

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Microbiologie

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم : الميكروبيولوجيا

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Ecologie microbienne

N° d'ordre :
N° de série :

Intitulé :

Production de l'AIA par une souche actinobactérienne rhizosphérique appartenant à l'espèce *Streptomyces xantholiticus*

Présenté par : REDJEL Ranya

BOUKLEM Malek

BEOUD Imene

Le 27/06/2022

Jury d'évaluation :

Encadreur : OULMI Lamia (MCB - Université Frères Mentouri, Constantine 1)

Examineur 1 : KITOUNI Mahmoud (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1)

Examineur 2 : CHABI Rabah (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1)

**Année universitaire
2021– 2022**

Remerciements

Nous remercierons profondément, notre encadrante Mme Oulmi Lamia pour le privilège et la confiance qu'elle nous a accordé durant la réalisation de ce travail, Pour son aide, sa patience, ainsi que pour ses précieux conseils. « Sincèrement madame, nous ne pouvons que vous exprimer notre respect et notre gratitude, grâce à vos conseils et à votre supervision on est entré dans un nouveau monde de sciences et de savoir».

Nous remercions très vivement, le professeur Monsieur Kitouni Mahmoud et Monsieur Chabi Rabah qui nous a fait l'honneur de présider notre jury.

Enfin, un grand merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Je dédie ce mémoire ...

A mes chers parents, qui m'ont appris la patience et la persévérance et qui ont toujours encouragés et poussés vers l'avant, puisse Dieu vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A ma chère grande sœur : chahinez

A mes chères nièces : Aysel et Tuba

A mes frères : Yamine, Salah et Hamza.

A mon mari : Djailil

A toute ma famille et ma belle famille

A mes chères amies : Nabila, Romaiissa, Ranya et Amira, malek

A ceux qui m'ont aidé de près et de loin.

Iman

Dédicace

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect,
La reconnaissance, pour toutes les personnes que j'aime,
Je dédie ce travail à :*

A Mon père

*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 mère

*, source de tendresse et d'amour pour son soutien tout le long
De ma vie scolaire.*

A Mes frères abdedjalil, abderraouf, khalil que j'aime beaucoup.

A ma princesse maycene et Amina

A Mes chers amies Lyna, maissa, imen, roumaissa, malek.

*Tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.
Que dieu leur accorde santé et prospérité.*

Ranya

Je dédie ce Travail

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, amour, tendresse, soutien, et leurs prières tout au long de mes études.

A ma chère petite sœur : Chirine

A mon chère frère : Islem

A mes chères cousines : Soundous et Zahra

A toute ma famille

A mes chères amies : Nessma, khadidja, Rayen, Nedjma, Yousra, Kenza,

Yousra, IMEN et Rania

Merci d'être toujours là.

Malek

Résumé

Notre travail a été réalisé dans le laboratoire de génie microbiologique et application. Nous avons étudiées les caractères macro et micro-morphologiques d'une souche actinomycétale de l'espèce *Streptomyces xantholiticus* et sa capacité de produire un biostimulant qui est l'acide indole acétique. Ce dernier est considéré comme étant la meilleure auxine trouvé chez les plantes. Il est connu par son influence sur la croissance végétale en augmentant la disponibilité des nutriments et en influençant le développement des plantes. Nous avons cultivées la souche sur trois milieux de cultures DSMZ65, ISP5 et ISP2, la meilleure croissance et la bonne sporulation ont été observées sur le milieu DSMZ65. L'utilisation de la technique des lamelles, après 7,14 et 21 jours d'incubation à 30 °C, nous a permis d'apprécier la micromorphologie de la souche et de voir de longs filaments bien ramifiées. La synthèse de l'AIA a été recherchée sur un milieu de base réparti en 12 flacons où chaque deux a été supplémenté de différents composants. L'effet de la poudre de noyau de dattes a été recherché sur la moitié de ces flacons. La mise en évidence de la production de l'AIA a été réalisé selon la réaction de salkowski et la quantité a été évaluée par mesure de la DO à l'aide d'un spectrophotomètre après 30 min et 24h de réaction. La souche *Streptomyces xantholiticusa* montré une capacité de synthèse d'AIA d'une valeur optimale de 472µg/ml sur le milieu 4 après 5 jours d'incubation à 30 °C, pH 9, et en présence de la poudre de noyau de datte.

Mots clés :

Biostimulants, acide indole acétique, phytohormones, actinomycètes, *Streptomyces xantholiticus*.

Abstract

Our work was carried out in the laboratory of microbiological engineering and application. We studied the macro- and micro-morphological characters of an actinomycetal strain of the species *Streptomyces xantholiticus* and its ability to produce a biostimulant which is indole acetic acid. The latter is considered to be the best auxin found in plants. It is known to influence plant growth by increasing nutrient availability and influencing plant development. We grew the strain on three culture media DSMZ65, ISP5 and ISP2, the best growth and sporulation was observed on DSMZ65 medium. Using the covers lip technique, after 7, 14 and 21 days of incubation at 30 °C, we were able to appreciate the micromorphology of the strain and see long, well-branched filaments. The synthesis of IAA was investigated on a base medium divided into 12 flasks where each one was supplemented with different components. The effect of date stone powder was investigated on half of these flasks. The production of IAA was determined by the salkowski reaction and the amount was evaluated by measuring the OD with a spectrophotometer after 30 min and 24h of reaction. The *Streptomyces xantholiticus* strain showed an IAA synthesis capacity of an optimum value of 472 µg/ml on medium 4 after 5 days of incubation at 30 °C, pH 9, and in the presence of date pit powder.

Key words :

Biostimulants, indole acetic acid, phytohormones, actinomycetes, *Streptomyces xantholiticus*.

ملخص

تم تنفيذ عملنا في مختبر الهندسة الميكروبيولوجية وتطبيقية. درسنا الخصائص المورفولوجية ماكرو وميكروو لسلالة من سلالات أكتينومييسيتال من النوع *Streptomyces xantholiticus* وقدرتها على إنتاج محفز حيوي وهو حمض الأسيتيك الأندولي. يعتبر هذا الأخير أفضل أوكسين موجود في النباتات. وهو معروف بتأثيره على نمو النبات من خلال زيادة وفرة المغذيات والتأثير على نمو النبات. قمنا بزراعة السلالة في أوساط الزرع الثلاثة DSMZ65 و ISP5 و ISP2 ، وقد لوحظ أفضل نمو وتبوغ جيد في وسط DSMZ65. سمح لنا استخدام تقنية الشريحة ، بعد 7 و 14 و 21 يوماً من الحضانة عند 30 درجة مئوية ، بتقييم الشكل المجهرى للسلالة ورؤية خيوط طويلة ومتفرعة جيداً. تم البحث عن تصنيع AIA في وسط أساسي مقسم إلى 12 قارورة حيث تم استكمال كل واحدة بمكونات مختلفة. تم بحث عن تأثير مسحوق نواة التمر على نصف هذه الزجاجات. عرض إنتاج AIA وفقاً للكاشف Salkowski وتم تقييم الكمية عن طريق قياس DO باستخدام مقياس الطيف الضوئي بعد 30 دقيقة و 24 ساعة من التفاعل. أظهرت السلالة *xantholiticus Streptomyces* قدرة على تصنيع AIA بقيمة مثلى تبلغ 472 ميكروغرام / مل في الوسط 4 بعد 5 أيام من الحضانة عند 30 درجة مئوية ، ودرجة الحموضة 9 ، وفي وجود مسحوق نواة التمر.

الكلمات المفتاحية:

المحفزات الحيوية، حمض الأندول الأسيتيك، الهرمونات النباتية، أكتينومييسات، والستربتومييسيزانثوليتيكوس

Liste des abréviations

PGPR: Plant Growth Promoters Rhizobactéria

L'AIA : l'acide indole acétique

ESH: Early Haustorial Structures

ISP: International Streptomyces Project

Dsmz65: Deutsche Sammlung Zellkulturen

MS : Mycélium de substrat

MA : Mycélium aérien

Listes des figures

Figure 1 : Interactions entre plants et batteries coopératives dans larhizosphère	3
Figure 2 : Les effets des biostimulants sur les différentes parties d'une plante	5
Figure 3 : Le cycle de développement du genre <i>Streptomyces</i> sur milieux solides.....	9
Figure 4 : Les principaux rôles des cytokinines dans la plante	11
Figure 5 : Les différents types d'enzymes produits par les actinobactéries a: une amylase, b : Protease , c : lipase. La zone d'inhibition autour de l'inoculation d'actinobactéries confirme la production d'une enzyme particulière.....	12
Figure 6 : Les douze flacons de fermentations contenant 50 ml du milieu de base additionné par des différents composants.....	15
Figure 7 : la filtration des cultures après fermentation.....	16
Figure 8 : La préparation de réactif Salkowski.....	16
Figure 9 : La courbe d'étalonnage de l'AIA.....	16
Figure 10 : L'aspect macroscopique de la culture de <i>Streptomyces xantholiticus</i>	17
Figure 11 : Les caractères cultureux de la souche <i>Streptomyces xantholiticus</i> sur le milieu ISP5 après : a) 7 jours, b) 14 jours, c) 21 jours d'incubation.....	18
Figure 12 : Les caractères cultureux de la souche <i>Streptomyces xantholiticus</i> sur le milieu DSMZ65 après : a) 7 jours, b) 14 jours et c) 21 jours d'incubation	18
Figure 13 : Les caractères cultureux de la souche <i>Streptomycesxantholiticus</i> sur le milieu ISP2 après : a) 7 jours, b) 14 jours, c) 21 jours d'incubation.....	18
Figure 14 : L'aspect microscopique de la souche <i>streptomyces xantholiticus</i> sur le milieu DSMZ65 après 7, 14 et 21 jours d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien).....	21
Figure 15 : L'aspect microscopique de la souche <i>streptomyces xantholiticus</i> sur le milieu ISP5 après 7, 14 et 21 d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien).....	21
Figure 16 : L'aspect microscopique de la souche <i>streptomyces xantholiticus</i> sur le milieu ISP2 après 7, 14, et 21 jours d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien).....	22
Figure 17 : L'aspect de certaines cultures après 5 jours d'incubation.....	23

Figure 18 : La production d'AIA après 30min et 24heures.....	24
Figure 19 : Histogramme représente les variations des concentrations d'AIA après 30 min et 24h d'incubation.....	25
Figure 20 : Histogramme représente la concentration de l'AIA a diffèrent quantité de NaCl.....	26
Figure 21 : Histogramme représente la concentration de l'AIA en fonction de la présence ou l'absence de poudre de noyau de datte.....	27
Figure 22 : Histogramme représente la concentration de l'AIA en fonction de pH.....	28
Figure 23 : Histogramme représente la concentration de l'AIA à différents quantités de peptone.....	28
Figure 24 : La production de l'AIA sous stresse salin A : souche1, B : souche2, C : souche3, D : souche4, E : souche5.....	29

Liste des tableaux

Tableau 1 : Types des glucides caractéristiques présents chez des actinomycètes.....	7
Tableau 2 : Exemples d'antibiotiques produits par des actinomycètes.....	13
Tableau 3 : Les milieux de fermentations avec des différentes concentrations de composants.....	15
Tableau 4 : les caractères macroscopique de la souche <i>streptomyces xantoliticus</i> sur les trois milieux DSMZ65, ISP5 et ISP2 (après 7, 14,21 jours d'incubations).....	19
Tableau 5 : Les caractères microscopique de la souche <i>streptomyces xantoliticus</i> sur trois milieux (DSMZ65, ISP5 et ISP2) après 7, 14, 21 jours d'incubations.....	20
Tableau 6 : L'Aspect des cultures bactériennes après 5 jours de fermentation.....	23

Tables des matières

Remerciements	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	XII
Abstract.....	VI
ملخص.....	XII
Liste des abréviations.....	VIII
Liste des figures	IX
Liste de tableaux.....	XII
Introduction.....	1

Revue bibliographique

1- La rhizosphère.....	3
1-1 Définition de la rhizosphère.....	3
1-2 l'activité microbienne des actinomycètes dans la rhizosphère.....	4
2- les biostimulants.....	4
2-1 Définition.....	4
2-2 le rôle des biostimulants.....	5
3-les actinomycètes.....	5
3-1 Les caractéristiques morphologiques des actinomycètes.....	5
3-2 La distribution des actinomycètes dans la nature	6
3-3 La classification des actinomycètes.....	6
3-4 Le développement des actinomycètes.....	8
3-5 L'intérêt des actinomycètes.....	9
4- Production des substances biologiquement actives.....	9
4-1 Production des phytohormones.....	9
4-1-1 Les auxines.....	10

4-1-2 Les cytokinines.....	11
4-2 Production des enzymes.....	11
4-3 Production des antibiotiques.....	12

