

4.1. Morphologie

Morphologiquement, on peut rencontrer et en plus des filaments ramifiés, des bacilles et aussi des coccobacilles comme *Rhodococcus* et *Mycobacterium* (**Avril et al, 1992**).

Ces microorganismes, en effet, présentent des similitudes à la fois avec les eubactéries et avec les champignons. Mais le diamètre de leurs hyphes est plus petit que celui des champignons (**Kitouni, 2007**).

Il existe d'ailleurs aussi une série de formes de transition entre les formes mycéliennes typiques et les formes unicellulaires présentant une aptitude peu marquée à former un mycélium ramifié (**Dommergues et Mangenot, 1970**).

Les actinomycètes n'ont pas de membrane nucléaire, certaines possèdent des organites flagellaires ressemblant à ceux des bactéries.

4.2. Cycle de développement

Les actinomycètes possèdent une structure des procaryotes, mais un cycle biologique qui ressemble à celui de certains champignons (**Larpen et Sanglier, 1989**). Il débute par la germination d'une spore, qui donne naissance à un mycélium primaire formé des hyphes, qui se ramifient. Le développement du mycélium du 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 ; Smaoui, 2010**) (figure 1).

4.2.1. Mycélium primaire

Le tube de germination va croître et donner des hyphes qui se ramifient intensément. ce mycélium se développe sur et dans le substrat. Il est dénommé mycélium primaire, mycélium végétatif ou mycélium de substrat. Eventuellement pigmenté, il forme des parois transversales isolant les zones les plus âgées (Saci, 2012).

4.2.1. Mycélium secondaire

Mycélium aérien ou secondaire, composé d'hyphes, dressés sur le mycélium du substrat. Ils sont souvent pigmentés et sont enfermés dans une enveloppe externe hydrophobe. Une fois développé, le mycélium aérien couvre les colonies de surface en leur donnant un aspect poudreux, compact, poilu. La production de mycélium aérien est influencée par plusieurs facteurs, notamment : la composition du milieu de croissance, la température d'incubation et la présence de composés stimulant spécifiquement le mycélium aérien (Pine, 1970).

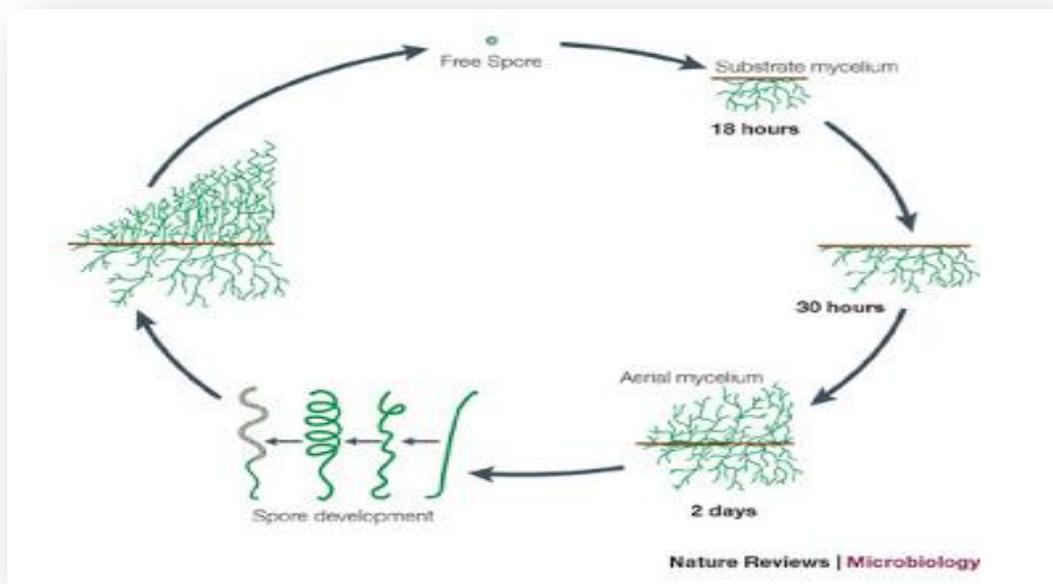


Figure 1 : Cycle de développement des actinomycètes (Breton *et al.* , 1989).

4.2.3. Formation des spores

Les divers types de spores des actinomycètes peuvent être classés en deux groupes principaux selon leur mode de formation de spores soit des exospores ou des endospores.

- **Les endospores**

Les endospores sont produits par les Actinomycètes thermophiles et sont semblables, morphologiquement et chimiquement, à celles des Bacillaceae. Elles contiennent une paroi externe épaisse et résistante, qui enveloppe le cortex, la membrane cytoplasmique, le cytoplasme, les ribosomes, et le nucléotide. Elles contiennent aussi de l'acide dipicolinique (**Kitouni, 2007**).

- **Les exospores**

Les actinomycètes forment généralement des exospores qui peuvent avoir des formes très variables. Elles se développent par septation des extrémités du filament, habituellement réponse à une privation en éléments nutritifs (**Prescott et al., 2007**).

- **Les conidies**

C'est un terme utilisé pour désigner les spores asexuées, qui sont des chlamydiospores ou des sporangiospores non intercalaires. Les conidies des actinomycètes peuvent avoir plusieurs organisations: une seule, en paires, en chaînes courtes ou longues (plus de 20 spores par chaîne) (figure 2), ou bien rassemblées dans des synnémata (**Holt et al., 1994**).

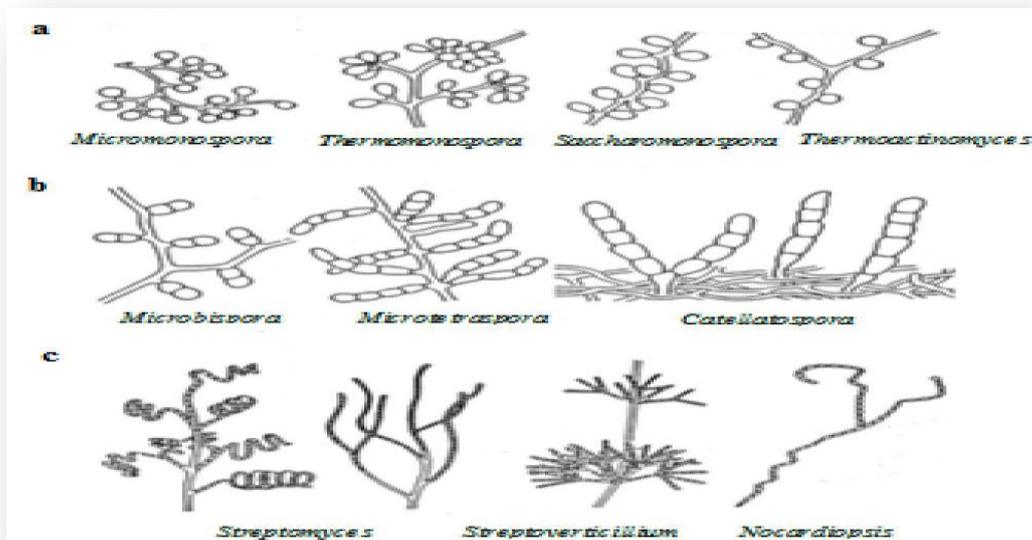


Figure 2: Organisation des conidies chez quelques genres d'actinomycètes

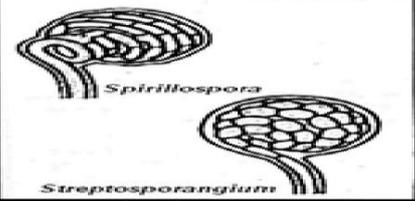
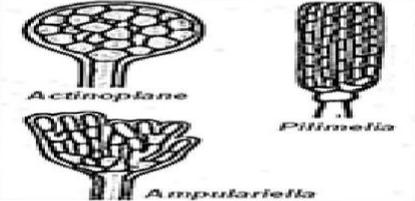
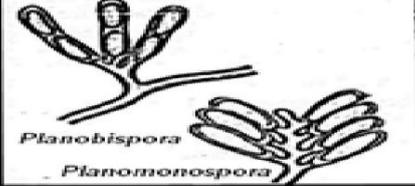
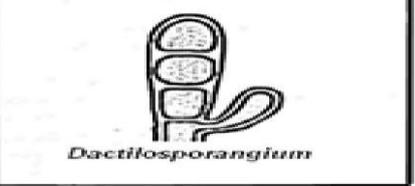
a: une seule, b: paires ou chaînes courtes, c: longues chaînes (Larpent et Sanglier, 1989)

3.2.4. Production de structures particulières

- **Les sporanges**

Ce 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. Ils sont présents chez les *Frankia* et les *Dactylosporangium* (Theilleux, 1993).

Tableau 3 : Formes et disposition de sporanges chez quelques genres d'actinomycètes
(Larpent et Sanglier, 1989)

	a: sur le mycélium secondaire	b: sur le mycélium primaire
1: spores nombreuses	 <p><i>Spirillospora</i> <i>Streptosporangium</i></p>	 <p><i>Actinoplanes</i> <i>Piliella</i> <i>Ampulariella</i></p>
2: spores en nombres limités	 <p><i>Planobispora</i> <i>Planomonospora</i></p>	 <p><i>Dactylosporangium</i></p>

- **Les sclérotés**

Ce sont des structures sphériques compactes de mycélium, formées chez quelques espèces de *Streptomyces*, ils ne contiennent pas de spores mais des cellules enfilées avec des lipides.

- **Les synnémata**

Ce sont un ensemble de conidiophores, dressés et consolidés ensemble, pouvant former des conidies uniquement à leur apex, ou bien à leurs apex et bords latéraux (Hasegawa *et al.*, 1978 ; Holt *et al.*, 1994).

Chapitre 2

Importance

d'actinomycètes dans

la production des

enzymes

Les actinomycètes sont d'excellents producteurs d'enzymes à utilisation industrielle variée telles que des protéases, des chitinases (**Vonothini et al., 2008**), des amylases, des cellulases, des xylanases et des lipases (**Park et al., 2002**).

Par exemple les protéases sont utilisées dans la production des détergent et dans le traitement des rejets industriels (**Garicia-Conesa et al., 1999 ; Kumar et al., 2008**), les chitinases utilisées dans la protection contre les champignons phytopathogènes et dans le traitement des déchets des crustacés (**Gupta et al., 1995 ; Taechowison et al., 2005 ; Carroad et Tom, 1981 ; Revah-Moiseev et Carroad, 1981 ; Keyhant et Roseman, 1999**). Les amylases sont utilisées dans l'industrie alimentaire comme conservateur dans la production des gâteaux, les jus des fruits et les sirop à base d'amidon et dans l'élimination des polluants environnementaux (la bioremédiation). Les cellulases dans l'industrie du textile, l'industrie des pâtes et du papier et dans la production des vin (**Mobini-Dehkorde et Javan, 2012**). Les xylanases sont utilisées dans la biotransformation des textiles et la fabrication des aliments pour animaux. Enfin, les lipases sont couramment utilisées en boulangerie, en biscuiterie, en chocolaterie et dans le traitement des sols contaminés par des hydrocarbures (**Boukaa, 2015**).

Récemment, les actinomycètes se sont révélés producteurs d'enzymes potentiellement importants à application médicale très intéressante telles que la L-asparaginase, la glutaminase et l'uricase.

1. La L- asparaginase (EC 3.5.1.1)

1.1. Définition et mode d'action

La L-asparaginase microbienne est l'une des plus importantes enzymes d'intérêt industriel et médical, représentant environ 40% du total des ventes mondiales d'enzymes (**Elshafei et al., 2012**).

La L-asparaginase catalyse l'hydrolyse de la L-asparagine en L-aspartate et ammoniac. L'hydrolyse est divisée en deux étapes (**tableau 4 et figure 3**). La première étape consiste à l'attaque nucléophile de la thréonine sur le carbonyle amide du substrat pour générer un intermédiaire: le bêta-acyl-enzyme. Une molécule d'ammoniac est alors libérée. Dans la deuxième étape, l'eau attaque l'intermédiaire bêta-acyl-enzyme pour produire de la L-aspartate (**Sansom and Jaskolski, 1996**).