Matériels et méthodes

Le matériel biologique.....	14
1- La détermination des caractères morphologiques.....	14
1_1 L'étude macroscopique.....	14
1-2 L'étude microscopique	14
2- La production de l'AIA.....	14
2-1 La préparation des milieux de fermentation.....	14
2-2 La préparation de l'inoculum	15
2-3 L'inoculation des flacons de fermentation	15
3- Le Dosage de l'AIA.....	16

Résultats et Discussion

1- la culture de la souche <i>Stremtomyces xantoliticus</i>	17
2- La détermination des caractères morphologique de la souche <i>stremtomyces xantoliticus</i>	17
2-1 L'étude macroscopique	17
2-2 L'étude microscopique.....	19
3- La production de l'acide indole acétique.....	22
3-1 La fermentation.....	22
3-2 Le Dosage d'AIA.....	24
3-3 Les mesures de production d'AIA	25
3-4 Effet des différentes conditions de la culture sur la production d'AIA.....	26
3-4-1 L'influence de la concentration NaCl sur la production de l'AIA.....	26
3-4-2 L'influence de poudre de noyau de dattes sur la production de l'AIA.....	27

3-4-3 L'influence de pH sur la production de L'AIA.....	28
3-4-4 L'influence de peptone sur la production de l'AIA.....	28
3-4-5 La comparaison avec d'autres travaux.....	29
Conclusion.....	30
Références bibliographique	31
Annexe	

Introduction

L'écosystème est un ensemble d'organismes vivants (plantes, animaux et microorganisme) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau et lumière) (Yves and *et al*, 2013). Le sol est une véritable « usine de la vie » où interviennent plusieurs interactions parmi eux, les interactions entre microorganismes et plantes

Les plantes sont attaquées par de nombreux bio-agresseurs parmi eux les virus, les champignons et les bactéries pathogènes. Actuellement, il est très recommander d'utiliser des méthodes de lutte biologiques contre ces agresseurs qui causent des maladies sur tous les organes des plantes et affectent, ainsi, la croissance et le développement des plantes.

Dans la lutte biologique, le nom des actinomycètes est très répondeu dans l'utilisation des biostimulants. Il s'agit de bactéries rhizosphériques, aérobie, Gram positif, largement distribués dans le sol où elles occupent 10 à 50 % de la communauté microbienne(Toumatia*et al.*, 2015; Olanrewaju et Babalola, 2019). La plupart sont chimioorganotrophes mésophiles. Les actinomycètes sont d'importants décomposeurs de matière organique et de recyclage des éléments nutritifs. Ce groupe bactérien a un rôle important dans la fixation de l'azote atmosphérique et la solubilisation des minéraux (Shilev, 2013). il peut contrôler un large éventail de phytopathogène et constitue une source importante de métabolites bioactifs et d'antimicrobiens (Marimuthu *et al.*, 2020). Le genre *Streptomyces*, particulièrement, est considéré comme de bon candidat pour lutter contre les maladies des plantes(Doumbouet *al.*, 2001; Panneerselvam, 2020).

Les actinomycètes sont utilisés comme des biostimulants dans différent domaines. Des domaines variés tel que médicale industriel agroalimentaire et agriculture, Ils produisent, également, des enzymes et des phytohormones.

Les phytohormones est la principal forme des auxines responsable de la régulation de nombreux processus cellulaires. Le terme d'hormone se réfère à des substances organique active à très faible concentration produite par les plantes, parmi ces hormone l'auxine ou l'acide indole acétique.

Il existe aussi d'autres substrats pouvant favoriser la croissance des plantes comme la poudre de noyau de dattes auquel on s'intéresse dans notre étude. Cette matière riche en minéraux, constitue une bonne source nutritionnelle, caractérisée par une richesse en matière sèche (89,87%), glucides (66,56% en moyenne), cellulose brute (15,15 %), matière grasse (10,14%) et renferment même des protéines (7,2 %)

Notre étude a pour objectif de produire l'acide indole acétique à partir d'une souche actinomycétale en présence de la poudre de noyau de datte.

Revue
Bibliographique

1. La rhizosphère

1.1 Définition de la rhizosphère

La rhizosphère a été définie au début du 20^{ème} siècle par Lorenz Hiltner en 1904, comme le volume de sol influencé par les racines ; le mot « rhizo » vient du grec *rhiza* qui signifie racine et le mot « sphère » qui signifie le champ d'action ou d'influence. Les composants physico-chimiques et biologiques de la rhizosphère diffèrent clairement de ceux du sol non cultivés (Bowen et Rovira 1999 ; Miah et *al.* ; 2000). La racine elle-même, par son développement, induit mécaniquement des modifications structurales telles que le compactage et la porosité du sol avoisinant (Young, 1998).

La rhizosphère est un lieu d'échanges entre sol, racines, microorganismes (protozoaires, champignons, algues et bactéries) et faune associés (vers de terre et nématodes). Certaines bactéries (PGPR) interviennent sur la croissance des plantes selon plusieurs mécanismes, de manière directe ou indirecte (Figure 1). L'abondance naturelle en organismes vivants, fait de ce microenvironnement un site d'activité biologique important riche en sucres, acides aminés, acides humiques, isoflavonoïdes, régulateurs de croissance et enzymes libres. Les échanges, intenses, se traduisent par des flux multi-directionnels d'eau et de nutriment. En effet jusqu'à 30% des composés photosynthétisés par les plantes sont disponibles pour les micro-organismes (Paul 1984).

Selon Gobat *et al.* ; (2010), au sein de la rhizosphère, on distingue le rhizoplan (la surface des racines), l'endorhizosphère (la surface intraracinaire de certaines bactéries, à l'intérieur ou à l'extérieur des cellules des tissus) et l'exorhizosphère ou le sol rhizosphérique.

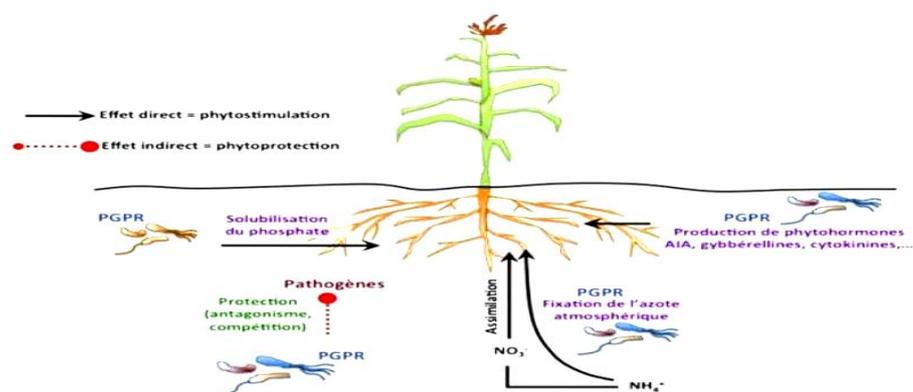


Figure 1 : Interactions entre plantes et bactéries coopératives dans la rhizosphère (Khan *et al.*, 2009)

1.2 L'activité microbienne des actinomycètes dans la rhizosphère

L'activité rhizosphérique est déterminée par les fonctionnements de racines, plus particulièrement l'exsudation racinaire que correspond à l'émission des produits organique. Ces derniers diffusent dans le sol et servent de composés carbonés aux micro-organismes du sol, tel que les bactéries. La densité des bactéries est de l'ordre de 10^9 bactéries par gramme de sol, celle des champignons est estimée à 10^6 par gramme de sol, et celle des actinomycètes atteint 10^7 unités par gramme de sol.

Les actinomycètes sont capable de coloniser efficacement les systèmes racinaire grâce à leur caractère antagoniste et même entrer en compétition avec les organismes qui occuper la zone du sol (Andriambelson H.O., 2016). Selon Ahmad,F,Ahmed,I and khan, (2005), elles peuvent synthétiser des phytohormones comme l'auxine et les gibbérellines ou de l'éthylène. Ces derniers contribuent la croissance des plantes et des sidérophores et favorisent l'assimilation des éléments comme le fer, le magnésium et le zinc par les plantes.

2. Les biostimulants

2.1 Définition

Dans la littérature, le mot biostimulants a été défini par (Kauffman, kneivel and Watschke, 2007) comme étant « *des substances, autres que les engrais, qui favorisent la croissance des plantes lorsqu'ils sont appliqués en faibles quantités* ». Ils se divisent généralement en deux classes : les biostimulants microbiens et les biostimulants non microbiens.

Les biostimulants se distinguent également des produits phytosanitaires car ils agissent uniquement sur la vigueur de la plante et ils n'ont pas d'action directe contre les ravageurs ou les maladies (Calvo P, Nelson L and J.W .Kloepper, 2014 ; du Jardin ,2015).

Selon l'origine et la nature des biostimulants, on peut les partager en trois types : les biostimulants organique (l'extrait d'algue, les substances humiques et fulviques, les extraits des plantes, les levures et les acides aminés) ; les biostimulants microbiens (les champignons mychoriziens, les bactéries comme *l'Azospirillum*, *Bacillus*, *Rhizobium*) ; les biostimulants inorganiques (les éléments chimiques présent dans le sol comme le silicium et les oligo-éléments).

2.2 Le rôle des biostimulants

De nombreuses propriétés sont reconnues aux biostimulants (figure 2).

D'une part, ils stimulent le métabolisme primaire qui a pour effet d'augmenter la croissance des plantes et d'améliorer la qualité des cultures ; En effet, ils ont un rôle dans la facilité d'assimilations des éléments minéraux tels que le phosphore, le fer, et l'azote ainsi que l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs aux cultures.

D'autre part, les biostimulants ont un rôle très important dans la tolérance des plantes aux stress abiotiques et biotiques. Ils stimulent les mécanismes de défense des plantes, régulent la production de phytohormones et inhibent les bioagresseurs (Du Jardin 2015 ; Parađiković *et al.* 2019)

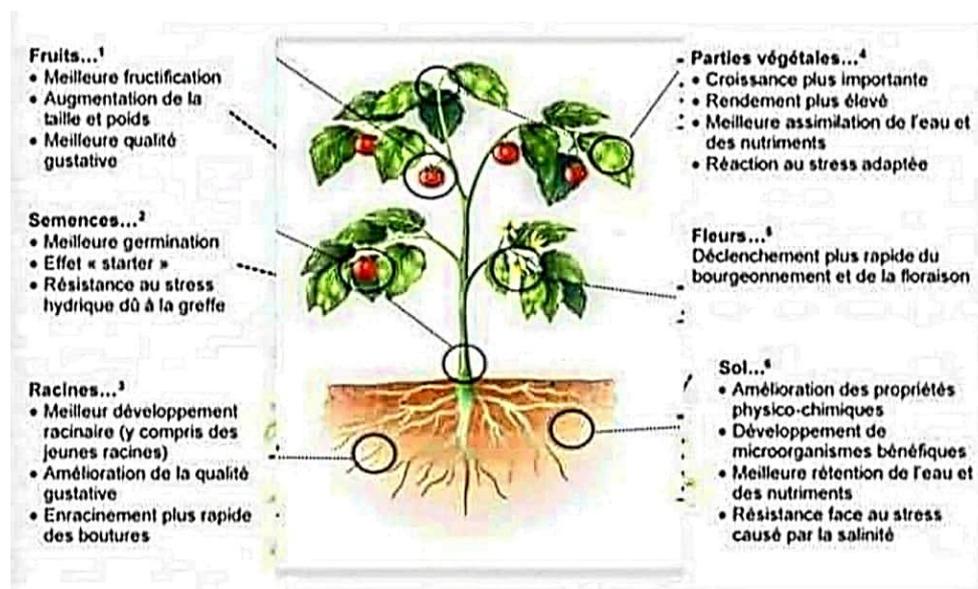


Figure 2 : Les effets des biostimulants sur les différentes parties d'une plante (Povero *et al.* 2016)

3. Les actinomycètes

3.1 Les caractéristiques morphologiques des actinomycètes

Les actinomycètes sont des bactéries à Gram positif, aérobies, filamenteuses ou non, saprophytes, riches en guanine et en cytosine (Arar 2019). Elles se caractérisent par la formation d'hyphes aériens et de substrat sur milieux solides, et la présence de spores de différentes tailles. Bien que les actinomycètes soient des micro-organismes procaryotes, leur morphologie est très similaire aux micro-organismes eucaryotes tels que les champignons filamenteux (Osada 1998). Leurs parois cellulaires ne contiennent pas de chitine et de cellulose et leur cytologie est

similaire à celle des bactéries(Ouazene Fatiha and Ouazene Nassira, 2018). On les trouve largement dans l'environnement, en particulier dans les écosystèmes naturels(Mincer *et al.* ; 2002). Leur abondance et leur activité dans le sol sont contrôlées par des facteurs importants : la disponibilité des éléments nutritifs, la nature et l'abondance de la matière organique, la salinité, l'humidité relative, la température, le pH et la végétation du sol(Goodfellow and Williams 1983).

Les actinomycètes participent dans différents domaines, en médecine, en biotechnologie médicale, en écologie et industrie biotechnologique.

3.2 La distribution des actinomycètes dans la nature

Les actinomycètes sont d'abord dénombrés dans le sol par Hiltner et Stormer (1903). Ils sont largement distribués dans la nature et s'adaptent à divers milieux écologiques (sol, eau douce ou salée et l'air). L'habitat le plus important pour les actinomycètes est le sol, dont les bactéries du genre *Streptomyces* qui sont les plus abondamment isolées. On les trouve également dans les eaux de mer, dans les sédiments marins(Balagurunathan, Radhakrishnanan and Thirugnanasambandan, 2010),et dans les eaux douces (Kitouni, 2007). Les actinomycètes se trouvent aussi sur les débris des plantes, les bord des rivières, des lacs et des rizières(Wang *et al.* ; 2006). Beaucoup sont capables de vivre dans des zones basses, et dans des conditions d'humidité avec une très faible activité de l'eau(Belyagoubi, 2014). Ce groupe bactérien préfère un pH neutre ou faiblement alcalin. Ils ont la capacité de former des spores, ce qui leur permet de survivre à des conditions défavorables telles que la salinité. Cette propriété joue un rôle important dans leur distribution(Zaitlin and Watson, 2006).

3.3 La classification des actinomycètes

La classification des actinomycètes est basée sur le système de classification cité dans le Bergey's Manual of Systematics of Bacteriology. Les actinomycètes sont divisés en règne Procaryotes, Firmicutes (bactéries Gram-positives), classe Thalobacterium (bactéries Gram-positives ramifiées), dont on trouve les Actinomycètes(Bensaidoune and Boumeraou, 2018). La classification des actinomycètes s'apprécie en fonction de l'évolution des connaissances et sur la base d'un ensemble de caractéristiques : les caractéristiques morphologiques, la taxonomie chimique, les caractéristiques physiologiques et les caractéristiques moléculaires

La première période: Il s'agit d'une période typique, avec uniquement des caractéristiques morphologiques : macroscopiques telles que présence ou absence de mycélium

aérien, présence de mycélium de substrat, détermination du mycélium aérien et de la couleur du mycélium de substrat et aussi la pigmentation diffusible dans le milieu, et micro-morphologiques telles que la fragmentation du mycélium du substrat, la présence et la taille des sporanges sur le mycélium aérien ou du substrat, le mode de sporulation, la présence de spores mobiles ou non mobiles (Boudjelal-Bencheikh, 2012; Harir, 2018), permettant de distinguer les genres.

La deuxième période consiste en une taxonomie chimique. Selon (Goodfellow et Minnikin, 1985) la chimiotaaxonomie est l'utilisation de caractéristiques chimiques dans la classification des organismes, dont certains constituent les cellules.

Les acides aminés, la glycoprotéine contenant l'acide 2,6-diaminopimélique (DAP); le plus courant dans les formes oxydées trouvées principalement dans les genres bactériens du sol, comme le genre *Streptomyces*.

Les glucides qui sont taxonomiquement important, divisés en quatre groupes, listés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Types des glucides caractéristiques présents chez des actinomycètes (Lechevalier et Lechevalier, 1970).

Type des glucides caractéristiques	Genres actinomycétales
Arabinose + galactose	<i>Nocardia, Actinopolyspora, prauserella</i>
Madurose	<i>Actinomadura</i> <i>Streptosporangium</i>
Pas de sucre caractéristique	<i>Nocardiopsis</i>
Arabinose + xylose	<i>Micromonospora</i>

Les lipides sont très importants pour la classification des actinomycètes. Trois lipides sont actuellement étudiés :

Les phospholipides les plus courants chez les actinomycètes.

Les acides gras qui se trouvent dans plusieurs genres tels que *Nocardia, Mycobacteria* et *Rhodococcus* (Harir, 2018) et peuvent être soit des chaînes courtes avec 12-20 atomes de carbone, soit caractéristiques du groupe acide mycolique avec une chaîne longue de 20-90 atomes de carbone (Minnikin & Goodfellow, 1981).

Les minoquinones présentent dans les genres *Thermopolyspora*, *Microbispora* et *Nocardiopsis*. (Boudjella, 2007 ;Loqman, 2009;Saker, 2015)

La troisième période débute dans les années 1970, elle s'appuie sur la taxonomie numérique et associe des outils informatiques à de nombreux tests physiologiques pour distinguer les espèces de chaque genre entre elles (Smaoui, 2010). Le processus consiste à sélectionner le groupe biologique à étudier et à déterminer la présence ou l'absence de caractères, il est nécessaire de comparer au moins 50 caractères. Il est important d'inclure de nombreux types de données morphologiques, biochimiques et physiologiques différents. Alors il y a des caractères codés par le chiffre 1 indique la présence ou le chiffre 0 pour l'absence du caractère. Le degré de similitude entre individus la fin est représenter sous forme de dendrogramme permet le regroupement des individus les plus similaires (kitouni, 2007)

La quatrième période des années 1980 à nos jours, les méthodes utilisées sont la détermination G+C%, le séquençage du gène ARN 16S et l'hybridation ADN- ADN.

3.4 Le développement des actinomycètes

Les actinomycètes, comme tous les eucaryotes multicellulaires, ont un cycle de vie complexe qui comprend les étapes suivantes :

La germination : Les spores d'actinomycètes sont dispersées dans l'environnement sous forme de spores libres, les spores restent dormantes jusqu'au stade de la germination, lorsque les spores acquièrent des conditions favorables, elles commencent le processus de germination en formant des tubes germinatifs.

La croissance végétative : Le tube germinatif favorise la croissance végétative et produit finalement le substrat et les hyphes aériens. Tout d'abord, le tube germinatif produit le mycélium primaire, c'est-à-dire les hyphes du substrat qui se développent dans le milieu, et après la croissance de mycélium secondaire, les hyphes aériens, qui se forment au-dessus du substrat.

L'enroulement : Dans des conditions défavorables, les hyphes aériens deviennent spiraux.

La séptation : à ce stade, un septum se forme entre les hyphes végétatifs.

La maturation des spores : Les septums des hyphes végétatifs mûrissent et forment des chaînes de spores, par conséquent, les spores proviennent de la fragmentation ou du gonflement des hyphes.

La libération des spores : Dans des conditions défavorables, les spores se détachent des hyphes végétatifs et restent libres dans l'environnement. Les étapes présentées dans la figure 3.

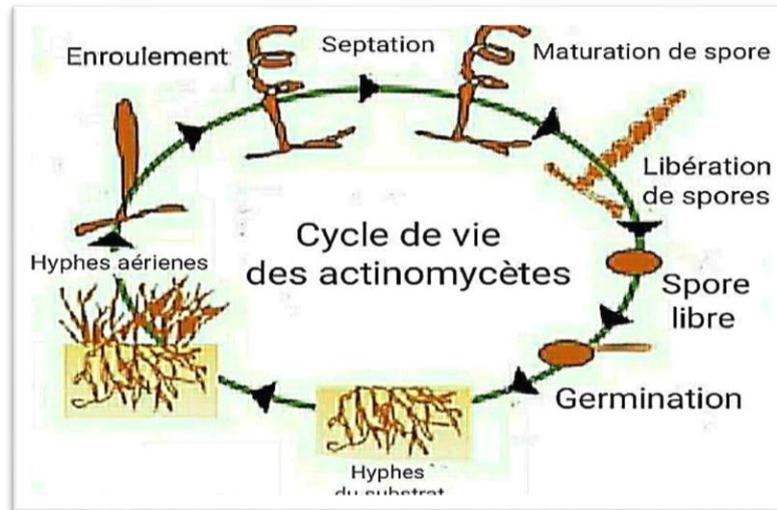


Figure 3 : Cycle de développement du genre *Streptomyces* sur milieux solides

3.5 L'intérêt des actinomycètes

Les actinomycètes jouent un rôle important dans les interactions sol-plante, dans lesquelles *Streptomyces* rhizosphérique protège les racines des plantes et inhibe la croissance des agents pathogènes fongiques en produisant des antibiotiques antifongiques *in vitro*, qui sont considérés comme une bonne source d'enzyme lytique, des antibiotiques et d'autres métabolites bioactifs, une bonne source de substances en raison de leur diversité métabolique. Les actinomycètes sont utilisés en agriculture comme agents biologiques (bioinsecticides et biopesticides) capables de tuer les insectes et mauvaises herbes nuisibles.

Ils jouent également un rôle très important dans le phénomène de biodégradation et de transformation de la matière organique, ils peuvent dégrader des substances organiques non biodégradable par les champignons et les bactéries, tels que les polymères complexes, les polysaccharides, la chitine et la lignocellulose végétale.

4. Production des substances biologiquement actives

4.1 Production des phytohormones

Les phytohormones sont des molécules synthétisées par des organismes vivants. À faible concentration, ils interviennent dans la régulation de la physiologie des cellules et le bon

développement de l'organisme. Chez les plantes, différentes familles de phytohormones ont été identifiées et caractérisées, issues de différentes voies de biosynthèse, et chacune est impliquée dans plusieurs rôles, de la germination des graines à la sénescence des fruits.

4.1.1 Les auxines

Les auxines sont parmi les premières phytohormones découvertes et les plus étudiées. Elles ont été isolées par Went en 1926. En 1931, Kögl et Haagen-Smit ont purifié les molécules et ont établies leurs compositions chimiques (Ravenet *al.* 1986).

Le métabolisme des auxines est issu du L-tryptophane chez de nombreux microorganismes : bactéries (Muller *et al.*; 1989). Champignons (Stein *et al.* 1990) et algues (Finnie et Van Staden, 1985). L'auxine est également produite par les jeunes feuilles et les graines des végétaux par des réactions de transamination et de décarboxylation du L-tryptophane. En générale, le L-tryptophane est le principal précurseur de synthèse de l'auxine (Chung et Tzeng, 2004). Cette hormone participe au contrôle de la croissance des fruits, de la dominance apicale, de l'élongation des tiges et de nombreux processus. Elle participe à la division et à la différenciation cellulaire (Whipps, 1990).

L'auxine est présente sous forme d'association des sucres, des acides aminés ou des protéines, liés par des liaisons de type ester ou amide. Sous cette forme, l'auxine est inactive. Dans la cellule, des mécanismes d'appoint permettant de réguler la concentration de l'auxine active (Herrbach, 2013).

La principale auxine est l'acide indole-3-acétique (AIA) chez les plantes. Les autres sont des dérivés indoliques naturels et possèdent une activité auxinique, exemples l'indole-3-éthanol, l'indole-3-acétaldéhyde et l'indole-3-acétonitrite. Tous ces composés sont des précurseurs de l'AIA et leur activité est vrai semblablement liée à leur conversion en AIA dans les tissus (Khamer et Kouachi, 2017).

Il y a deux types d'auxines : auxines naturelles et auxines de synthèse.

La synthèse de l'auxine dans les plantes supérieures se produit à l'extrémité des tiges, au niveau des jeunes feuilles et des bourgeons terminaux. Cette synthèse demande comme précurseur le L-tryptophane, et se déroule en trois étapes :

La conversion du tryptophane en indole-3-pyruvate grâce à l'enzyme tryptophane aminotransférase ;

La décarboxylation de l'IPA en indole-3-acétaldéhyde (IAAld) grâce à l'enzyme indole-3-pyruvate décarboxylase ;

L'oxydation de l'IAAld en AIA via l'indole-3-acétaldéhyde déshydrogénase (Rambour, 2003).

4.1.2 Les cytokinines

Les phytohormones du type cytokinine sont une importance capitale pour le bon fonctionnement des plantes en jouant un rôle fondamental dans la régulation de processus physiologiques incluant le développement, la croissance, le transfert, la redistribution d'éléments nutritifs et les réponses aux stress biotiques et abiotiques (Cao *et al.* ; 2016). Elles jouent un rôle dans la signalisation inter- plantes et les interactions biotiques au niveau de la rhizosphère à travers la formation des EHS des plantes parasites. Elles sont aussi impliquées dans les réponses environnementales

Après synthèse, la cytokinine fonctionnera localement ou distribuée dans tous les compartiments végétaux à leurs cellules ciblent (Stirk et Van Staden, 2010).