Tableau 4: Données générales sur l'enzyme L- asparaginase.

Code International	EC 3.5.1.1
Nom	L-asparaginase
Classe	Hydrolase
Sysname	L-asparagine amidohydrolase
Substrats	L-asparagine et l'eau (H ₂ O)
Produits finaux	L-aspartate et ammoniac (NH ₃)
Actinomycètes producteurs	<i>Streptomyces griseus</i> <i>Streptomyces coelicolor</i> <i>Streptomyces avermitilis</i>

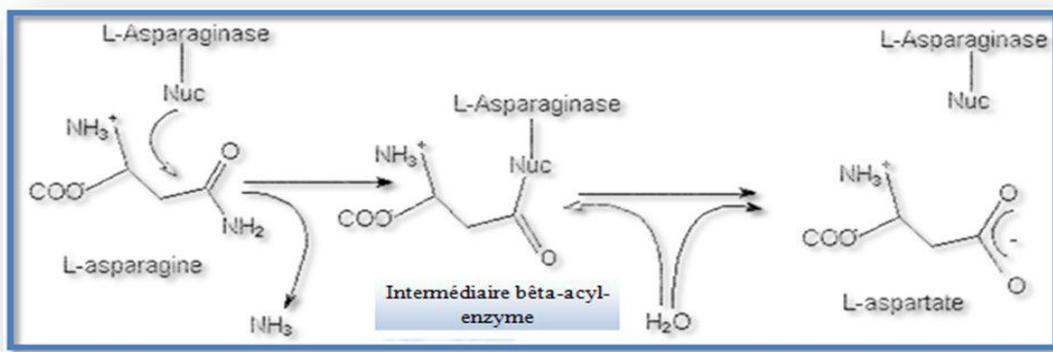


Figure 3 : Illustration schématique du mécanisme de réaction de la L-asparaginase
(Hill *et al.* , 1967)

1.2. Source bactérienne

Les actinomycètes sont une excellente source pour la production de la L-asparaginase (Dhevendaran et Narayana , 2008) (tableau 4). Plusieurs actinomycètes isolés du sol, *Streptomyces griseus*, *S. karnatakensis*, *S. albidoflavus* et *Nocardia* sp ont des capacités à produire cette enzyme (Janaki, 2017). Des travaux de recherche ont rapporté la production de cette enzyme à partir de certains genres d'origine marine tels que *Streptomyces* sp (isolé de l'intestin des poissons *Therapon jarbua* et *Villorita cyprinoides*), *Streptomyces gulbargensis* et *Streptomyces noursei* MTCC 10469 (Dhevendaran et Anithakumari , 2002 ; Amena *et al.*, 2010 ; Dharmaraj, 2011).

1.3. Importance

1.3.1. Dans le domaine médical

L'enzyme L- asparaginase possède une activité antinéoplasique (**Crowther, 1971 ; Mc Creadie *et al.* , 1973 ; Wriston et Yellin,1973**)

L'utilisation de la L-Asparaginase dans le traitement du cancer a été décrite par de nombreux chercheurs (**Stecher *et al.* , 1999 ; Borek et Jaskólski , 2001 ; Konecna *et al.* , 2004 ; Sanches *et al.* , 2007 ; Baskar et Renganathan , 2009**).

En effet cette enzyme est connue comme un agent chimio thérapeutique principalement chez les enfants atteints de certains cancers comme la leucémie lymphocytaire aigue (LLA).

1.3.2. Dans le domaine alimentaire

Beaucoup de stratégies ont été identifiés pour réduire les niveaux d'acrylamide , un agent causal de cancer , dans les aliments . Parmi celles-ci les prétraitements par l'asparaginase (**Anese *et al.* , 2011**).

2. La L-glutaminase (EC 3.5.1.2)

2.1. Définition et mode d'action

L'enzyme L-glutaminase appartient à la classe des enzymes hydrolytiques (**tableau 5**). Son action est une désamination de l'acide aminé L-glutamine en acide L-glutamique et ammoniac (**Roberts, 1970 ; Nadha *et al.* , 2003**).

2.2. Source bactérienne

La L-glutaminase est produite par plusieurs genres d'actinomycètes et plus particulièrement le genre *Streptomyces* tels que *Streptomyces canaries* et *S. avermitilis* (**Reda *et al.*, 2015 ; Dhevagi , 2016**)

Tableau 5: Données générales sur l'enzyme L-glutaminase

Code International	EC 3.5.1.2
Nom	L-Glutaminase
Classe	Hydrolase
Sysname	L-glutamine amidohydrolase
Réactions catalyzer	L-glutamine + H ₂ O = L-glutamate + NH ₃
Substrats	L-glutamine et l'eau (H ₂ O)
Produits finaux	L-glutamate et ammoniac (NH ₃)
Actinomycète producteurs	<i>Streptomyces rimosus</i>

2.3. Importance

Cette enzyme trouve une application dans le domaine médical et pharmaceutique ainsi que le domaine alimentaire.

2.3.1. Dans le domaine pharmaceutique et médical

La L- glutaminase est utilisée comme agent efficace dans le traitement de la leucémie lymphocytaire aiguë et du VIH (**schéma 1**) . Elle provoque la mort sélective des cellules tumorales dépendantes de la glutamine en privant les cellules de L-glutamine (**Singh et Banik, 2013**)

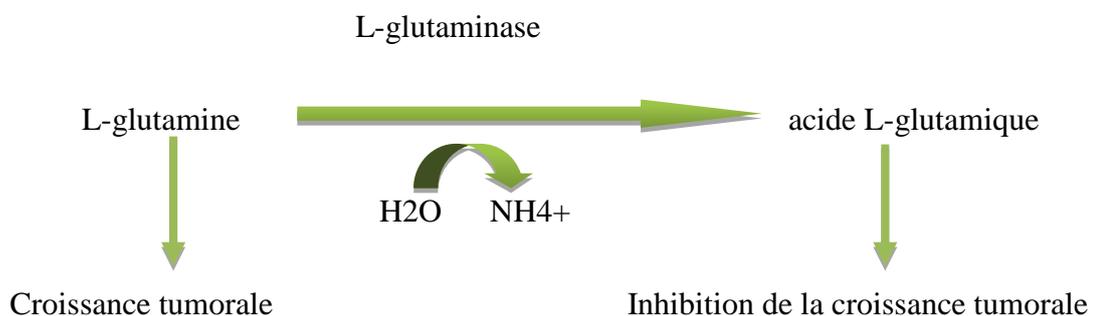


Schéma 1 : Mode d'action de la L- glutaminase sur la leucémie lymphocytaire aiguë (LLA).

2. 3.2. Dans l'industrie alimentaire

La L-glutaminase est considérée comme une enzyme qui contrôle le goût des aliments fermentés tels que la sauce de soja en augmentant la teneur en acide glutamique, conférant ainsi une saveur unique à l'aliment (Nandakumar *et al.*, 2003)

3. L'uricase

3.1. Définition et mode d'action

L'uricase (urate oxydase EC 1.7.3.3) est une enzyme qui participe à la voie de dégradation des purines, catalysant l'oxydation de l'acide urique en allantoiné et en peroxyde d'hydrogène en présence d'oxygène (tableau 6) (Nishiya *et al.*, 2002).

Tableau 6: Données générales sur l'uricase

Code International	EC 1.7.3.3
Nom	Uricase
Classe	Oxydo-réductase
Réaction catalysée	urate + O ₂ + H ₂ O = 5-hydroxyisourate + H ₂ O ₂
Substrats	urate, oxygène (O ₂), eau (H ₂ O)
Produits finaux	5-hydroxyisourate et peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂)
Actinomycète producteur	<i>Streptomyces cyanogenus</i>

3.2. Source bactérienne

Streptomyces albosriseolus, *S. graminofaciens*, *S. exfoliatus*, *S. albidoflavus* produisent l'uricase selon Aly *et al.* (2013).

3.3. Importance

L'uricase s'est avérée efficace dans le traitement de l'hyperuricémie et de la goutte **(Boumalaski, 2004)**.

L'absence d'uricase chez l'homme cause la goutte, qui signifie une accumulation d'acide urique dans les articulations provoquant une arthropathie inflammatoire **(Garay et al., 2012)**.

La pegloticase, une uricase recombinante, est l'enzyme commercialisée et utilisée chez l'homme pour abaisser les niveaux d'acide urique en catalysant l'oxydation de l'acide urique en allantoïne, qui est ensuite éliminé par les reins **(Saderne, 2013)**.

Matériel et méthode

1. Matériel biologique

Les souches d'actinomycètes étudiées ont été fournies par notre encadreur Mlle MERIANE ILHEM. Chacune avait un code selon le tableau suivant :

Tableau 7: Les codes des souches d'actinomycètes étudiées

N° de la souche	Code
1	GAA-SD-GPL
2	RHA-ST-SOG
3	GGA-STDC-RAT
4	GGA-STDC-OP3ExM*2
5	GGA-SDC-OF
6	AIA-SDS-TW
7	GGA-SDS-Dôma2
8	M1*-SD-MAR
9	SCN-SD-JN
10	RHA-SD-SM
11	KA-SDC-OCP
12	GGA-SD-OCP
13	SCN-STDC-SM
14	SGIA-SD-OP1
15	GAA-SDS-Pb
16	M1*-SD-OF
17	AIA-SDC-OP
18	RHA-SD-NR
19	AIA-SDS-Bicycletta
20	SGIA-SDS -OP3
21	RHA-SD-OF
22	GGA-SDS-OC
23	GAA-SDS-OP
24	GAA-SD-OF
25	RHA-ST-OF

2. Méthodes

2.1. Identification des souches

Elle est basée sur l'étude des caractères macromorphologiques et micromorphologiques:

2.1.1. 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 mélanoides.

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.

Les milieux ont été coulés dans des boîtes de Pétri puisensemencés par des stries de la souche à tester et incubé à 30°C. Les observations ont été réalisées après le 3ème, 5ème, 7ème, 10ème, 12ème, 15ème et 20ème jours d'incubation (**Shirling et Gottlieb, 1966 ; Goodwich, 2005**).

2.1.2. Caractéristiques micromorphologiques

2.1.2.1. Examen microscopique après coloration de Gram

Il a été effectué selon la méthode classique; dont les étapes sont les suivantes:

- Coloration par le violet de Gentiane (1 minute) puis rinçage à l'eau.
- Mordançage avec le lugol (1 minute) suivi d'un rinçage à l'eau.
- Décoloration à l'alcool-acétone puis rinçage abondant avec de l'eau.
- Recoloration à la fuchsine (30 secondes).
- Lavage doucement à l'eau.
- Séchage avec du papier absorbant.

- Observation à immersion (à l'objectif $\times 100$).

2.2. Mise en évidence des activités enzymatiques

2.2.1. Recherche de la L-asparaginase

Le test a été réalisé sur la gélose M9 modifiée (**Annexe**). Le milieu est coulé dans des boîtes de Pétri puisensemencé par des stries de la souche à tester et incubé à 30°C. L'examen s'est fait après 03 jours et s'est poursuivi jusqu'au 10^{ème} jour d'incubation. La dégradation de la L-asparagine se manifeste par une coloration rose autour des colonies (**Ravi Varma et al., 2016**).

2.2.2. Recherche de la glutaminase

La recherche de la glutaminase a été testée sur la gélose MGA (**Annexe**) selon la méthode de **Reda, 2015**.

Le milieu est coulé dans des boîtes de Pétri puisensemencé par des stries de la souche à tester et incubé à 30°C. L'examen s'est fait après 03 jours et s'est poursuivi jusqu'au 10^{ème} jour d'incubation. La dégradation de la l-glutaminase se manifeste par une coloration rose autour des colonies.

2.2.3. Recherche de l'uricase

L'uricase a été recherchée sur une gélose contenant de l'acide urique selon la méthode d'**El-Naggar, 2015**.

L'ensemencement s'est fait par des stries de la souche à tester et l'incubation a été effectuée à 30°C. Après 3 jours, l'apparition d'une auréole claire autour des colonies indique la dégradation de l'acide urique.

Résultats et discussion

1. Identification des souches

1.1. Les caractéristiques macromorphologiques

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

1.1.1. 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 une autre :

La souche 1

Les colonies sont plates, de 1 à 3 mm de diamètre, irrégulières, mates, d'un aspect translucide sur les milieux 172F, ISP2, ISP5, ISP7 et opaque sur le milieu ISP6 (figure 4).

Sur le milieu BGA, les colonies sont semi-bombées avec un contour irrégulier, une surface lisse, brillante, et sont d'aspect gélatineux (muqueux) (figure 4).

La souche 2

Les colonies sont bombées, mate, de 1 à 2 mm de diamètre, d'un contour irrégulier, d'une surface granulée et d'un aspect opaque sur les milieux ISP2 et BGA.

Sur les milieux ISP5, ISP7 et 172F, les colonies sont semi-bombées, de 3 mm de diamètre d'un aspect opaque, d'une consistance crémeuse et d'une surface lisse et brillante (figure 4).

Sur le milieu ISP6, les colonies sont plates, rondes, mates et grandes : de 5 mm à 10 mm de diamètre avec un contour régulier. Un mycélium aérien se développe à l'intérieur des colonies sous forme d'un anneau de couleur blanche (figure 4).

La souche 3

Les colonies sont plates, mates, d'une surface granuleuse, d'un contour irrégulier, de 1 à 3 mm de diamètre, avec un aspect translucide sur les milieux ISP2 et ISP7 et opaque sur les milieux 172F, ISP5 et ISP6.

Sur le milieu BGA les colonies sont semi-bombées et d'une consistance crémeuse.

La souche 4

Les colonies sont semi- bombées, de 1 à 2 mm de diamètre. Elles sont rondes, d'un contour irrégulier, d'un aspect translucide et d'une consistance crémeuses sur les milieux ISP2 et ISP6.

Sur les milieux 172F et ISP7 ; les colonies ont un contour irrégulier, une surface lisse, une consistance crémeuse et un aspect opaque

Sur les milieux ISP5 et BGA, les colonies sont plates, mates avec un aspect translucide (figure 4).

La souche 5

Les colonies sont plates, de 1 à 2 mm de diamètre. D'un contour irrégulier, d'une surface granulée, mates avec un aspect translucide sur les milieux BGA, ISP7, ISP5, ISP6 et 172F.

Sur le milieu ISP2, les colonies sont crémeuses.

La souche 6

Les colonies sont plates, d'un diamètre de 1 à 2 mm, et d'un contour irrégulier. Elles sont mates avec une surface rugueuse sur les milieux BGA, 172F, ISP2 et ISP7.

Les colonies sont envahissantes sur les milieux ISP6 et ISP5.

La souche 7

Les colonies sont plates, mates, de contour irrégulier, de 1 à 2 mm de diamètre, une surface granulée, et un aspect translucide sur les milieux ISP6, ISP5, ISP2 et ISP7. Les colonies ont un aspect opaque sur le milieu 172F.

Sur le milieu BGA, les colonies sont de 2 à 3 mm de diamètre, semi-bombées, lisses et brillantes, avec un aspect translucide et une consistance crémeuse.

La souche 8

Les colonies sont plates, mates, de 1 à 2 mm de diamètre, d'une surface plate, opaque sur tous les milieux.

La souche 9

Les colonies sont plates, mates, de contour irrégulier, grandes de 3 à 5 mm de diamètre, avec une surface granulée, un aspect translucide sur les milieux BGA, ISP6 et 172F (figure 4).

Sur le milieu ISP2, ISP5, ISP7, les colonies sont plates, de 2 à 3 mm de diamètre, d'une surface lisse et brillante et d'une consistance crémeuse.

La souche 10

Les colonies sont semi-bombées, ayant un contour irrégulier, une surface lisse, brillante, et un diamètre de 1 à 3 mm, d'une consistance crémeuse et d'un aspect opaque sur tous les milieux (figure 4).

La souche 11

Les colonies sont plates, mates, d'un diamètre de 1 à 2 mm, et d'un contour irrégulier. Elles ont une surface rugueuse et une consistance sèche et un aspect translucide sur les milieux ISP2, ISP5, ISP6, ISP7 et BGA.

Sur le milieu 172F, les colonies sont semi-bombées.

La souche 12

Les colonies sont bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, d'un contour irrégulier et d'une surface lisse, brillante et crémeuse, sur les milieux ISP2, ISP5, 172F, BGA (figure 4)

Sur les milieux ISP6 et ISP7, les colonies sont circulaires, semi-bombées, d'aspect translucide, avec une consistance sèche.

La souche 13

Les colonies sont plates, de 1 à 2 mm, de diamètre d'un contour irrégulier et d'une surface lisse et crémeuse sur le milieu ISP2, mates sur le milieu BGA.

Sur les milieux ISP5 et ISP7, les colonies sont mates, semi-bombées, d'aspect opaque.

Sur le milieu 172F, les colonies sont rondes, d'un contour régulier, une surface plate et un aspect translucide (figure 4).

Sur le milieu ISP6 les colonies sont plates, mates, granulée et d'un contour irrégulier.

La souche 14

Les colonies sont semi-bombées, de 1 à 3 mm de diamètre, d'un contour irrégulier, d'une surface granuleuse et d'une consistance crémeuse. Elles sont opaques sur les milieux BGA, ISP2, ISP6 et ISP7.

Sur le milieu 172F les colonies sont bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, d'une surface lisse, brillante et une consistance crémeuse.

Sur le milieu ISP5, les colonies sont plates, mates, granulées, d'un contour irrégulier et un aspect opaque.

La souche 15

Les colonies sont plates, mates, d'un diamètre de 1 à 2 mm, d'un contour irrégulier. Elles ont une surface lisse, granuleuse, et un aspect opaque sur les milieux BGA, 172F, ISP2, ISP5 et ISP7.

Sur le milieu ISP6, les colonies ont une consistance crémeuse et un aspect translucide.

La souche 16

Sur les milieux BGA et 172F les colonies sont, mates, semi-bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, d'une surface lisse, granuleuse et un aspect translucide.

Les colonies sont lisses, semi-bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, d'un contour irrégulier une consistance crémeuse et un aspect translucide sur le milieu ISP2.

Sur le milieu ISP5, les colonies sont plates, mates, d'une surface granuleuse, avec un contour irrégulier et un aspect translucide.

Sur les milieux ISP6 et ISP7, les colonies sont mates, à une surface granuleuse, de 1 à 3mm de diamètre, d'un contour irrégulier et d'un aspect opaque.

La souche 17

Les colonies sont plates, translucides, de contour irrégulier, de 1 à 2 mm de diamètre, et d'une surface granuleuse, d'un aspect translucide sur le milieu BGA, et opaque sur les milieux 172F, ISP2, ISP6 et ISP7 (figure 4).

Sur le milieu ISP5 les colonies sont rondes, circulaires, de 1 mm de diamètre, avec une surface bombée, un contour régulier et un aspect opaque.

La souche 18

Les colonies sont mates, semi-bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, d'un contour irrégulier et un aspect translucide sur les milieux ISP6 et 172F.

Sur les milieux ISP5 et ISP7, les colonies sont plates, et mates (figure 4).

Les colonies sont envahissantes sur le milieu BGA.

La souche 19

Les colonies sont lisses, brillantes, semi-bombées, de 1 à 2 mm de diamètre, de contour irrégulier, d'un aspect translucide sur les milieux ISP7 et BGA.

Sur le milieu 172F, les colonies ont un contour irrégulier, et un diamètre de 3 à 5 mm, et une consistance sèche

Sur les milieux ISP2, ISP6, ISP5, les colonies sont plates, de contour irrégulier et d'une surface granuleuse.

La souche 20

Les colonies sont plates, mates, de 1 à 2 mm de diamètre, un contour irrégulier, une surface granuleuse, et un aspect opaque sur les milieux ISP2, ISP5, ISP6, ISP7 et 172F.

Sur le milieu BGA, les colonies sont translucides.

La souche 21

Les colonies sont plates, de 1 à 2 mm, de diamètre d'un contour irrégulier, une surface granuleuse, une consistance sèche et un aspect opaque sur les milieux BGA, ISP2, ISP5, ISP6 et ISP7.

Sur les milieux 172F, les colonies sont circulaires, semi-bombées, de 1 à 3 mm de diamètre, d'aspect translucide et d'une consistance crémeuse.

La souche 22

Les colonies sont plates, mates de 1 à 2 mm d'un contour irrégulier, une surface lisse, et un aspect translucide.

Sur le milieu ISP5, les colonies sont grandes de taille : de 3 à 5 mm de diamètre.

La souche 23

Les colonies sont bombées, d'une surface lisse, brillantes, avec une consistance crémeuse et un aspect translucide sur les milieux BGA, 172F, ISP2.

Sur les milieux ISP5, ISP6 et ISP7, Les colonies sont plates, mates, d'une surface granuleuse et d'un aspect translucide.

La souche 24

Les colonies sont semi-bombées, de 2 à 3 mm de diamètre, d'un contour irrégulier et un aspect translucide sur les milieux BGA et 172F.

Sur les milieux ISP2, ISP5, ISP6 et ISP7, Les colonies sont plates et mates, de 1 à 2 mm de diamètre.

La souche 25

Les colonies sont plates, mates, de 1 à 2 mm de diamètre, irrégulière, d'une consistance crémeuse et un aspect translucide sur les milieux ISP7 BGA et opaque sur les milieux ISP2, ISP5, ISP6 et 172F (figure 4).

La couleur des colonies de toutes les souches selon **le code RAL** est mentionnée dans le Tableau 8.

Production de pigments diffusibles

La production des pigments diffusibles a été remarquée chez 07 souches : S1 et S6 sur le milieu BGA, S7 sur les milieux 172F et ISP5, S9 sur les milieux BGA et ISP5, S11 sur le milieu 172, S14 sur le milieu 172F et BGA et la souche S20 sur le milieu ISP5 (figure 4).

Production des pigments mélanoides

La production des pigments mélanoides caractérisait 02 souches S1 sur le milieu ISP7 et S14 et sur les milieux ISP6 et ISP7 (figure 4).

La couleur de ces pigments est mentionnée dans le Tableau 8

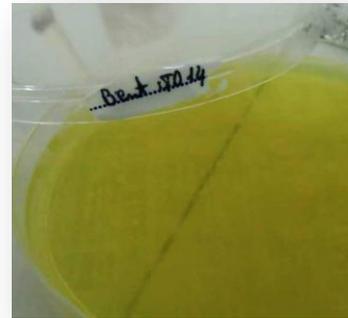
Tableau 8: couleur des souches actinomycétales étudiées et leurs pigments (diffusibles et mélanoïdes) selon le code RAL ; 2016 (suite).

S25	S24	S23	S22	S21	Les souches	
/	/	/	/	/	MA	Bennett's-
Blanc perlé	Blanc perlé	Ivoire Claire	Blanc perlé	Ivoire claire	MS	
/	/	/	/	/	PD	
/	/	/	/	/	MA	172F Modifiée
Blanc perlé	Blanc perlé	Ivoire Claire	Blanc perlé	Ivoire Claire	MS	
/	/	/	/	/	PD	
/	/	/	/	/	MA	ISP2
Blanc perlé	Ivoire claire	Blanc perlé	Blanc perlé	Ivoire claire	MS	
/	/	/	/	/	PD	
/	/	/	/	/	MA	ISP5
Ivoire claire	Ivoire claire	Blanc perlé	Blanc perlé	Jaune narcisse	MS	
/	/	/	/	/	PD	
/	/	/	/	/	MA	ISP6
Ivoire Claire	Ivoire claire	Blanc perlé	Blanc perlé	Beige brun	MS	
/	/	/	/	/	PM	
/	/	/	/	/	MA	ISP7
Blanc perlé	Beige	Beige	Blanc perlé	Ivoire claire	MS	
/	/	/	/	/	PM	

MA : Mycélium Aérien, MS : Mycélium de Substrat, PD : Pigments Diffusibles, PM : Pigments Mélanoïdes, / : Absence



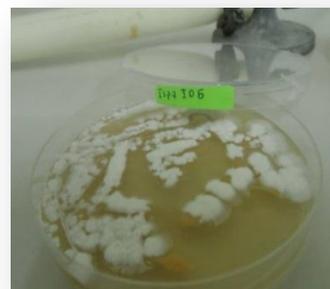
S1



S9



S1



S2



S10



S17

Figure 4: Photographie présentant la culture de quelque souche sur différents milieux d'identification.