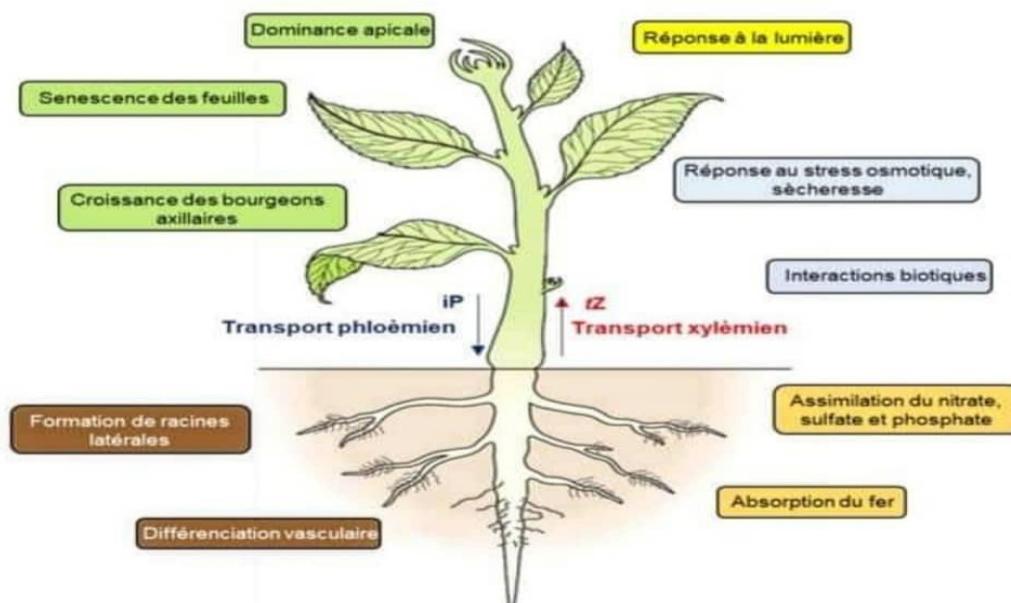
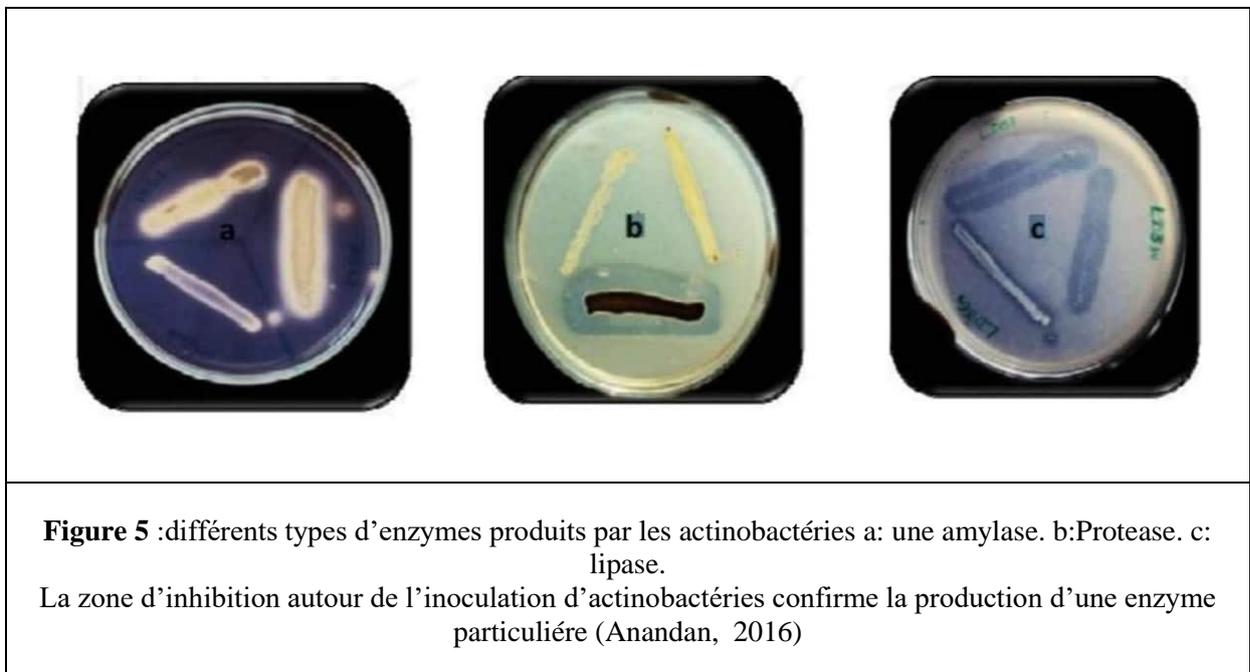


Figure 4 : principaux rôles des cytokinines dans la plante (d'après werner and schmulling, 2009)

4.2 La production des enzymes

Les actinomycètes sont d'excellents producteurs des enzymes biologiquement actives. Ces dernières sont très importantes dans les utilisations industrielles. Les actinomycètes produisent une gamme d'enzymes très variée, tel que les protéases, les chitinase (Vonothiniet *al.* ; 2008), les amylases, les cellulases et les lipases (Park *et al.* ; 2002).

Les protéases sont des enzymes très importantes dans la production des détergents et dans le traitement des rejets industriels (Garcia-conesa *et al.* ; 1999 kumara *et al.* ; 2008). Les chitinases sont utilisées dans la lutte contre les champignons phytopathogène et dans les traitements des déchets des crustacés (Gupta *et al.* ; 1995). Les amylases sont utilisées dans l'industrie des textiles et qui permettent le désencolage c'est-à-dire l'élimination de colle d'amidon (Zoubiri, 2011). Les cellulases constituent une collection d'enzymes hydrolytique qui hydrolysent les liaisons glucosidique de la cellulose. Les lipases font partie des familles d'estérase, elles sont des hydrolases d'esters carboxyliques (Fickers *et al.* ; 2008), utilisées en boulangerie, en biscuiterie, en chocolaterie et dans le traitement des sols contaminées par des hydrocarbures comme celles produites par *Streptomyces exfoliates* et *Nocadiopsis alba*.



4.3 La production des antibiotiques

La majorité des antibiotiques sont des molécules d'origine naturelle issues de métabolites secondaires produits principalement par les actinomycètes (Boughachiche, 2012) en particulier les souches appartenant au genre *Streptomyces*. Ce groupe bactérien est considéré comme l'une des sources majeurs des produits naturels bioactif (Subramani et Aabersreg, 2012). Selon Ilicet *et al.* ; (2007), il produit 60% des composés antifongique, antibactériens et des phytohormones (voir le tableau)

Tableau 2 : Exemples d'antibiotiques produits par des actinomycètes (Boughachich, 2012)

Principal classes structurales d'antibiotiques	Exemples d'antibiotiques	Actinobactéries
Aminocyclitols	Gentamicine Paromomycine Streptomycine	<i>Micromonospora purpura</i> <i>Streptomyces rimosus</i> <i>Streptomyces griseus</i>
Ansamycines	Rifamycine	<i>Nocardia mediterranei</i>
Anthracyclines	Daunorubicine	<i>Streptomyces peucetius</i>
β -lactamines	Céphamycine Thiénamycine	<i>Streptomyces clavuligerus</i> <i>Streptomyces cattleya</i>
Macrolides	Avermectine Spiramycine Tylosine	<i>Streptomyces avremutilis</i> <i>Streptomyces ambofaciens</i> <i>Streptomyces fradiae</i>
Nucléosides	Polyoxine	<i>Streptomyces cacaoi</i>
Peptides	Nosiheptide Pristinamycine Thiostrepton	<i>Streptomyces actuosus</i> <i>Streptomyces pristinaespiralis</i> <i>Streptomyces sazeureus</i>
polyènes	Amphotérine Nystatine	<i>Streptomyces nodosus</i> <i>Streptomyces snoursei</i>
Polyéthers	Lasaloside Monosine	<i>Streptomyces lasaliensis</i> <i>Streptomyces cinnamonensis</i>
Tétracycline	Chlortétracycline Oxytétracycline	<i>Streptomyces aureofaiens</i> <i>Streptomyces aureofaiens</i>

Matériels
Et
Méthodes

Notre travail de fin d'étude a été réalisé au sein du laboratoire de Génie Microbiologique et Application, (biopôle) ChaabErssas de l'université Frères Mentouri Constantine 1

Le Matériel biologique

Notre travail a porté sur une souche de l'espèce *Streptomyces xantholiticus* récupérée, dans un milieu de conservation, de la banque du laboratoire.

La mise en culture de la souche a été réalisé sur deux milieux de culture, le milieu DSMZ65 et le milieu Glucose-asparagine.

1- La détermination des caractères morphologique de la souche

1-1 L'étude macroscopique

Les caractères culturaux et morphologiques sont été déterminés sur trois milieux de cultures différents : ISP5, ISP2, DSMZ65. La composition de chaque milieu est donnée dans l'annexe. nous avons supplémenté chaque milieu de culture par 5% de NaCl avant la stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.

À l'aide d'une pipette pasteur stérile, nous avons ensemencé la souche en surface par la technique des stries serrés. Les cultures sont incubées à 30°C.

1-2 L'étude microscopique

Dans les milieux gélosés (ISP5, ISP2, DSMZ65), nous avons inséré délicatement des lamelles stériles (à raison de quatre lamelles par boîte de pétri) de manière à former avec les géloses un angle d'environ 45 degrés. Par la suite, nous avons déposé les inocula contre les lamelles en contact avec les milieux. Le tout est incubé à 30°C.

Après 7 et 21 jours d'incubation. Nous avons retiré les lamelles des géloses et les colorés avec le bleu de méthylène. Après une minute, nous avons rincé à l'eau distillée, puis laissé séché. Les lamelles sont déposées sur des lames propres et examinées au microscope à l'objectif d'immersion.

2- La production de L'AIA

2-1 La préparation des milieux de fermentation

Nous avons préparé douze flacons stériles pour la fermentation. Chaque flacon contient 50 ml du milieu de base (voir l'annexe) et a chaque milieu nous avons ajouté différents

composants à des concentrations différentes (voir tableau). La valeur du PH est ajustée à la valeur 7 pour six milieux et à la valeur 9 pour les six autres. Nous avons également ajouté le sous-produit (poudre de noyau de datte) à six milieux (M1, M2, M4, M5, M6, M10) seulement. Tous les milieux sont stérilisés à 120°C pendant 20 minutes (figure 6).

Tableau 3: les milieux de fermentations avec les différents composants et leurs concentrations

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Poudre de datte (g/l)	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
NaNO ₃ (g/l)	0	0.6	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0.6	0
Extrait de levure (g/l)	2	0.2	2	2	0.2	2	2	2	0.2	0.2	0.2	0.2
Peptone (g/l)	0.2	2	0.2	2	2	0.2	2	8	9	0.2	0.2	0.2
Tryptophane (mg/l)	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1
MgSO ₄ (g/l)	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0.2	0	0.2	0.2	0	0
Na Cl (g/l)	10	20	20	2	10	10	10	20	10	20	20	10
pH	7	7	7	9	7	9	9	7	9	9	9	7

2-2 La préparation de l'inoculum

Dans un tube conique contenant 40 ml d'eau physiologique stérile (voir l'annexe), la suspension cellulaire a été préparée avec des colonies de la souche cultivée sur le milieu DSMZ65. À l'aide du spectrophotomètre, nous avons ajusté la DO de la suspension.

2-3 L'inoculation des flacons de fermentation

Nous avons inoculé 2 ml, de la suspension cellulaire précédente, dans chaque flacon. Les douze flacons de fermentation ont été incubés à 30 °C pendant six jours.



Figure 6 : les douze flacons de fermentations contenant 50 ml du milieu de base additionné par des différents composants.

3- le Dosage de L'AIA

Le dosage de L'AIA a été réalisé après six jours d'incubations, 4 ml de chaque flacon ont été récupéré dans des conditions d'asepsie totale, puis filtré à travers du papier wattman et la gaze chirurgicale (voir la figure 7).



Figure 7 : la filtration des cultures après fermentation

Le dosage de l'AIA nécessite la préparation du réactif de Salkowski qui contient deux solutions ; la solution FeCl_3 à 0,5 M et la solution de l'acide perchlorique (voir annexe).



Figure 8: préparation du réactif Salkowski

À 2 ml de filtrat, nous avons ajouté 4 ml de réactif de Salkowski. Le mélange est laissé 30 minutes à l'obscurité et à l'air libre, puis la densité optique a été mesurée à l'aide du spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 530nm.

L'évaluation quantitative de l'AIA est effectuée en utilisant la courbe d'étalonnage suivante.

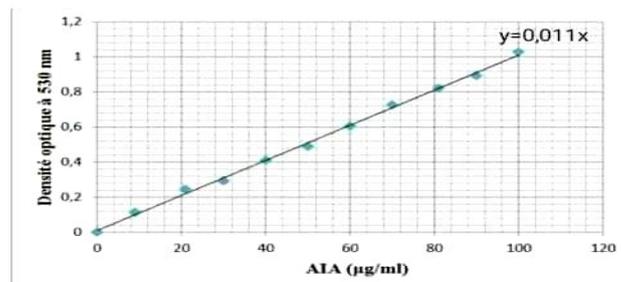


Figure 9 : courbe d'étalonnage de l'AIA (Annab et dafri, 2018)

Résultats
Et
Discussions

1- la culture de la souche *Streptomyces xantholiticus*

Après 7 jours d'incubation à 30° C, la souche *Streptomyces xantholiticusa* donnée sur le milieu DSMZ65 des colonies de un à deux millimètre de taille, sèches, plates, et bien développer sur la gélose avec des bords irrégulier (Figure 10).