S18



S12



S13



S2



S25



S4

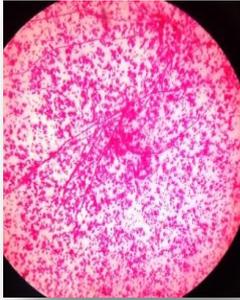
Figure 4 : Photographie présentant la culture de quelque souche sur différents milieux d'identification (suite)

2. Les caractéristiques micromorphologiques

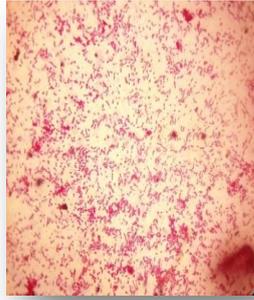
La description micromorphologique des différentes souches actinomycétales après coloration de Gram est mentionnée dans le tableau ci-dessous (tableau 12)

Tableau 9: description micromorphologique des 25 souches d'actinomycétales après coloration de Gram

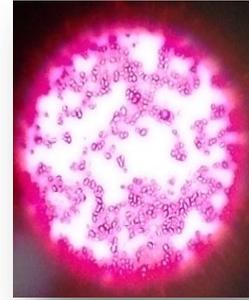
Souches	Caractéristiques microscopique	Gram	Figure correspondantes
S1, S4, S11, S17	Des coccobacilles qui se regroupent en amas et en chaînettes avec présence des petits filaments fins, non- septes, non- ramifiés qui se fragmentent en éléments coccobacillaires	Gram positif	b1
S2	Un mycélium trop long, arborescent, fragmenté, et très ramifié.	Gram positif	b 2
S3, S8, S10, S 14, S 18, S 20, S 21, S 25	Des coccobacilles regroupés en amas et en chaînettes ; avec absence de filament.	Gram positif	b 3
S5, S7, S12, S22	Mycélium constitué de filaments plus ou moins fins non- ramifiés qui se fragmentent en éléments sous forme de coques et de bacilles.	Gram positif	b 4
S 6, S24	Des coccobacilles qui se regroupent en chaînettes, présence des filaments courts plus ou moins épais et non- ramifiés.	Gram positif	b 5
S9, S13	Un mycélium long, bien développé, courbé en forme de zigzag, qui se fragmente en éléments sous forme de bacilles et coccobacilles.	Gram positif	b 6
S15, S23	Des coccobacilles en amas et en chaînettes, présence de corps particuliers et absence de filament.	Gram positif	b 7
S 16	Des coques sous forme de grappes de raisin et en chaînettes, présence de filament fins et incurvés.	Gram positif	b 8
S19	Des coccobacilles en amas et en chaînettes ; avec présence de filaments fins; incurvés et non-septes.	Gram positif	b 9



b 2 : S2



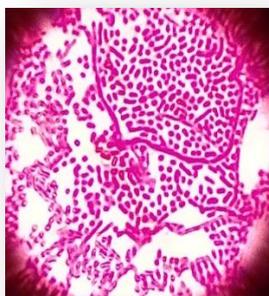
b 4: S5



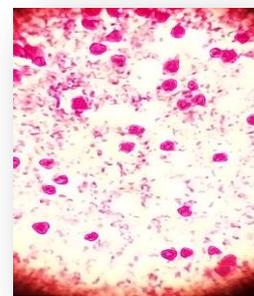
b3 : S8



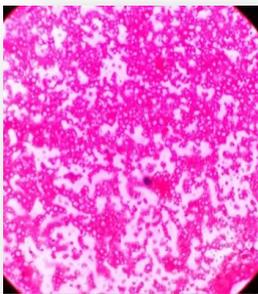
b1 :S11



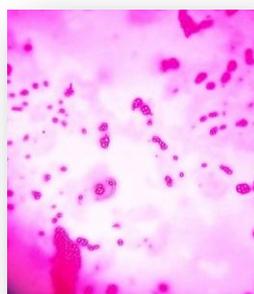
b 6 :S13



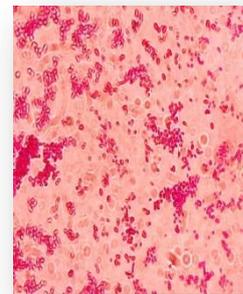
b 7 : S15



b 8: S16



b 9 : S19



b 5 : S24

Figure 5: Aspect microscopique des souches S2, S5, S8, S11, S13, S15, S16, S19 et S24 après coloration de Gram ($\times 100$).

Les caractères morphologiques (macroscopiques et microscopiques) laissent assigner les souches étudiées à la famille des Nocardiaceae.

Remarque

Il est très important de noter que cette assignation des souches actinomycétales est une suggestion et que l'étude physiologique et chimiotaxonomique et moléculaire sont inévitables pour arriver à identifier avec précision le genre et l'espèce d'une souche actinomycétale.

3. Mise en évidence des activités enzymatiques

Les résultats des activités enzymatiques des 25 souches étudiées sont illustrés dans le tableau ci- dessous (tableau 10).

Tableau 10 : Résultats des activités enzymatiques des 25 souches étudiées

Souches	Substrat dégradé			Total des enzymes produites	Pourcentage (%)
	L'acide urique	L'asparagine	La glutamine		
S1	+	+	+	3	100
S2	+	+	+	3	100
S3	+	+	+	3	100
S4	+	+	+	3	100
S5	+	+	+	3	100
S6	+	+	+	3	100
S7	+	+	+	3	100
S8	+	+	+	3	100
S9	+	+	+	3	100
S10	+	+	+	3	100
S11	+	+	+	3	100
S12	+	+	+	3	100
S13	+	+	+	3	100
S14	+	+	+	3	100
S15	+	+	+	3	100
S16	-	+	+	2	67
S17	+	+	+	3	100
S18	+	+	+	3	100
S19	+	+	+	3	100
S20	+	+	+	3	100
S21	+	+	+	3	100
S22	+	+	+	3	100
S23	-	+	+	2	67
S24	+	+	+	3	100
S25	+	+	+	3	100
Pourcentage%	92	100	100		

(*) : La lecture du résultat s'est faite uniquement après le 7^{ème} jours.

Ce tableau indique que toutes les souches étudiées ont montré au moins deux activités enzymatiques parmi les trois différentes activités testées.

En fait, les données littéraires ont rapporté que les actinomycètes sont capables de produire un grand nombre d'enzymes, qui sont d'une valeur commerciale élevée (**Vonothini et al., 2008 ; Park et al., 2002**).

Ce résultat, justifie aussi l'intérêt que portent les chercheurs à ce type de microorganismes, un intérêt qui n'a cessé de s'accroître au cours de ces dernières années, principalement en raison du grand nombre d'application que les enzymes offrent dans des domaines très variés. (**Keyhani et Roseman, 1999 ; Bhat, 2000 ; Mobini-Dehkordi et Javan, 2012**).

2.1. Répartition des activités selon la nature du substrat dégradé

1.1 Dégradation de l'asparagine

D'après le tableau, on remarque que toutes les souches d'actinomycètes étudiées ont pu dégrader l'asparagine

Cette activité enzymatique se traduit par la présence d'une coloration rose autour de la colonie ce changement et le résultat de l'augmentation de pH de milieu M9 à cause de la libération des ions d'ammoniac (figure 6).

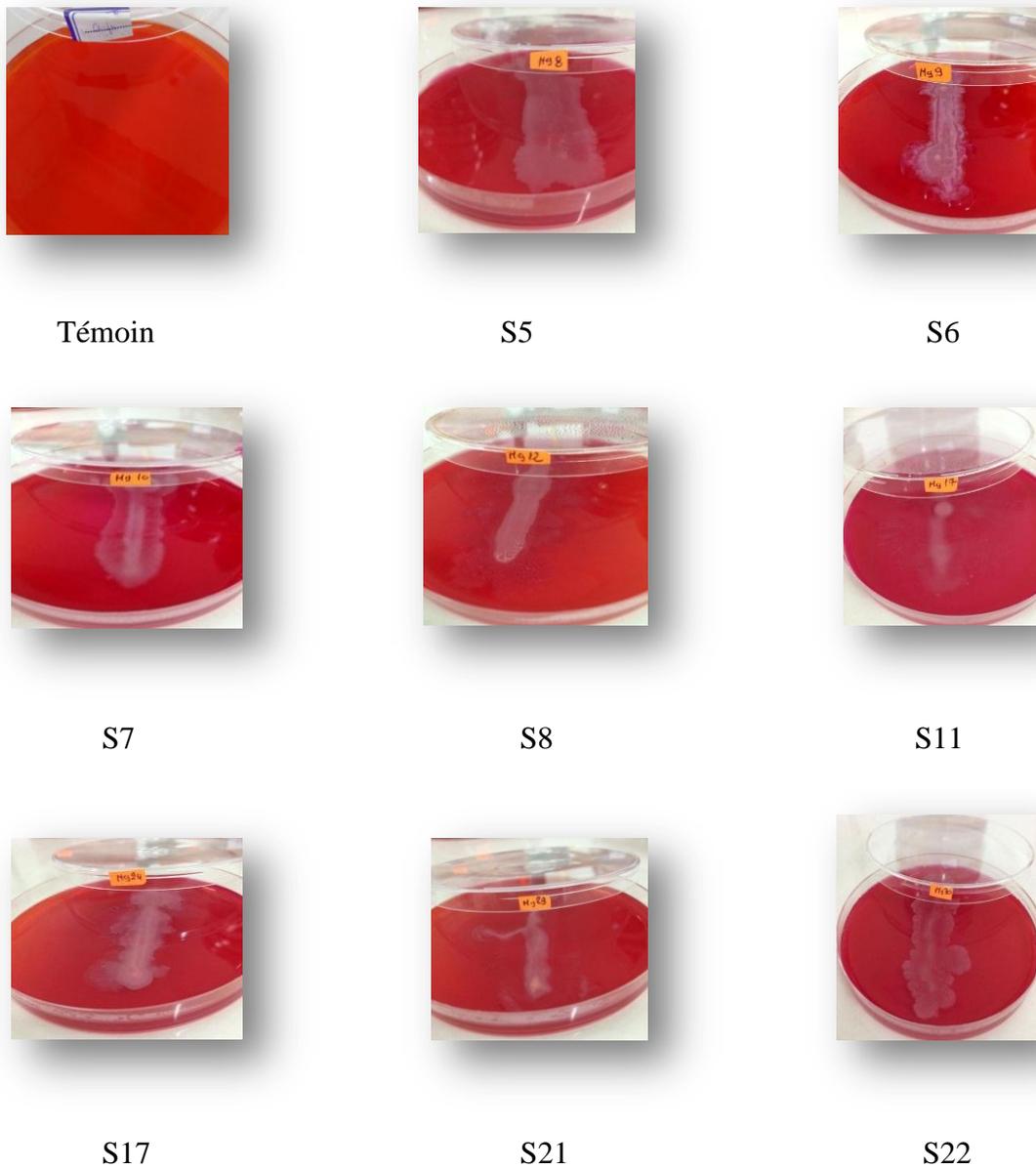


Figure 6 : Photographies présentant le résultat positif de l'activité de la L-asparaginase de quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu M9.

1.2. Dégradation de la glutamine

Le tableau mentionne aussi que toutes les souches d'actinomycètes étudiées ont pu dégrader la glutamine.

L'activité glutaminasique se traduit par la présence d'une coloration rose autour de la colonie ce changement et le résultat de l'augmentation de pH de milieu MGA à cause de la libération des ions d'ammoniac (figure 7).

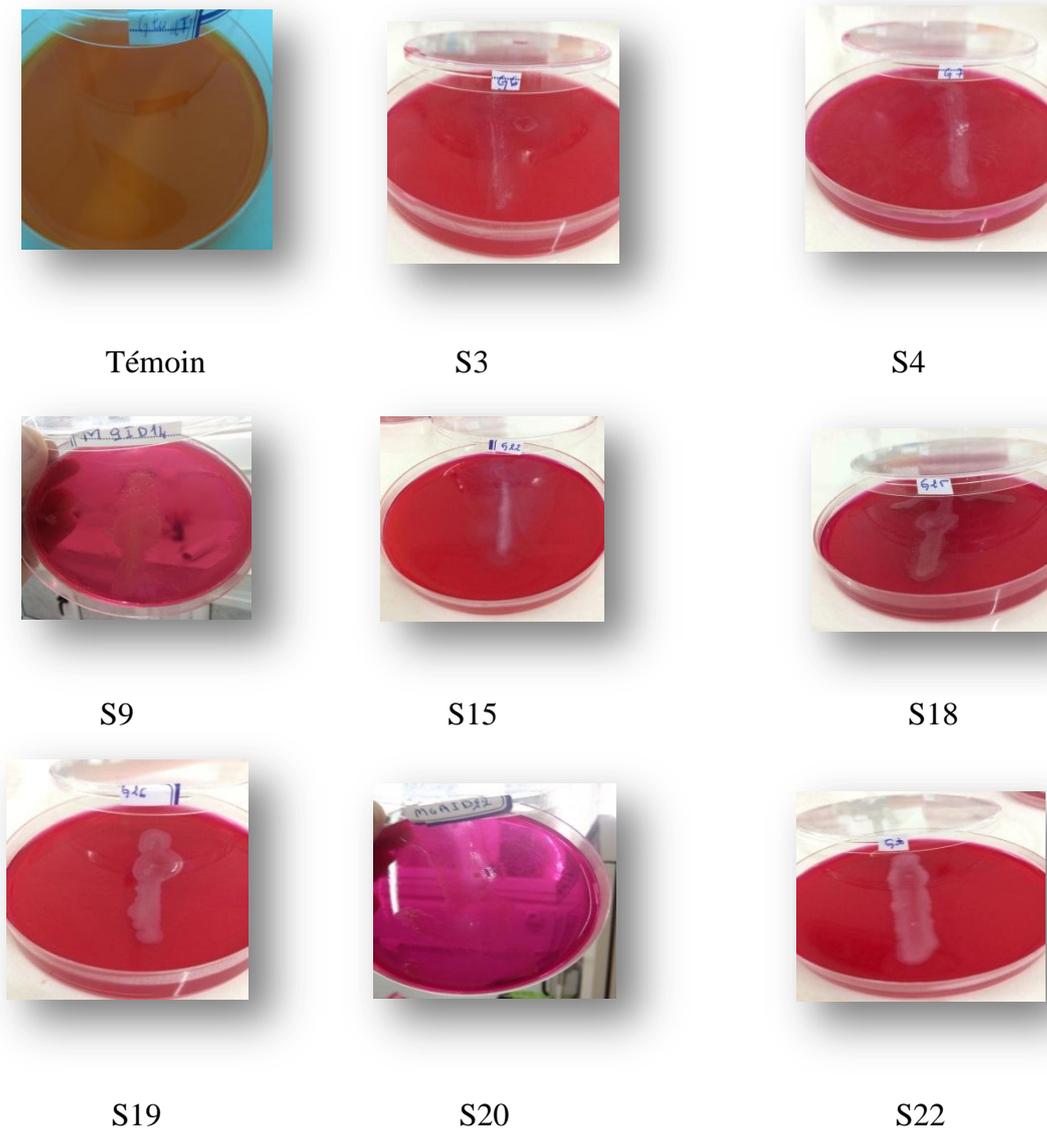


Figure 7 : Photographies présentant le résultat positif de l'activité de la L- glutaminase de quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu MGA.

1.3. Dégradation de l'acide urique

D'après le tableau 10, on remarque que la quasi totalité des souches d'actinomycètes étudiées capables de dégrader l'acide urique à l'exception de trois souches S16 et S23. L'activité uricasique se traduit par la présence d'une zone d'hydrolyse claire autour de la colonie après 3 jours d'incubation (figure 8).



Figure 8 : Photographies présentant le résultat positif de l'activité uricasique de quelques souches actinomycétales étudiées sur le milieu contenant de l'acide urique.

La production de ces trois enzymes est une propriété très courante chez le genre *Streptomyces* sp qui appartient à la famille des *Streptomycetaceae*. En fait la L-asparaginase a été isolée à partir de *Streptomyces gulbargensis* , *Streptomyces noursei* , *Streptomyces acrimycini* , *Streptomyces griseus* , *Streptomyces fradiae* (Amena *et al.*, 2010 ; Dharmaraj, 2011 ; Selvam and Vishnupriya , 2013 ; El-Naggar *et al.*, 2016)

La glutaminase à partir de *Streptomyces avermitilis* , *Streptomyces griseus* , *Streptomyces olivaceus* , *Streptomyces canarius* (Abdallah *et al.*, 2013 ; Suresh kumar *et al.*, 2013 ; El-Naggar *et al.*, 2015 ; Reda *et al.*, 2015).

Finalement, l'uricase à partir de *Streptomyces exfoliates* et *Streptomyces rochei* (Aly *et al.*, 2013 ; El-Naggar, 2015).

Rares sont les études qui ont rapporté la production de ces enzymes à partir d'autres genres (Kai *et al.*, 2008 ; Khucharoenphaisan et Sinma , 2011 ; Meena *et al.*, 2015).

Toutes les souches étudiées, au nombre de 25 ; ont pu produire la L- asparaginase (100%) et la L-glutaminase (100%). Seules les deux souches (S16 et S23) n'ont pas pu produire l'uricase (figures 9 et 10).

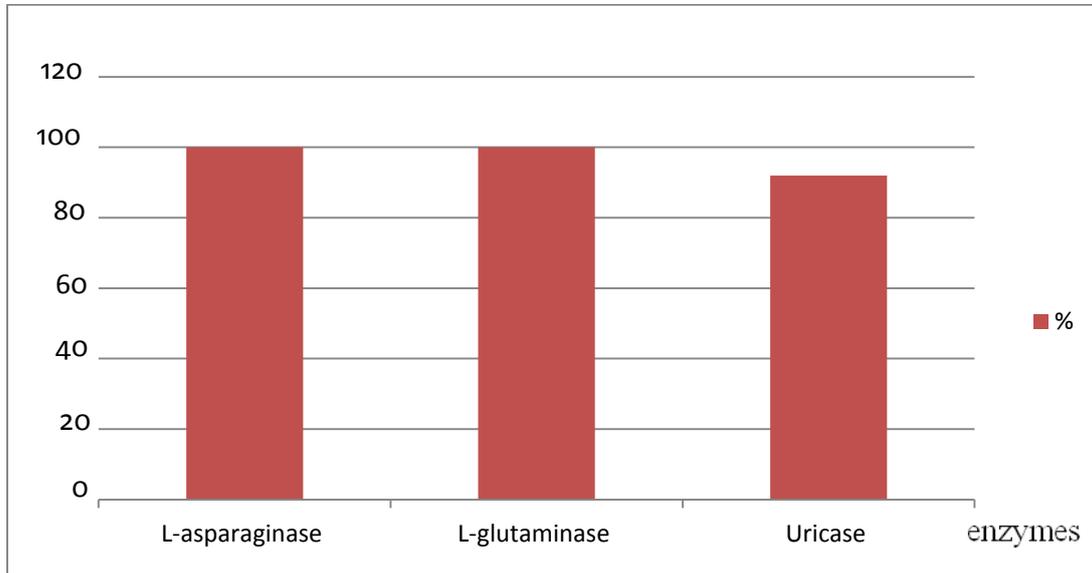


Figure 9 : Pourcentage des enzymes produites par les souches actinomycétales étudiées.

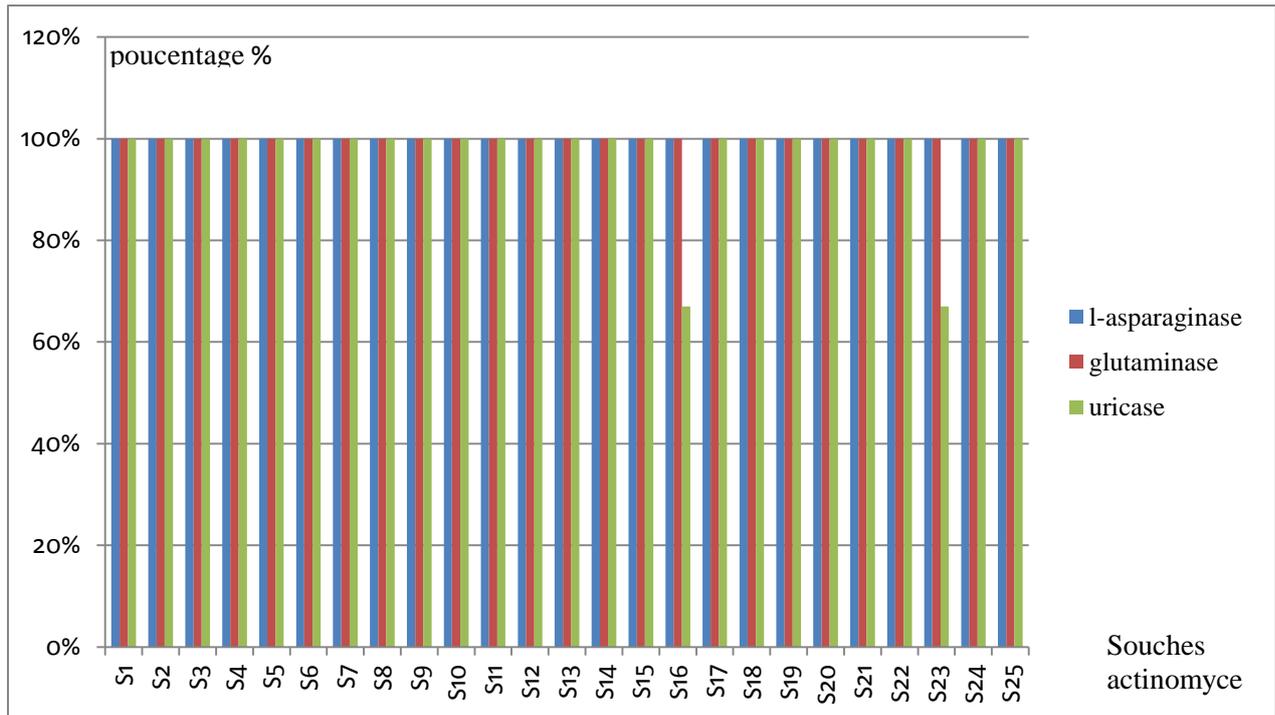


Figure 10 : Résultats des activités enzymatiques de 25 souches actinomycétales étudiées.

Nos résultats sont en accord avec ceux présentés par **Ravi Varma et al. (2016)** pour l'étude de la L-asparaginase de 45 souches d'actinomycètes isolées à partir du sol marin où ils ont montré que **tout leurs isolats possèdent une activité asparaginolytique.**

Mais ils sont loin de ceux rapportés par **Sudhir et al. (2012)** pour l'étude de cette activité chez 90 souches d'actinomycètes isolées à partir du sol où **seulement 35 %** (11 souches) de leurs isolats **ont montré une activité positive.**

Quant à la production de la glutaminase, nos résultats se diffèrent de la plupart des travaux réalisés par divers chercheurs. En fait, **Mohamed Hemida et al. (2013)** qui ont isolés 201 souches actinomycétales à partir des sols rhizosphériques de trois plantes *Triticum vulgare*, *Zea mays* et *Vicia faba* à Assiout en Égypte, ont mentionné que **79.52 %** de leurs isolats (**167 souches**) possédaient l'enzyme glutaminase.