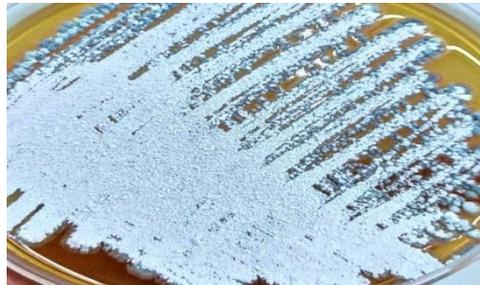


Figure 10 : L'aspect macroscopique de la culture de *Streptomyces xantholiticus*

Nous avons observées que le mycélium aérien été bien développée avec une couleur blanche et grise et le mycélium de substrat beige, avec une bonne mass sporale et sans aucune pigmentation.

2- La détermination des caractères morphologique de la souche *Streptomyces xantholiticus*

2-1 L'étude macroscopique

Les différentes observations des cultures sur les milieux concernant la croissance, le développement du mycélium aérien et la pigmentation sont rapportées dans le tableau 4 La souche *Streptomyces xantholiticus* croit sur tous les milieux de cultures à différents degrés de croissance (Figures). Nous avons remarqué une croissance abondante sur le milieu de culture DSMZ65, moyenne sur le milieu ISP5 et faible sur le milieu ISP2.

La sporulation de notre souche sur les milieux DSMZ65 et ISP5 est moyenne (Figure), et faible sur le milieu ISP2.

La production de mycélium aérien et le mycélium de substrat est observée sur tous les milieux avec des couleurs différentes.

Le mycélium aérien présente des couleurs variées après 7 jours d'incubation à 30°C, sur les différents milieux utilisés : beige et blanc sur le milieu DSMZ65, blanc sur les milieux ISP5 et ISP2, tandis que le mycélium de substrat présente une couleur beige sur tous les milieux.

Après 14 et 21 jours d'incubation, le mycélium de substrat obtient une couleur beige avec des colonies de contour blanc et fond beige sur le milieu DSMZ65, beige clair sur le milieu

ISP5, beige brun sur le milieu ISP2. On note une absence totale de production de pigment diffusible dans les milieux.

Le mycélium aérien présente une différenciation de couleur : de blanc à gris durant le temps. Cette variation de couleur dépend de la composition de milieu de culture ainsi que l'âge de la culture.

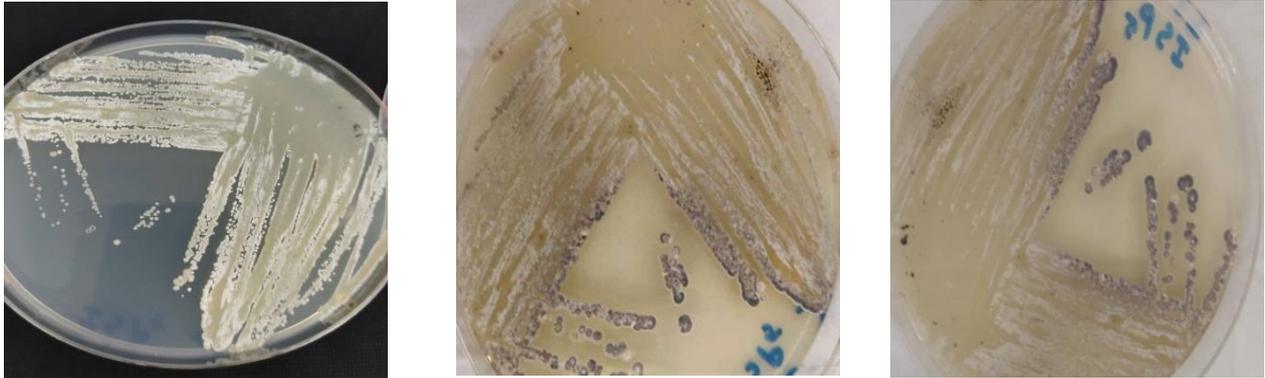


Figure 11 : les caractères cultureux de la souche *Streptomyces xantholiticus* sur le milieu ISP5 après : a) 7 jours, b) 14 jours, c) 21 jours d'incubation.



Figure12 : les caractères cultureux de la souche *Streptomyces xantholiticus* sur le milieu DSMZ65 après : a) :7jours, b) 14 jours et c) 21 jours d'incubation



Figure 13 : les caractères cultureux de la souche *Streptomyces xantholiticus* sur le milieu ISP2 après : a) 7 jours, b) 14 jours, c) 21 jours d'incubation

Tableau 4 : les caractères macroscopiques de la souche *streptomyces xantholiticus* sur les trois milieux DSMZ65, ISP5 et ISP2 (après 7, 14 et 21 jours d'incubations à 30 °C)

Durée d'incubation	Milieux de cultures	Caractéristique				
		Croissance	Sporulation	Mycélium Aérien	Mycélium du substrat	Pigment diffusible
Après 7 jours	DSMZ65	Moyenne	Moyenne	Beige et blanc	Beige	Absence
	ISP5	Moyenne	Moyenne	Blanc	Beige	Absence
	ISP2	Faible	Faible	Blanc	Beige	Absence
Après 15 jours	DZMZ65	Forte	Forte	Blanc et gris	Beige	Absence
	ISP5	Forte	Forte	Gris (mauve clair), blanc	Beige clair	Absence
	ISP2	Moyenne	Moyenne	Blanc	Beige brun	Absence
Après 21 jours	DSMZ65	Forte	Forte	Gris et blanc	Beige	Absence
	ISP5	Forte	Forte	Gris et blanc	Beige clair	Absence
	ISP2	Forte	Forte	Gris et blanc	Beige brun	Absence

2-2 Etude microscopique

Après l'incubation à 30°C de l'espèce *Streptomyces xantholiticus*, nous avons fait une observation microscopique à grossissement $\times 100$ à l'huile d'émersion. Les résultats représentés dans le tableau 5

Le mycélium de substrat apparait est long, dense et très ramifiée, par contre le mycélium aérien est constitué de filaments moins ramifiées qui se terminent par des chaînes de spores. La morphologie des chaînes est plus au moins variable selon le milieu de culture.

Tableau 5 : les caractères microscopiques de la souche *streptomyces xantholiticus* sur les trois milieux (DSMZ65, ISP5 et ISP2) après 7, 14 et 21 jours d'incubation à 30 °C

Durée d'incubation	Milieux de cultures	Caractéristiques					
		Mycélium primaire			Mycélium secondaire		
		Fragmentation	Ramification	Sporulation	Fragmentation	Ramification	Sporulation
7 jours	DSMZ65		ramifié, enchevêtré	Spores libres		Peu ramifié	Courtes chaînes de spores, spores libres
	ISP5		Très ramifié, enchevêtré	Spores libres		Peu ramifié	Spores libres
	ISP2		ramifié	Spores libres		Peu ramifié	Spores libres
14 jours	DSMZ65		Très ramifié, enchevêtré	Courtes chaînes de spores libres		Ramifié	Longues chaînes de spores
	ISP5	Absence	Très ramifié, enchevêtré	Courtes chaînes de spores	Présence	Ramifié	Courtes chaînes de spores, spores libres
	ISP2		Très ramifié, enchevêtré	Spores libres		Ramifié	Spores libres
21 jours	DSMZ65	Fragmenté	Peu ramifié	Courtes chaînes, spores libres	Fragmenté	Peu ramifié	Courtes chaînes
	ISP5	Fragmenté	Ramifié	Spores libres	Fragmenté	Peu ramifié	Spores libres
	ISP2	Fragmenté	Peu ramifié	Courtes chaînes	Fragmenté	Peu ramifié	Courtes chaînes

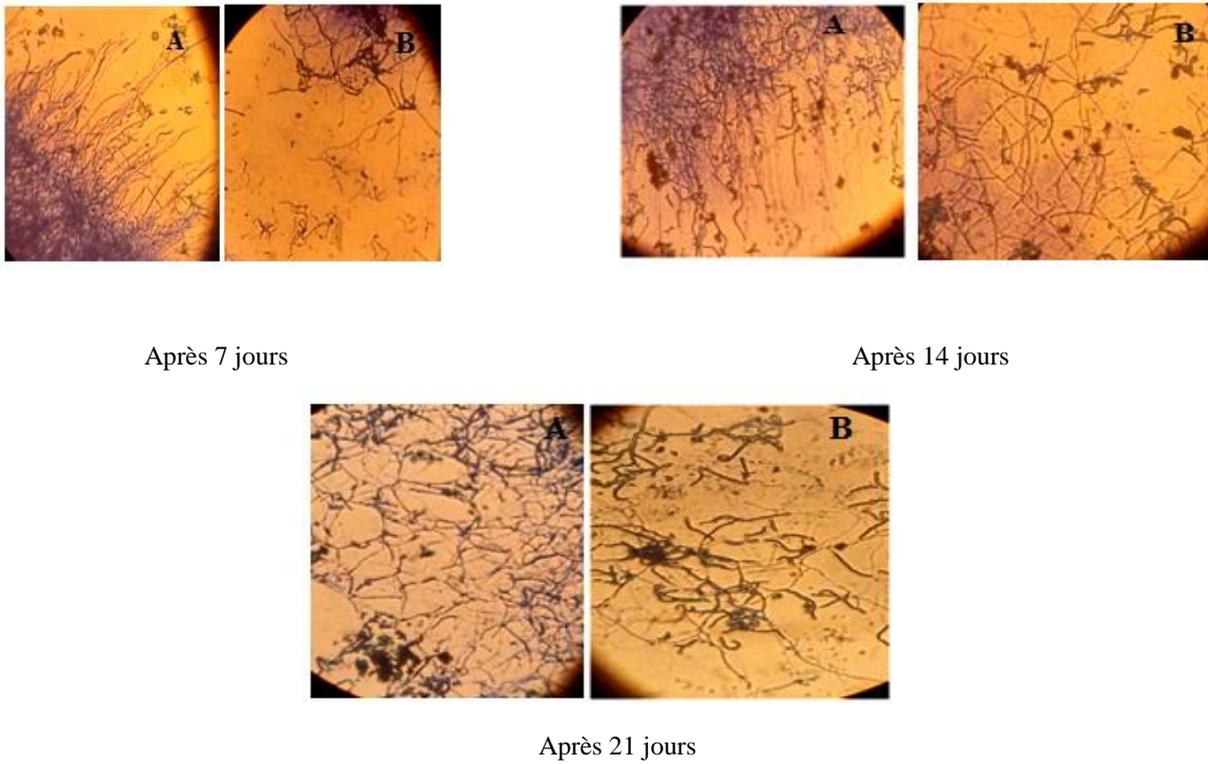


Figure 14 : L'aspect microscopique de la souche *streptomyces xantholicus* sur le milieu DSMZ65 après 7, 14 et 21 jours d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien)

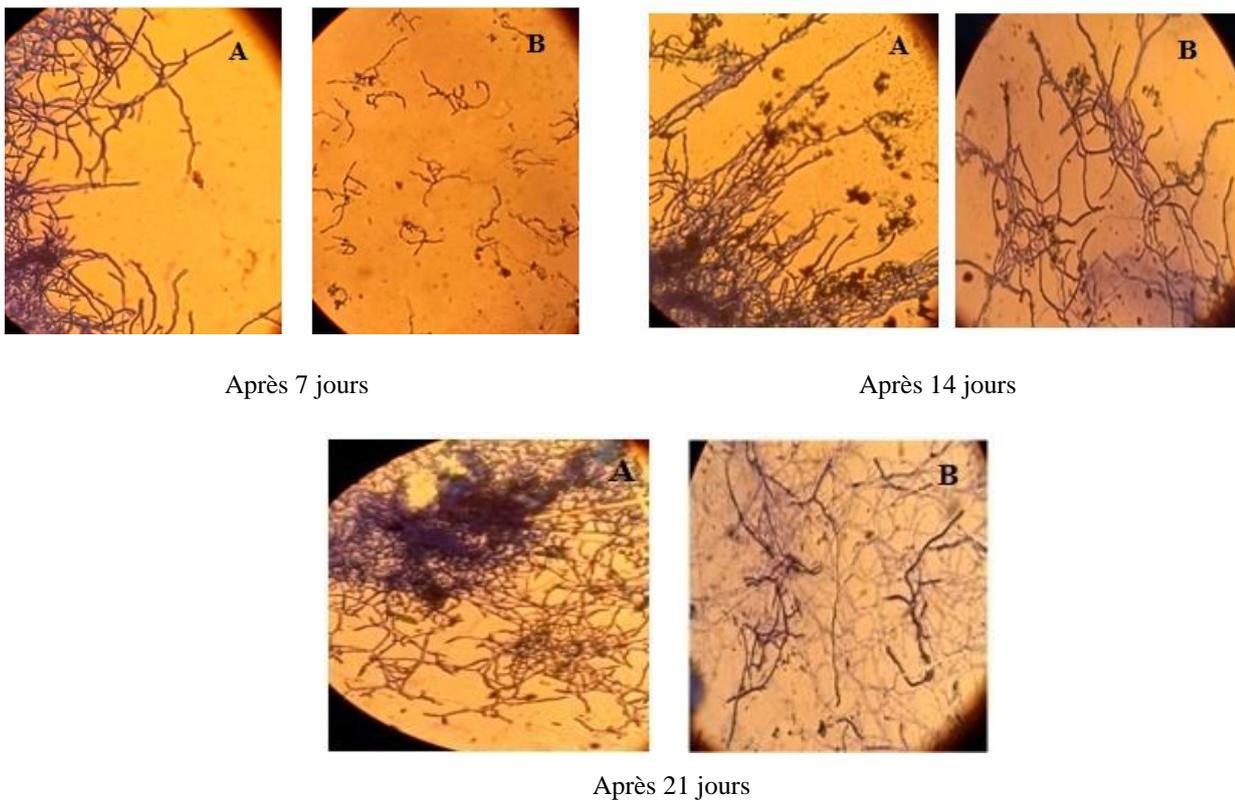


Figure 15 : l'aspect microscopique de la souche *streptomyces xantholicus* sur le milieu ISP5 après 7, 14 et 21 d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien)