Dhevagi et al. (2016) qui ont isolés 94 souches actinomycétales à partir de sédiments marins de 06 plages de la région Thoothukudi en Inde, ont mentionné que **41 % seulement** de leurs isolats possédaient l'enzyme glutaminase.

Ahmed Abdallah et al. (2012) qui ont isolé 102 souches à partir de différents sols en Égypte ont trouvé que **6 souches seulement** de leurs isolats **ont montré une activité positive.**

Concernant l'uricase, nos résultats se diffèrent des travaux trouvés dans la bibliographie par divers chercheurs où moins de 50 % de leurs souches actinomycétales isolées ont montré une activité positive. C'est l'exemple d'**El-Naggar NE (2015)** qui a isolé 130 souches actinomycétales à partir des sols, en Alexandrie en Égypte, et qui a mentionné que **42 %** de leurs isolats possédaient l'enzyme uricase, et d'**Aly et al. (2013)** qui ont étudié la production de cette enzyme chez 49 souches d'actinomycètes isolées à partir de plusieurs échantillons (eaux usées, sols, eau marine... etc) à Jaddah en Arabie Saoudite et qui ont mentionné que seulement **20 %** de leurs souches ont prouvé leur capacité à dégrader l'acide urique.

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

Conclusion

À la lumière des résultats obtenus, on peut conclure que :

- Les vingt-cinq (25) souches étudiées appartiennent à la famille des *Nocardiaceae*.
- Toutes les souches étudiées ont montré au moins deux activités enzymatiques, ce qui démontre leur importance.
- La L-asparaginase et la glutaminase sont les enzymes, les plus produites par nos souches (100%) ; suivie par l'uricase (92%).
- Les souches S 16 et S 23 sont les moins actives vu qu'elles ont produit 02 enzymes seulement: La L-asparaginase et la L- glutaminase.

En perspectives pour cette étude, il est recommandé :

- ✓ D'identifier avec exactitude les souches, jusqu'au niveau du genre et l'espèce par des caractéristiques physiologiques, chimiotaxonomiques et moléculaires plus approfondies.
- ✓ D'étudier la production d'une enzyme potentiellement produite par nos souches et pour cela il faut :
 - Optimiser les conditions de culture de la souche sélectionnée pour une bonne production enzymatique.
 - Et pourquoi ne pas extraire et purifier l'enzyme concernée.

Références bibliographiques

A

- **Abdallah N. A, Amer S. K and Habeeb M. K (2013).** Production, purification and characterization of L-glutaminase enzyme from *Streptomyces avermitilis*, Afr J Microbiol Res, Vol. 7 : 1184-1190.
- **Ajit NS, Verma R and Shanmugam V (2006).** Extracellular chitinases of fluorescent *Pseudomonas antifungal* to *fusarium oxysporum.sp.dianthi* causing carnation wilt.curr. Microbiol. 52:310-316.
- **ALY. M, TORK.S, AL-GARNI. S, ALLAM.R (2013).** Production and characterization of uricase from *Streptomyces exfoliatus* UR10 isolated from Wasted. Turk Biol 37 : 520-529.
- **Amena, S., Vishalakshi, N., Prabhakar, M., Dayanand, A. and Lingappa, K (2010).** Production, purification and characterization of L-asparaginase from *Streptomyces gulbargensis*. Brazilian J Microbiol 41:173–178.
- **Ammar MS, Elwan SH, El-Shahed AS. A (1987).** Uricolytic *Streptomyces albogriseolus* from an Egyptian soil. Taxonomy and uricase production and properties. J Microbiol 22: 261–279.
- **Andriambololona T. (2010).** Etude biologiques et chimiques des métabolites secondaires des actinomycètes telluriques cas de la forêt d'Ankafobe. P5-10.
- **Ankit P. Sudhir. Bhaumik R. Dave. Kalkal A. Trividi. (2012).** Production and Amplification of an L-Asparaginase gene from Actinomycete isolate Streptomyces ABR2. Ann Microbiol 62 : 1609 - 1614
- **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.
- **Avril, J, L., et al. (1992).** Bactériologie clinique.2 éd : ellipses. P. 511.

B

- **Beckers.h. J. A. Van Der Hoeven. J. S. (1982).**Growth Rates of *Actinomyces viscosus* and *Streptococcus mutans* During Early Colonization of Tooth Surfaces in. Gnotobiotic Rats. Infection and immunity. Vol. 35. N°. 2. Pp: 583-587.

- **Bhat MK. (2000).** Cellulases and related enzymes. In : *Biotechnology Advances* (18) :355–383.
- **Bomalaski J. S. and Clark M. A. (2004).** Serum uric acid –lowering therapies: where are we in management of hyperuricemia and the potential role of uricase, *Current Rheumatology Reports*, vol. 6, pp. 240–247.
- **Bouka M.(2015).** Isolement des microorganismes producteurs de lipases à intérêt biotechnologique. Mémoire de Master : Biotechnologie Microbienne. : Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès, Maroc. 37p
- **Breulland, J., Lemoine, A., Michel, G., et Olle, J. (1974).** Etude des actinomycètes aérobies. Rencontres dans l'air de Toulouse. *Rev. Inst. Pasteur, Lyon, Fr.*, 7:pp269-278.
- **Breton A., Theilleux J., Sanglier J.J., Viobis G. (1989).** Organismes producteurs: biologie, taxonomie et écologie. In: *Biotechnologie des Antibiotiques*. Larpent J.P. et Sanglier J.J., Masson : Paris. Pp: 33-70.

C

- **Colloc'h N, El Hajji M and Bachet B. (1997).** Crystal structure of the protein drug urate oxidase-inhibitor complex at 2.05 Å resolution. *Nat Struct Biol* 4: 947–952.
- **Colombié V (2005).** Description de la production de spiramycine par *Streptomyces ambofaciens*. Modélisation métabolique, simulation et capteur logiciel. Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse. **174 page.**
- **Couch, J.N. and Bland C.E. (1974).** Family IV. *Actinoplanaceae*. In: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8 th Ed., Buchanan R.E. and Gibbon N.E. (Eds). Williams and Wilkins C. O. Baltimore ; pp706-723.
- **Cournoyer B., Blaha D. (2003),** Cloning Characterization and phylogenetic analysis of the sig A σ 70 factor gene sequence from the actinomycete *Fankia*. *Developments in plant and soil sciences* ; 100 :97- 106 .

D

- **Dhevendaran, K. and Anitha Kumari Y. K. (2002).** L-asparaginase activity in growing conditions of *Streptomyces sp.* associated with Therapon jarbua and Villorita cyprinoids of Veli lake, south India. *Ind. J. Mar. Sci.*, 39(2), 155-159.
- **Dharmaraj S (2011).** Study of L-asparaginase production by *Streptomyces noursei* MTCC 10469, isolated from marine sponge *Callyspongia diffusa*. *Iran J Biotechnol* 9 : 102–108.
- **Dommergues, Y et Mangenot, F. (1970).** *Écologie microbienne du sol*. Masson et Cie, paris, pp 9-72 (796).

E

- **El-Naggar, N.E., Deraz, S.F., Soliman, H.M., El-Deeb, N.M. and El-Ewasy, S.M. (2016)** Purification, characterization, cytotoxicity and anticancer activities of L-asparaginase, anti-colon cancer protein, from the newly isolated alkaliphilic *Streptomyces fradiae* NEAE-82. *Sci Reports Nat* 6, 32926: 1-16.
- **El-Naggar N. E, Moawad H, El-Shweihy N. M and El-Ewasy S. M (2015).** Optimization of culture conditions for production of the antileukemic glutaminase free L-asparaginase by newly isolated *Streptomyces olivaceus* NEAE-119 using response surface methodology. *BioMed Res Int.* 17 pages.
- **Ensign J. C.; Normand p.; Burden J. P.; Yallop C. A (1993).** Physiology of some actinomycetes genera. *Rev. Microbiol.* **144**, 657-660.
- **Eunice J. A. ; Prosser J. I. (1983).** Mycelial growth and branching of *Streptomyces coelicolor* A3 (2) on solid medium. *Journal of genetic microbiology* (**129**): 2029-2036.
- **Euzéby J.P. (2011).** List of Bacterial Names with Standing in Nomenclature: a Folder Available on the Internet. Genera: *Nocardiopsis*, *Streptomyces*, *Saccharomonospora*, *Actinoalloteichus*. (<http://www.bacterio.cicct.fr/>).

G

- **Garay R.P., El-Gewely R., Labaune J-P. et Richette P (2012).** Perspectives des uricases dans la goutte. Revue du rhumatisme Ed. Française 2012 ; 79 : 17-22.
- **Garcia-Conesa M.T., Kroon P.A., Ralph J., Mellon F.A., Colquhoun I.J., Saulnier L., Thibault J.F. & Williamson. G. (1999).** Esterase from *Aspergillus niger* can break plant cell wall cross links without release of three diferulic acids. *eur. j. biochem.* p : 266:644-652.
- **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, pp 33–34.
- **Goodfellow M.; Williams S. T. (1983).** Ecology of actinomycetes. Annuals Review of Microbiology (37):189-216.
- **Gupta R, Saxena RK, Chatuverdi P and Viridi JS (1995).** Chitinase production by *Streptomyces viridificans* : its potential in fungal cell wall lysis.J Appl Bacteriol 78,378–383.

H

- **Harvey, I. (1999).** Sélection de tests discriminants pour l'identification rapide des actinomycètes thermophiles impliqués dans l'alvéolite allergique extrinsèque. These de Doctorat. Université Laval (Canada). pp127.
- **Hasegawa T., Lechevalier M.P. and Lechevalier H.A. (1978).** New genus of the Actinomycetales: Actinosynnemagen. nov. Int. J. Syst. Bacteriol. 28(2): 304–310.
- **Holt J.G., Krieg N.R ., Sneath P.H.A., Staley J.T. and Williams S.T.(1994)** Berrgey's Manual of determinative Bacteriology .Williams and wikins .
- **Hoster F, Schmitz JE et Daniel R (2005).** Enrichment of chitinolytic microorganisms : isolation and characterization of chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel *Streptomyces* strain. Appl. Microbial. Biotechnol. 66:434-442.

J

- **Jones D. and Krieg R. (1989).** Bacterial classification. V. Serology and chemotaxonomy. *In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 4.* Williams S.T. Sharpe M.E. and Holt J.G. (Eds.). Williams and Wilkins Co. Baltimore pp. 2313-2316.

K

- **Kämpfer P. (2010).** *Actinobacteria.* Handbook of hydrocarbon and lipid microbiology Part 19, 1819-1838.
- **Keyhani NO et Roseman S (1999).** Physiological aspect of chitin catabolism in marine bacteria. *Biochimica et Biophysica Acta.* (14)73: 108-122.
- **Khucharoenphaisan K, and Sinma (2011):** Production and partial characterization of uric acid degrading enzyme from new source *Saccharopolyspora* sp.PNR11. *Pak J Biol Sci.*, 14(3): 226-23.
- **Kim S. B.; Seong C. N.; Jeon S. J.; Bae K. S.; 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 : Université Mentouri-Constantine.pp 24.
- **Kumer G., Nagesh N .(2008).** Purification of extracellular acid protease and analysis of fermentation metabolites by *Synergistes* sp. utilizing proteinaceous solid waste from tanneries.*Bioresource technologie.*P:99 ,2364-2372.

L

- **Lacey J.,(1997).**Actinomycete in composts.*Ann .Agric .Environ.MED.*4.113-121.
- **Lacey, J. (1973).** Actinomycetes in soils, composts and fodders. *Soc. App Bacteriol.,Symp. Ser.*

- **Lamari L. (2006).** Production de nouveaux antibiotiques du groupe des pyrrothines par une nouvelle espèce d'actinomycète, *Saccharothrix algeriensis*. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. pp 45
- **Larpent J. P. et Sanglier J. J. (1989).** Biotechnologie des antibiotiques. Édition masson. Paris. 130 pages
- **Loqman, S. (2009).** La lutte biologique contre la pourriture grise de la vigne : Isolement, caractérisation de souches de bactéries Actinomycétales antagonistes à partir des sols rhizosphériques de vignes saines sauvages d'origine marocaine. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Végétale. Université de Reims Champagne-Ardenne. France. 216 p.

M

- **McKinney R. E. (2004).** Environmental Pollution Control Microbiology. CRC Press : New York. Pp: 448.
- **Meena, B, Anburajan L , Sathish T , Vijaya R.R, Dharani G, Vinithkumar NV and Kirubakaran R (2015).** L-Asparaginase from *Streptomyces griseus* NIOT-VKMA29: optimization of process variables using factorial designs and molecular characterization of L-asparaginase gene. Scientific reports 5, 1240. 12 pages.
- **Mobini-Dehkordi M and Fahime AJ (2012).** Application of alpha-amylase in biotechnology. Journal of Biology and today's world. pp: 39-50.
- **Mohamed Hemida A, El-Sayed AE and Abdel-Hamied MR (2013).** Biosynthesis of L-Glutaminase by *Streptomyces Variabilis* ASU319 Isolated from Rhizosphere of *Triticum Vulgaris*. Universal Journal of Microbiology Research 1(3): 27-35.
- **Ali Mohamed Elshafei, Mohamed Mohamed Hassan, Mohamed Abd-Elmontasr Abouzeid, Dalia Ali Mahmoud and Dina Helmy Elghonemy. (2012).** Purification, characterization and Antitumor Activity of L- asparaginase for *Penicilium brevicompactum* NRC829. British Microbiology Research Journal 2(3) : 158-174
- **Mohamed Hemida, El- Sayed.A.E., Abdel- Hamied. M.R. (2013).** Biosynthesis of L- glutaminase by *Streptomyces variabilis* ASU319 Isolate dfrom Rhizosphere of *Triticum Vulgaris*. Universal Journal of Microbiology Rechearch ; 1(3) : 27-35

N

- **Nagwa Ahmed Abdallah, Shaimaa Khairy Amer and Maria Kalil Habeeb.(2012).** Screeing of L- Glutaminase Produced by Actinomycetes Isolated from Different Soils In Eyypt. International Journal of Chem Teach Research. Vol. 4, No. 4,PP 1451-1460
- **Nandakumar R, Yoshimune K, Wakayama M and Moriguchi M (2003).** Microbial Glutaminase: biochemistry, molecular approaches and applications in the food industry. J. Mol Cat b: enzymatic. 23:87-100.
- **Nishiya Y, Hibi T and Oda J. A. (2002).** Purification method of the diagnostic enzyme *Bacillus uricase* using magnetic beads and non-specific protease. Protein Expres Purif 25: 426–429.

P

- **Park. J.O; El-Tarabily. K.A; Ghisalberti. E.L; and Sivasithamparam. K. (2002).** Pathogenesis of *Streptovercillium albireticuli* on Caenorhabditis elegans and its antagonism to soil-borne fungal pathogens. Letters in AppliedMicrobiology, 35: 361–365.
- **Patel et al. (2014).** Dynamism of Antimicrobial Activity of Actinomycetes: A Case Study from Undisturbed Microbial Niche. Advances in Microbiology. 4: 324-334.
- **Perry J. J.; Staley J. T. and Lory S. (2004).** Microbiologie. Dunod, Pais. 497–498.
- **Pine L. (1970).** Classification and phylogenetic relationship of microaerophilic actinomycetes. Int. J. Bacteriol. 20, 445-474.
- **Prescott, L.M., Harley, J.P., Klein D.A. (2007).** Microbiologie. De Boek & Larcier, Bruxelle: 805–825.

R

- **Rangaswami G.; Bagyaraj D. J.; Bagyaraj D. G. (2004).** Agricultural Microbiology. PHI: New Delhi. Pp: 440.

- **Ravi Varma A, Sushma K, Naga Sai Babu V, Bodaiah B and Sudhakar P (2016)** . Partial purification, characterization and optimization of anti-leukemic enzyme L-asparaginase from mangrove soil actinobacteria. *J. Pharm. Res.* 10 (7), 502–511.
- **Reda, FM (2015).** Kinetic properties of *Streptomyces canarius* L-glutaminase and its anticancer efficiency. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(4): 957-968.
- **Revah-Moiseev S et Carroad PA (1981).** Conversion of enzymatic hydrolysate of shell fish waste chitin to SCP. *Biotechnol. Bioeng.* 23: 1067-1078.
- **Reda F.M. (2015).** Kinetic properties of *Streptomyces canarius* L- Glutaminase and its anticancer efficiency . *Brazilian Journal of Microbiology* 46, 4, 957-968.
- **Roberts J, Holcenberg JS, Dolowy WC (1970).** Antineoplastic activity of highly purified bacterial glutaminase. *Nature* 227:1136-1137.

S

- **Saci .A (2015).** Production d'alpha-amylase par *Streptomyces sp.* Optimisation d'un milieu de production à base de déchet d'orange .Thèse de Magister : écologie. constantine, Algérie : Univercité Mentouri. 21 p
- **Selvam K and Vishnupriya B (2013).** Partial purification and cytotoxic activity of L-asparaginase from *Streptomyces acrimycini* NGP. *Int J Res Pharma Biomed* 4: 859–69.
- **Singh P and Banik RM. (2013)** Biochemical Characterization and antitumor study of L-glutaminase from *Bacillus cereus* MTCC 1305. *Applied Biochemistry and Biotechnology.* 171: 522–531.
- **Smaoui S. (2010).** Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés. Thèse de Doctorat en Génie de Procédés et Environnement. Université de Toulouse. France. p 251.
- **Stackebrandt E., Rainey F.A. and Ward-Rainey N.L. (1997).** A proposal for a new hierarchic classification system *Actinobacteria* clasis nov. *Int. J. syst. Bacteriol.*, **47**, 479-491.
- **Stackebrandt E. and Woese C.R. (1981).** The evolution of prokaryotes. *Symp. Soci. Gen. Microbiol*, **32**, 1-31.

- **Sugisaki Z, Watanabe N, Koyama H, Kobayashi T & Iguch N (1972)** Uricase. *Chemical Abstracts* **77**: 124796y.
- **Suresh kumar S, Muthuvelayudham R and Viruthagiri T (2013)**. Medium optimization for production of L-glutaminase (EC 3.5.1.2) by *Streptomyces griseus* under submerged fermentation, *Int J Sci Eng Appl*, Vol. 2: 2319-7560.

T

- **Taechowisan T, Peberdy JF and Lumyong S (2003)**. Chitinase production by endophytic *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 and its antagonism against phytopathogenic fungi. *Ann Microbiol* **53**, 447–461.
- **Takahashi, Y. et Omura, S. (2003)**. Isolation of new actinomycete strains for the screening of new bioactive compounds. *J. Gen. Appl. Microbiol* ; Vol :49, 141-154.
- **T. Janki. (2017)**. Enzyme from Actinomycetes- Review. *International Journal of Chem Tech Research*. Vol. 10 N. 2, PP 176-182

V

- **Vonothini..G, Murugan.M, Sivakumar.K and Sudha. S. (2008)**. Optimization of protease production by an actinomycete Strain, P.S-18A isolated from an estuarine shrimp pond. *African journal of Biotechnology* ; 7(18): 3225-3230.

W

- **Williams S. T.; Wellington E. M. H. (1982)**. Actinomycetes. In: Eds. Page A.L., Miller R.H., Keency O.R.: *Methods of Soil Analysis, part 2, Chemical and Microbiological Properties*, second ed. American . Society of Agronomy/Soil Science Society of America, Madison, pp. 969–987.
- **Wise DR and Thompson CB (2010)** : Glutamine addiction: a new therapeutic target in cancer. *Trends Biochem Sci* .35: 427–433.

X

- **Xu, L.H., Li, Q.R. and Jiang, C.L. (1996).** Diversity of soil actinomycetes in Yunnan, China. *Appl Environ Microbiol* ; 62: 244-248.

Z

- **Zimmer-Rapuch S, Janus N, Amet S, Deray G, Launay-Vacher V (2013).** Les traitements de l'hyperuricémie et du syndrome de lyse tumorale. *J Pharm Clin* ; 32 (1) : 49-56.
- **Zvyagintsev D. G.; Zenova G. M.; Sudnizin I. I.; Doroshenko E. A. (2005).** The Ability of Soil Actinomycetes to Develop at an Extremely Low Humidity. Vol : (405) : 461-463.

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
MnC ₁₂ -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

- **Gélose 172F modifiée**

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

pH 7- 7.2

- **Milieu Bennett's-Glycerol**

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

pH 7

Milieux pour tests enzymatiques

• Milieu M9

Na ₂ HPO ₄	6g
KH ₂ PO ₄	3g
MgSO ₄	2g
KCl	0,1g
Glucose	3g
L- asparagine	10g
Rouge de phénol	0,009% (0,09g)
Eau distillé	1000ml
Agare	20g

Ph = 6,8

• Milieu MGA

KCl	0,5g
MgSO ₄ -7H ₂ O	0,5g
KH ₂ PO ₄	1g
FeSO ₄ -7H ₂ O	0,1g
ZnSO ₄ -7H ₂ O	1g
Glutamine	5g
Rouge de phénol	0,012% (0,12g)
Eau distillé	1000ml
Agar	20g

Ph = 7

- **Uricase**

Acide urique	5g
Glycérol	30g
NaCl	5g
K ₂ HPO ₄	1g
MgSO ₄ -7H ₂ O	0,2g
CaCl ₂	0,1g
Eau distillé	1000ml
Agar	20g

Ph = 7

N.B. l'ajustement du pH des milieux de cultures s'effectue à l'aide d'une solution de NaOH ou d'une solution d'HCL.

NaOH : 10g de NaOH dans 250 ml d'eau distillée.

HCL : 200 ml d'HCL dans 16.40 ml d'eau distillée.