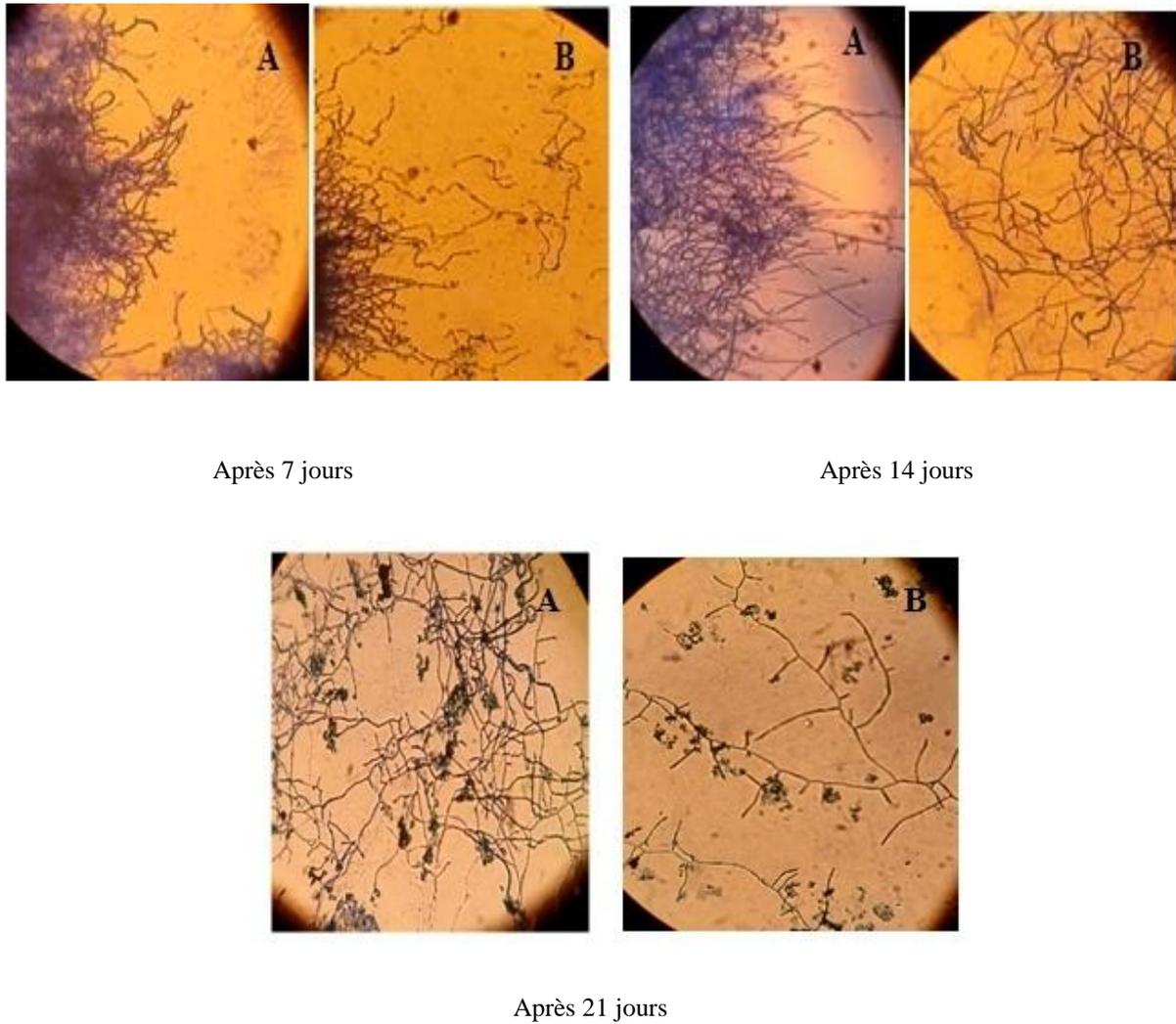


Figure 16 : l'aspect microscopique de la souche *streptomyces xantholiticus* sur le milieu ISP2 après 7, 14, et 21 jours d'incubation (A : mycélium de substrat, B : mycélium aérien)

3- La production de l'acide indole acétique

3-1 La fermentation

Après 5 jours d'incubation, la souche croit au fond des flacons sous forme de filaments avec la présence de trouble. Dans tous les milieux nous avons observé une bonne croissance sauf dans les trois milieux : M3, M4, M10 où nous avons observé une croissance moins importante. (Tableau 6)

Tableau 6 : aspect des cultures bactériennes après 5 jours de fermentation

Milieux de fermentations	Trouble	Croissance filamenteuse
M1	Trouble	Forte
M2	Trouble	forte
M3	Trouble	Forte
M4	Trouble	Moyenne
M5	Trouble	Forte
M6	Trouble	Moyenne
M7	Trouble	Forte
M8	Trouble	Forte
M9	Trouble	Forte
M10	Trouble	Moyenne
M11	Trouble	Forte
M12	Trouble	Forte

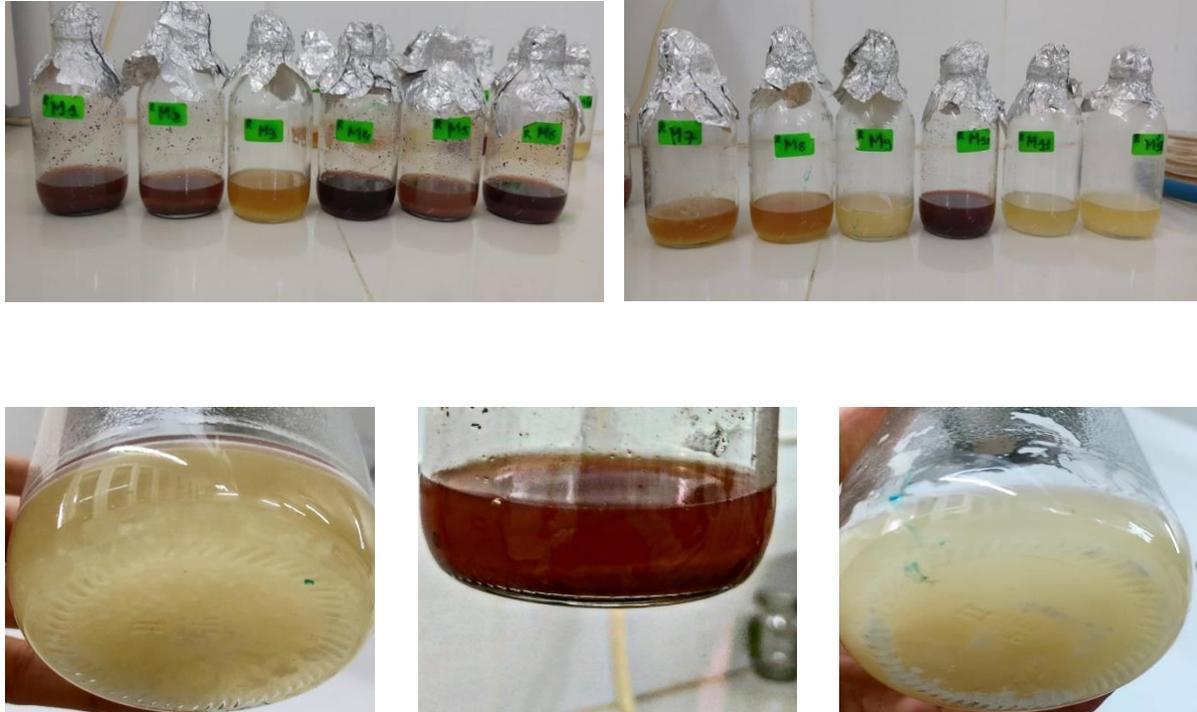


Figure17 : Aspect de certaines cultures après 5 jours d'incubation

3-2 Le dosage de L'AIA

Après la filtration des milieux de fermentation, nous avons mesuré la DO après 30 min et 24 heures à une longueur d'onde 530 nm au moyen d'un spectrophotomètre, après cette étape la concentration de la production d'acide indole acétique a été calculé à l'aide d'une courbe d'étalonnage, les résultats sont représenté ci-dessus (Figure 18)



Après 30



Après 24h

Figure 18 : la production d'AIA après 30min et 24heures

Il ya une formation d'un surnagent qui indique la production de l'acide indole acétique

3-3 Les mesures de la production de l'acide indole acétique

Les résultats des concentrations sont représentées dans l'histogramme suivant :

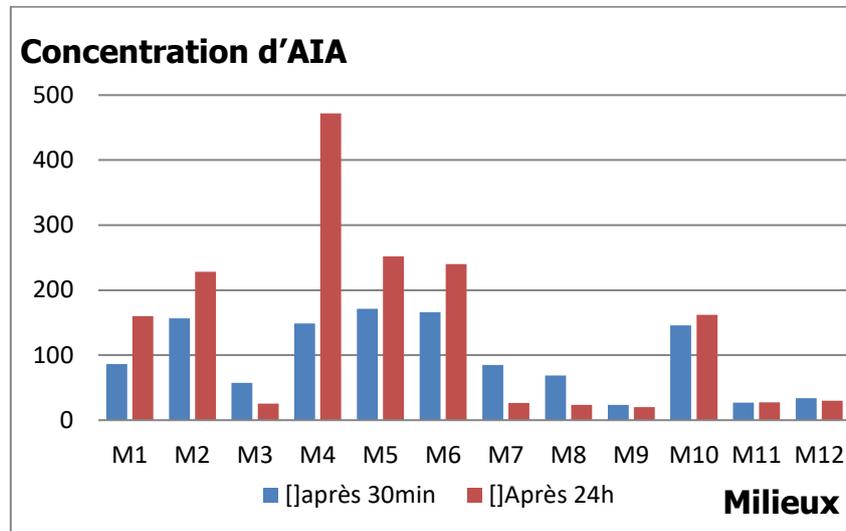


Figure 19 : Histogramme représente les variations des concentrations d'AIA après 30 min et 24h d'incubation

Après 30 min à l'obscurité la DO a été mesuré, les résultats de l'histogramme prouvent que la production de l'AIA dans le milieu M5 est maximale avec un taux qui est égale à 171,45 µg/ml à l'inverse la production dans le milieu M9 est minimale avec un taux qui est égale à 23,63 µg/ml

Après 24 heures les résultats montrés que la valeur optimale dans le milieu M4 égale à un taux de 472 µg/ml, d'autre part la valeur minimale est dans le milieu M9 avec un taux de 20 µg/ml

Les concentrations diminuent sur les milieux qui ne contiennent pas le substrat (poudre de noyau de datte).

3-4 Effet des différentes conditions de la culture sur la production de l'AIA

3-4-1L'influence de NaCl sur la production de l'AIA

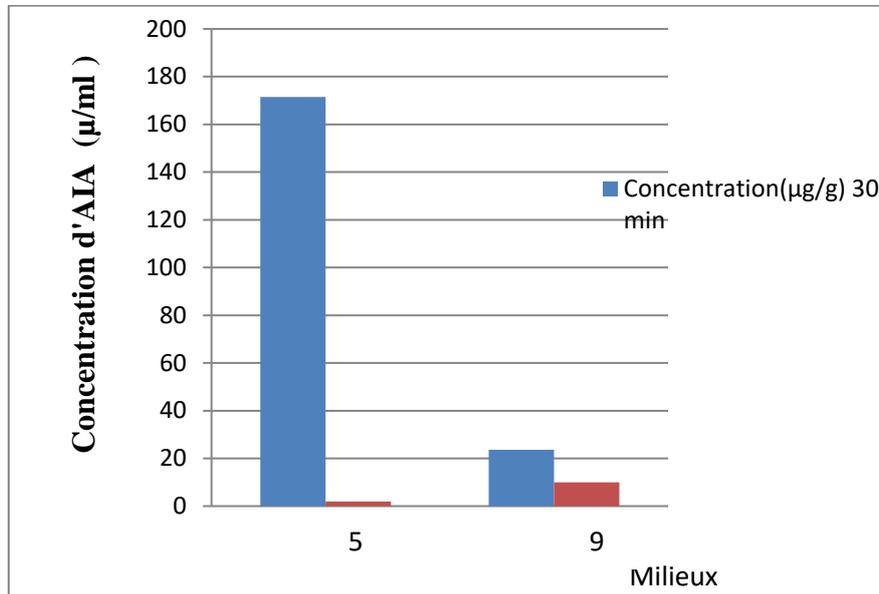


Figure 20 : Histogramme représente la concentration de l'AIA a diffèrent quantité de NaCl

L'histogramme montre qu'après 30min la production de l'AIA atteint leur maximum dans le milieu 5 par une quantité équivalente a 10g de NaCl avec la même quantité et dans le milieu 9 la production de l'AIA devient faible

Par contre après 24heures la production de l'AIA maximum dans le milieu 4 lors la quantité de NaCl est égale à 2g

Donc l'effet de NaCl sur la production de cette hormone est négatif car à chaque fois la quantité de NaCl augmente la production de l'AIA diminue

Note :

Nous avons présenté seulement les résultats après 30 min car la quantité de NaCl après 24heures n'est pas significative (2g)

3-4-2 L'influence de poudre de noyau de dattes sur la production de l'AIA

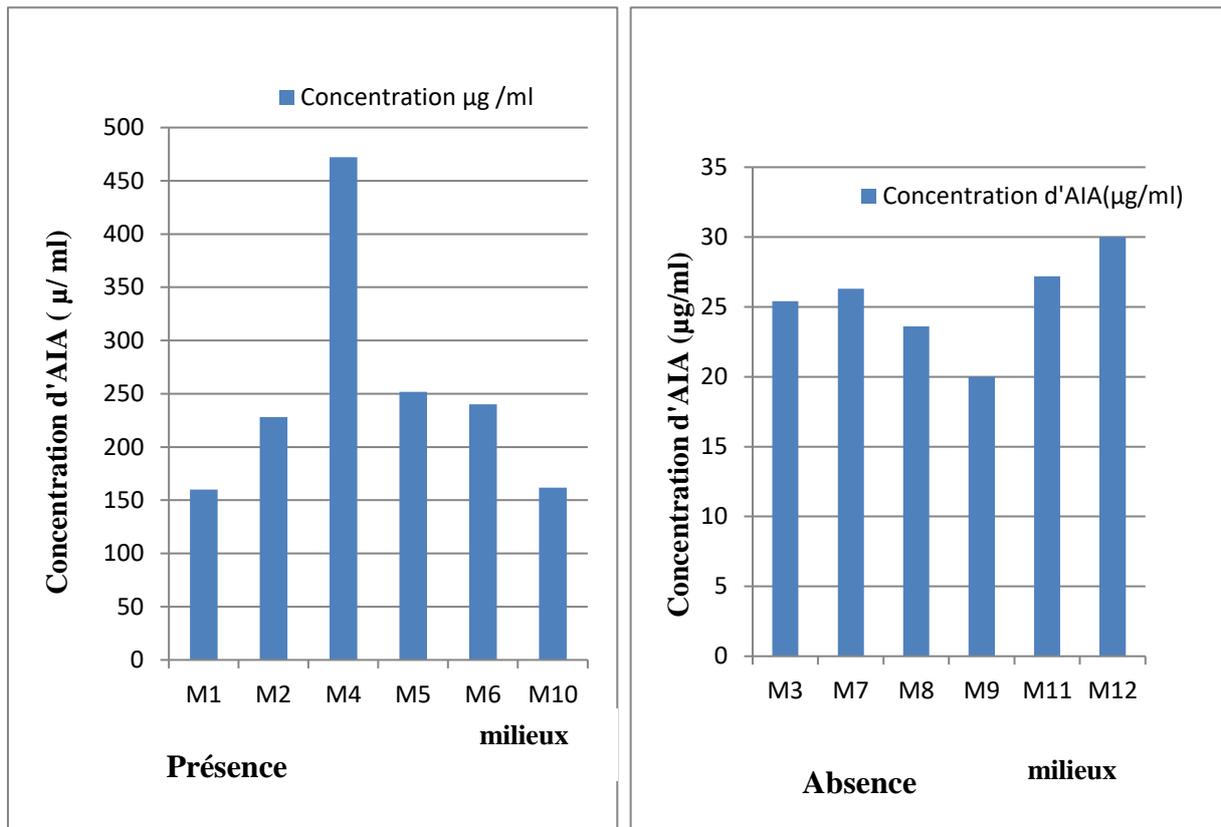


Figure 21 : Histogramme représente la concentration de l'AIA en fonction de la présence ou l'absence de poudre de noyau de datte

Le dosage a été effectué après 24h les résultats obtenues dans l'histogramme de la figure 21, les six milieux qui contient la poudre de noyau présentent une production très élevée d'AIA par a port aux six milieux qui ne contient pas la poudre de noyau de datte.

Donc La poudre de noyau de datte influence positivement sur la production de l'AIA.

La Relation entre effet de NaCl et effet de la poudre de noyau de datte

La présence de NaCl par des quantités fortes ou faibles sans la présence de la poudre de noyau de dattes diminue la production de l'AIA augmente même si la quantité de NaCl est forte

Donc l'effet positif de la poudre de noyau dattes élimine l'effet négatif de l'NaCl sur la production de l'AIA grâce aux sources minérales de cette poudre.

3-4-3 L'influence de pH sur la production de L'AIA

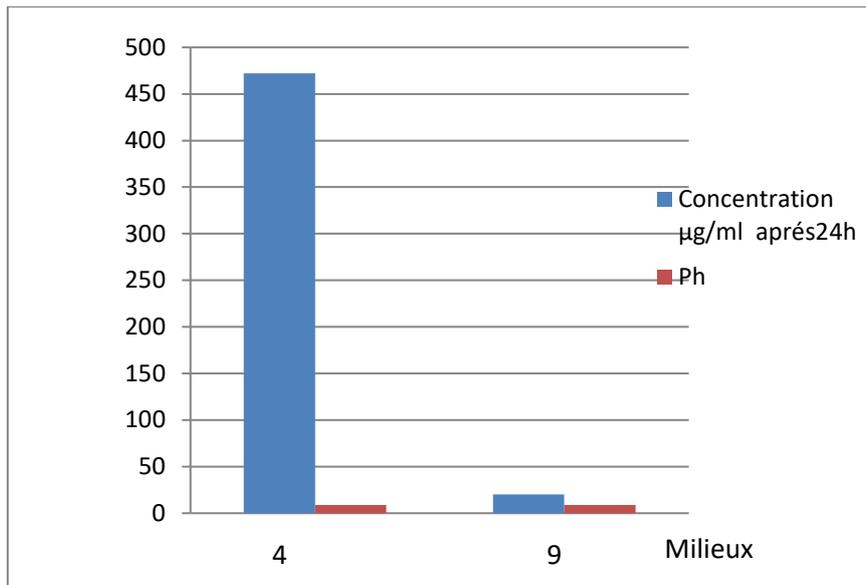


Figure 22 : Histogramme représente la concentration de l'AIA en fonction de pH

Nous avons observé que la concentration de l'AIA soit dans le milieu 4 (Maximum) ou dans le milieu 9 (Minimum) n'a été pas affectée par la valeur de pH 9.

3-4-4 L'influence de peptone sur la production de L'AIA

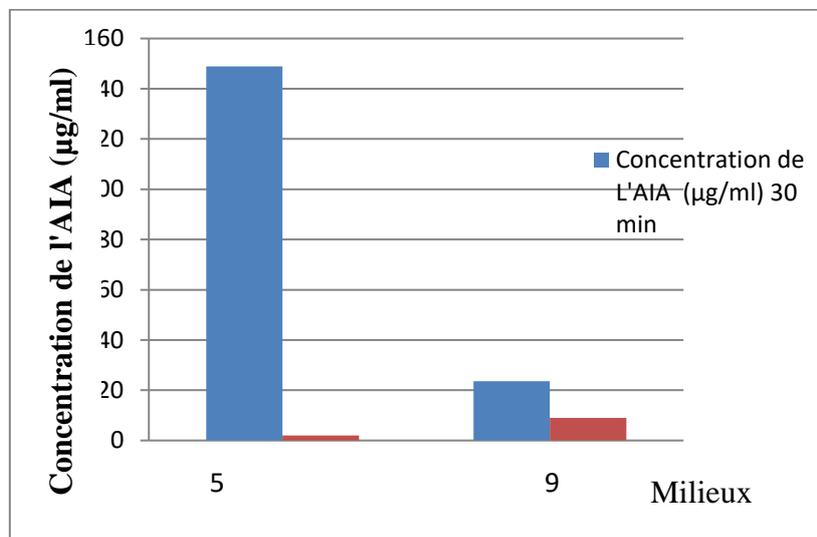


Figure 23 : Histogramme représente la concentration de l'AIA à différentes quantités de peptone

La production de l'AIA après 30 min été dans le max 148 ,90 à la présence d'une quantité égale à 2g de peptone dans le milieu M4, par contre dans le milieu M9 la production de L'AIA est très faible 23,63 lors la quantité est égale à 9g

3-4-5 Comparaison avec d'autres travaux

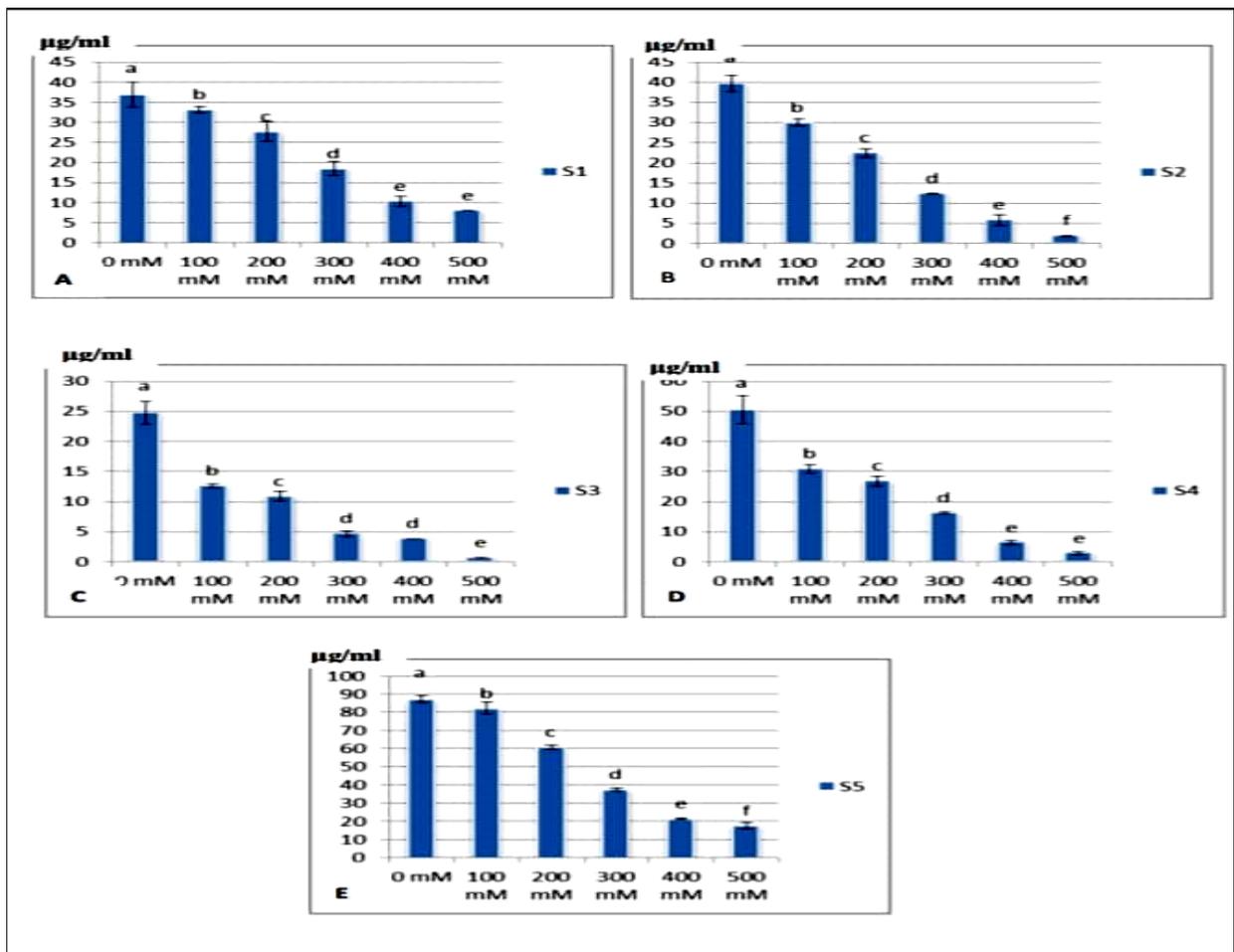


Figure 24 : la production de l'AIA sous stress salin A : souche1, B : souche2, C : souche3, D : souche4, E : souche5

Nos résultats montrent qu'il existe une relation inversement proportionnel entre la concentration de l'AIA produite et la quantité de NaCl. Ce qui est confirmé par l'étude faite par (Hamoum et Hamdi, 2016).