Colorants

- **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

- **La solution de fuchsine**

Fuchsine basique	10g
Phénol	50g
Ethanol	100 ml
Eau distillé	1000 ml

Le nuancier RAL

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

Les teintes de jaune

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 narcisse	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 d'orange

RAL 2000	RAL 2001	RAL 2002	RAL 2003	RAL 2004
				
Orangé jaune	Orangé rouge	Orangé sang	Orangé pastel	Orangé pur

RAL 2005	RAL 2007	RAL 2008	RAL 2009	RAL 2010
				
Orangé brillant	Orangé clair	Orangé rouge clair	Orangé trafic	Orangé de sécurité
RAL 2011	RAL 2012	RAL 2013		
				
Orangé foncé	Orangé saumon	Orangé nacré		

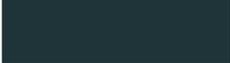
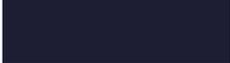
Les teintes de rouge

RAL 3000	RAL 3001	RAL 3002	RAL 3003	RAL 3004
				
Rouge feu	Rouge de sécurité	Rouge carmin	Rouge rubis	Rouge pourpre
RAL 3005	RAL 3007	RAL 3009	RAL 3011	RAL 3012
				
Rouge vin	Rouge noir	Rouge oxyde	Rouge brun	Rouge beige
RAL 3013	RAL 3014	RAL 3015	RAL 3016	RAL 3017
				
Rouge tomate	Vieux rose	Rose clair	Rouge corail	Rosé
RAL 3018	RAL 3020	RAL 3022	RAL 3024	RAL 3026
				
Rouge fraise	Rouge trafic	Rouge saumon	Rouge brillant	Clair brillant
RAL 3027	RAL 3028	RAL 3031	RAL 3032	RAL 3033
				
Rouge framboise	Rouge pur	Rouge oriental	Rouge rubis nacré	Rose nacré

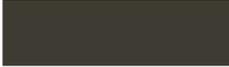
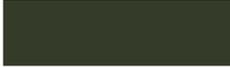
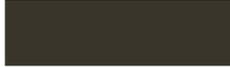
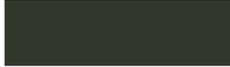
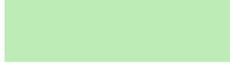
Les teintes de rose violet

RAL 4001	RAL 4002	RAL 4003	RAL 4004	RAL 4005
				
Lilas rouge	Violet rouge	Violet bruyère	Violet bordeaux	Lilas bleu
RAL 4006	RAL 4007	RAL 4008	RAL 4009	RAL 4010
				
Pourpre trafic	Violet pourpre	Violet de sécurité	Violet pastel	Télé magenta
RAL 4011	RAL 4012			
				
Violet nacré	Mûre nacré			

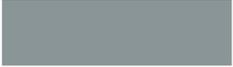
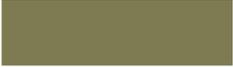
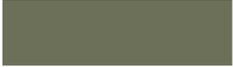
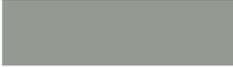
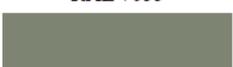
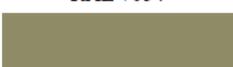
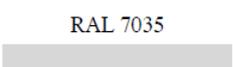
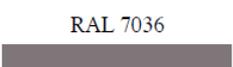
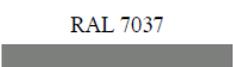
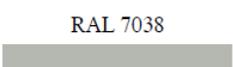
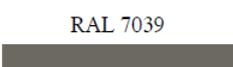
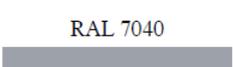
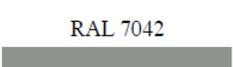
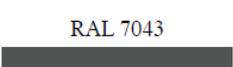
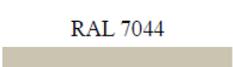
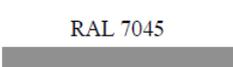
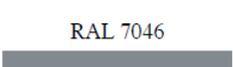
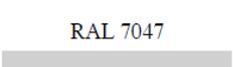
Les teintes de bleu

RAL 5000	RAL 5001	RAL 5002	RAL 5003	RAL 5004
				
Bleu violet	Bleu vert	Bleu outremer	Bleu saphir	Bleu noir
RAL 5005	RAL 5007	RAL 5008	RAL 5009	RAL 5010
				
Bleu de sécurité	Bleu brillant	Bleu gris	Bleu azur	Bleu gentiane
RAL 5011	RAL 5012	RAL 5013	RAL 5014	RAL 5015
				
Bleu acier	Bleu clair	Bleu cobalt	Bleu pigeon	Bleu ciel
RAL 5018	RAL 5019	RAL 5020	RAL 5021	RAL 5022
				
Bleu turquoise	Bleu capri	Bleu océan	Bleu d'eau	Bleu nocturne
RAL 5023	RAL 5024	RAL 5025	RAL 5026	
				
Bleu distant	Bleu pastel	Gentiane nacré	Bleu nuit nacré	

Les teintes de vert

RAL 6000	RAL 6001	RAL 6002	RAL 6003	RAL 6004
				
Vert platine	Vert émeraude	Vert feuillage	Vert olive	Vert bleu
RAL 6005	RAL 6006	RAL 6007	RAL 6008	RAL 6009
				
Vert mousse	Olive gris	Vert bouteille	Vert brun	Vert sapin
RAL 6010	RAL 6011	RAL 6012	RAL 6013	RAL 6014
				
Vert herbe	Vert réséda	Vert noir	Vert jonc	Olive jaune
RAL 6015	RAL 6016	RAL 6017	RAL 6018	RAL 6019
				
Olive noir	Vert turquoise	Vert mai	Vert jaune	Vert blanc
RAL 6020	RAL 6021	RAL 6022	RAL 6024	RAL 6025
				
Oxyde chromique	Vert pâle	Olive brun	Vert trafic	Vert fougère
RAL 6026	RAL 6027	RAL 6028	RAL 6029	RAL 6032
				
Vert opale	Vert clair	Vert pin	Vert menthe	Vert de sécurité
RAL 6033	RAL 6034	RAL 6035	RAL 6036	RAL 6037
				
Turquoise menthe	Turquoise pastel	Vert nacré	Vert opal nacré	Vert pur
RAL 6038				
				
Vert brillant				

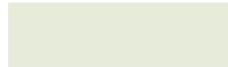
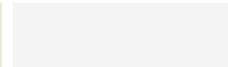
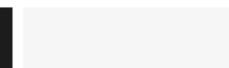
Les teintes de gris

RAL 7000	RAL 7001	RAL 7002	RAL 7003	RAL 7004
				
Gris petit-gris	Gris argent	Gris olive	Gris mousse	Gris de sécurité
RAL 7005	RAL 7006	RAL 7008	RAL 7009	RAL 7010
				
Gris souris	Gris beige	Gris kaki	Gris vert	Gris tente
RAL 7011	RAL 7012	RAL 7013	RAL 7015	RAL 7016
				
Gris fer	Gris basalte	Gris brun	Gris ardoise	Gris anthracite
RAL 7021	RAL 7022	RAL 7023	RAL 7024	RAL 7026
				
Gris noir	Gris terre d'ombre	Gris béton	Gris graphite	Gris granit
RAL 7030	RAL 7031	RAL 7032	RAL 7033	RAL 7034
				
Gris pierre	Gris bleu	Gris silex	Gris ciment	Gris jaune
RAL 7035	RAL 7036	RAL 7037	RAL 7038	RAL 7039
				
Gris clair	Gris platine	Gris poussière	Gris agate	Gris quartz
RAL 7040	RAL 7042	RAL 7043	RAL 7044	RAL 7045
				
Gris fenêtre	Gris trafic A	Gris trafic B	Gris soie	Télé gris 1
RAL 7046	RAL 7047	RAL 7048		
				
Télé gris 2	Télé gris 4	Gris souris nacré		

Les teintes de brune

RAL 8000	RAL 8001	RAL 8002	RAL 8003	RAL 8004
				
Brun vert	Terre de Sienne	Brun de sécurité	Brun argile	Brun cuivré
RAL 8007	RAL 8008	RAL 8011	RAL 8012	RAL 8014
				
Brun fauve	Brun olive	Brun noisette	Brun rouge	Brun sépia
RAL 8015	RAL 8016	RAL 8017	RAL 8019	RAL 8022
				
Marron	Brun acajou	Brun chocolat	Brun gris	Brun noir
RAL 8023	RAL 8024	RAL 8025	RAL 8028	RAL 8029
				
Brun orangé	Brun beige	Brun pâle	Brun terre	Cuivre nacré

Les teintes de blanc et noire

RAL 9001	RAL 9002	RAL 9003	RAL 9004	RAL 9005
				
Blanc crème	Blanc gris	Blanc de sécurité	Noir de sécurité	Noir foncé
RAL 9006	RAL 9007	RAL 9010	RAL 9011	RAL 9016
				
Aluminium blanc	Aluminium gris	Blanc pur	Noir graphite	Blanc trafic
RAL 9017	RAL 9018	RAL 9022	RAL 9023	
				
Noir trafic	Blanc papyrus	Gris clair nacré	Gris foncé nacré	

Résumés

Résumé

Notre travail s'est intéressé à l'étude de 25 souches actinomycétales et a porté sur une identification morphologique macroscopique et microscopique ainsi qu'une mise en évidence de leur aptitude à produire trois enzymes : L-asparaginase, L-glutaminase et l'uricase.

Nos résultats ont démontré que :

- Les vingt-cinq (25) souches étudiées appartiennent à la famille des *Nocardiaceae*.
- Toutes les souches étudiées ont montré au moins une activité enzymatique, ce qui démontre leur importance.
- La L-asparaginase et la glutaminase sont les enzymes, les plus produites par nos souches (100%) ; suivie par l'uricase (92%).
- Les souches S 16 et S 23 sont les moins actives vu qu'elles ont produit 02 enzymes seulement: La L-asparaginase et la glutaminase.

Mots clés : Actinomycètes, enzymes, l-asparaginase, glutaminase, uricase.

Abstract

In this present study, twenty five (25) actinomycètes straine were morphologically characterited (using macroscopic and microscopic examination) ; and their ability to produce three (3) enzymes : l-asparaginase, glutaminase and uricase were studied.

The results showed that :

- The actinomycetal strains were found to be belonging to the family Nocordiaceae.
- The strains showed the ability to produce at least one enzyme ; which demenstrates their importance.
- L-asparaginase and glutaminase were the least activite ; they produced enzymes (100%)followed by uricase (92%).
- The strains S16 and S23 were the least active ; they produced two (02) enzymes only : l-asparaginase, and glutaminase.

Key words : Actinomycetes ; Enzymes ; l-asparaginase ; glutaminase ; uricase.

لقد تمت دراستنا على 25 عزلة اكتينومييسيا وهدفت الى تشخيص اولي لها وذلك بالاعتماد على صفاتها المظهرية (الزراعية و المجهرية) ومن ثم دراسة قدرتها على انتاج ثلاث انزيمات هي الاسبارجيناز (L-), asparaginase و القلوتاميناز (L-glutaminase), و الايريكاكاز (Uricase).

بينت النتائج المتحصل عليها ان العزلات تنتمي الى عائلة Nocardiaceae.

اظهرت الاختبارات الانزيمية ان :

- جميع العزلات ابدت نشاطا انزيميا واحدا على الاقل وهذا ما يوضح اهميتها.
- الاسباراجيناز (L-asparaginase) و القلوتاميناز (L-glutaminase) هما الانزيمان اللذين انتجتهمما جميع العزلات بنسبة مقدرة ب 100% و يليهما انزيم الايريكاكاز (Uricase) بنسبة 92%.
- العزلتان S16 و S23 هما الاقل نشاطا لانهما انتجتا انزيمين فقط هما : الاسبارجيناز (L-asparaginase), و القلوتاميناز (L-glutaminase).

الكلمات المفتاحية : اكتينومييسيا, انزيمات, اسباراجيناز, غلوتاميناز, ايريكاكاز.

ÉTUDE DES ACTIVITÉS ENZYMATIQUES D'UNE COLLECTION D'ACTINOMYCÈTES

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Microbiologie Générale et Biologie Moléculaire des Microorganismes

Notre travail s'est intéressé à l'étude de 25 souches actinomycétales et a porté sur une identification morphologique macroscopique et microscopique ainsi qu'une mise en évidence de leur aptitude à produire trois enzymes : L-asparaginase, L-glutaminase et l'uricase.

Nos résultats ont démontré que :

- Les vingt-cinq (25) souches étudiées appartiennent à la famille des *Nocardiaceae*.
- Toutes les souches étudiées ont montré au moins une activité enzymatique, ce qui démontre leur importance.
- La L-asparaginase et la glutaminase sont les enzymes les plus produites par nos souches (100%) ; suivie par l'uricase (92%).
- Les souches S 16 et S 23 sont les moins actives vu qu'elles ont pu produire deux (02) enzymes seulement: La L-asparaginase et la L-glutaminase.

Mots clés : Actinomycètes, enzymes, L-asparaginase, L-glutaminase, uricase.

Laboratoire de recherche : Génie microbiologique et applications

Jury d'évaluation :

Président du jury :	Ms KITOUNI Mahmoud	(PR - UFM Constantine).
Rapporteur :	Mlle MERIANE Ilhem	(M. A - UFM Constantine).
Examineur :	Ms BOULAHROUF Khaled	(M. B - UFM Constantine).

Date de soutenance : 27/06/2018