Conclusion

Notre travail est basé sur l'identification des caractères macro et micro morphologique de l'espèce *Streptomyces xantholiticus* et sa capacité à produire l'AIA dans différents conditions.

D'après l'étude macroscopique, la croissance sur le milieu DSMZ65 est plus forte que le milieu ISP5 et ISP2 avec des colonies de 1 à 2 mm de diamètre, elles sont sèches, opaques, incrustés dans la gélose et leur forme est irrégulière. Nous avons observé aussi que le MS est de couleur beige qui devient beige brun après 21 jours, et un MA de couleur blanche qui devient gris après 14 jours. Cependant, l'observation microscopique montre que le MS est bien ramifié et enchevêtré avec des chaînes de spores, et le MA peu ramifié avec des chaînes de spores ou des spores libres.

D'autre part, nos résultats présentent que l'espèce *Streptomyces xantholiticus* a la capacité de produire l'AIA et atteint son maximum dans le milieu 4 par une valeur de 472 0µg/ml après 24h de réaction. La quantité d'AIA produite dans les milieux contenant la poudre de noyau de dattes est plus forte par rapport aux milieux qui ne la contiennent pas. De ce fait, la présence de la poudre de noyau de datte a un effet positif sur la production de cette hormone. De plus, les fortes quantités de NaCl ont un effet positif sur le développement de la souche sur les trois milieux de cultures, par contre leur effet est négatif sur la production de l'AIA.

Les résultats de notre étude confirment que cette souche supporte la présence de NaCl pour se croître et du coup, elle joue un rôle crucial pour maintenir l'équilibre des sols contenant un excès de sels. D'autre part, cette bactérie peut synthétiser l'AIA qui stimule la croissance des plantes ce qui permet aux agriculteurs de l'utiliser pour améliorer le rendement agricole naturellement et éviter l'utilisation des produits chimiques.

Référence
Bibliographiqu

Ahmad, F., Ahmed, I. and Khan, M.S. (2005) 'Indole Acetic Acid Production by the Indigenous Isolates of Azotobacter and Fluorescent Pseudomonas in the Presence and Absence of Tryptophan', p. 7.

Anandan, R., Dharumadurai, D. and Manogaran, G.P. (2016) *An Introduction to Actinobacteria, Actinobacteria - Basics and Biotechnological Applications*. IntechOpen. doi:10.5772/62329.

Andriambelason H.O. (2016). Available at: http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/andriambelasonHerivonyO_SN_DNR_16.pdf.

ARAR, H. (2019). Available at: http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/16569/1/ARAR_Hadjer.pdf.

Balagurunathan, R., Radhakrishnan, M. and Thirugnanasambandan, S. (2010) 'L-glutaminase Producing Actinomycetes from Marine Sediments – Selective Isolation, Semi Quantitative Assay and Characterization of Potential Strain', *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4.

BELYAGOUBI, L. (2014) *Antibiotiques produits par des bactéries (actinomycètes et bactéries lactiques) issus de différents écosystèmes naturels Algériens*. Université Aboubakr Belkaid-Tlemcen. Available at: <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/5635>.

BENSAIDOUNE, T. and BOUMERAOU, S. (2018) *Etude de l'activité kératinolytique d'une souche d'actinobactérie du genre Streptomyces sp.* Université A. MIRA - Bejaïa. Available at: <http://www.univ-bejaia.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/11976/Etude%20de%20l%E2%80%99activit%C3%A9%20k%C3%A9ratinolytique%20d%E2%80%99une%20souche%20d%E2%80%99actinobact%C3%A9rie%20du%20genre%20Streptomyces%20sp..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

.BOUDJELAL-BENCHEIKH, F. (2012) *Taxonomie et antagonisme des actinomycètes halophiles d'origine saharienne et caractérisation des composés bioactifs sécrétés par Actinoalloteichus sp. AH97*. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH ALGER. Available at: <http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/64/these%20Boudjelal%20ENSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

BOUDJELLA, H. (2007) 'Etude taxonomique et des propriétés antagonistes des Streptosporangium des sols sahariens'. Available at: http://dspace.ensa.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/209/boudjella_h.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Boughachiche, F. (2012) *Étude de molécules antibiotiques secrétées par des souches appartenant au genre Streptomyces, isolées de Sebkh. - Sécheresse info*. Available at: <http://www.secheresse.info/spip.php?article80360> (Accessed: 25 June 2022).

- Bowen, G.D. and Rovira, A.D. (1999) 'The Rhizosphere and Its Management To Improve Plant Growth', in Sparks, D.L. (ed.) *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 1–102. doi:10.1016/S0065-2113(08)60425-3.
- Calvo P, Nelson L and J.W. Kloepper (2014) *Agricultural uses of plant biostimulants* / SpringerLink. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-014-2131-8> (Accessed: 22 June 2022).
- Cao, Z.-Y. *et al.* (2016) 'Profiling of phytohormones and their major metabolites in rice using binary solid-phase extraction and liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry', *Journal of Chromatography A*, 1451, pp. 67–74. doi:10.1016/j.chroma.2016.05.011.
- Chung, K. and Tzeng, D. (2004) 'Biosynthesis of indole-3-acetic acid by the gall-inducing fungus *Ustilago esculenta*'. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.558.4731&rep=rep1&type=pdf>.
- Doumbou, C.L. *et al.* (2001) 'Actinomycetes, promising tools to control plant diseases and to promote plant growth', *Phytoprotection*, 82(3), pp. 85–102. doi:10.7202/706219ar.
- Embley, T.M. *et al.* (1984) 'Lipid and Wall Amino Acid Composition in the Classification of *Rothia dentocariosa*', *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. 1. Abt. Originale. A, Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie*, 257(3), pp. 285–295. doi:10.1016/S0174-3031(84)80054-2.
- Fickers, P., Destain, J. and Thonart, P. (2008) *Les lipases sont des hydrolases atypiques : principales caractéristiques et applications* / Université de Liège. Available at: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=2307> (Accessed: 25 June 2022).
- Finnie, J.F. and van Staden, J. (1985) 'Effect of Seaweed Concentrate and Applied Hormones on In Vitro Cultured Tomato Roots', *Journal of Plant Physiology*, 120(3), pp. 215–222. doi:10.1016/S0176-1617(85)80108-5.
- Gobat, J.-M. *et al.* (2010) *Le sol vivant: Base de pédologie-biologie des sols*. 3e édition. Lausanne: PPUR.
- Goodfellow, M. and Williams, S.T. (1983a) 'Ecology of Actinomycetes', *Annual Review of Microbiology*, 37(1), pp. 189–216. doi:10.1146/annurev.mi.37.100183.001201.
- Goodfellow, M. and Williams, S.T. (1983b) 'Ecology of Actinomycetes', *Annual Review of Microbiology*, 37(1), pp. 189–216. doi:10.1146/annurev.mi.37.100183.001201. Gupta, R. *et al.* (1995) *Chitinase production by Streptomyces viridificans: its potential in fungal cell wall lysis* -

Gupta - 1995 - *Journal of Applied Bacteriology* - Wiley Online Library. Available at: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.1995.tb03421.x> (Accessed: 25 June 2022).

HARIR, M. (2018) *Caractérisation des molécules bioactives produites par des souches d'actinobactériés isolées des sols arides et semi arides d'Algérie*. Available at: <https://theses.univ-oran1.dz/document/TH4825.pdf>.

Hamoum., F. and Hamdi., H. (2016) 'Etude de l'effet du stress salin sur la croissance et le potentiel de production de quelques activités liées à la PGP par des Rhizobactéries'. Available at: <http://e-biblio.univ-mosta.dz/handle/123456789/2729> (Accessed: 26 June 2022).

du Jardin, P. (2015) 'Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation', *Scientia Horticulturae*, 196, pp. 3–14. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.021.

Kauffman, G.L., Kneivel, D.P. and Watschke, T.L. (2007) 'Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass', *Crop Science*, 47(1), pp. 261–267. doi:10.2135/cropsci2006.03.0171.

Khan, M.S. *et al.* (2009) 'Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils', *Environmental Chemistry Letters*, 7(1), pp. 1–19. doi:10.1007/s10311-008-0155-0.

Kitouni, M. (2007) 6- *Kitouni M., 2007. Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes. Identification moléculaires des souches actives et caractérisation préliminaires des substances élaborées. Thèse de Doctorat. Université Mentouri de Constantine ,89 P. Korare C.R., Mahad.*

6- Kitouni M., 2007. Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes. Identification moléculaires des souches actives et caractérisation préliminaires des substances élaborées. Thèse de Doctorat. Université Mentouri de Constantine ,89 P. Korare C.R., Mahad. Available at: <http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/8285/KIT5003.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed: 21 May 2022).

Kumar, A.G. *et al.* (2008) 'Purification of extracellular acid protease and analysis of fermentation metabolites by *Synergistes* sp. utilizing proteinaceous solid waste from tanneries', *Bioresource Technology*, 99(7), pp. 2364–2372. doi:10.1016/j.biortech.2007.05.001.

LECHEVALIER, M.P. and LECHEVALIER, H. (1970) *Chemical composition as a criterion in the classification of aerobic actinomycetes* / *Microbiology Society*. Available at:

<https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-20-4-435>
(Accessed: 24 June 2022).

Loqman, S. (2009) *theses.fr – Souad Loqman , 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*. Available at: <http://www.theses.fr/2009REIMS037> (Accessed: 24 June 2022).

Marimuthu, S. *et al.* (2020) 'Antifungal activity of *Streptomyces* sp. SLR03 against tea fungal plant pathogen *Pestalotiopsis theae*', *Journal of King Saud University - Science*, 32(8), pp. 3258–3264. doi:10.1016/j.jksus.2020.08.027.

Miah, Y. (2000) *Microbial distribution and function across wheat rhizosphere with oxamide and ammonium sulfate as N sources: Soil Science and Plant Nutrition: Vol 46, No 4*. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.2000.10409144>
(Accessed: 22 June 2022).

Mincer, T.J. *et al.* (2002) 'Widespread and Persistent Populations of a Major New Marine Actinomycete Taxon in Ocean Sediments', *Applied and Environmental Microbiology*, 68(10), pp. 5005–5011. doi:10.1128/AEM.68.10.5005-5011.2002.

Minnikin, D. and M, G. (1981) 'LIPIDS IN THE CLASSIFICATION OF ACTINOMYCETES'. Available at: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL82X0262531>
(Accessed: 24 June 2022).

Muller, M. and et al (1989) *Hormonal interactions in the rhizosphere of maize (Zea mays L.) and their effects on plant development - Müller - 1989 - Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde - Wiley Online Library*. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.19891520217> (Accessed: 25 June 2022).

Olanrewaju, O.S. and Babalola, O.O. (2019) *Streptomyces: implications and interactions in plant growth promotion | SpringerLink*. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-018-09577-y> (Accessed: 24 June 2022).

Osada, H. (1998) 'Bioprobes for Investigating Mammalian Cell Cycle Control', *The Journal of Antibiotics*, 51(11), pp. 973–982. doi:10.7164/antibiotics.51.973.

Ouazene Fatiha and Ouezene Nassira (2018) 'Etude de l'activité antibactérienne de quelques isolats d'actinomycètes isolés du sol'. Available at: <http://193.194.80.11/xmlui/bitstream/handle/123456789/2785/Classeur1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Panneerselvam, P. (2020) *Enhancing pomegranate (Punica granatum L.) plant health through the intervention of a Streptomyces consortium: Biocontrol Science and Technology:*

Vol 31, No 4. Available at:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2020.1859095> (Accessed: 24 June 2022).

Paradičković, N. *et al.* (2019) 'Biostimulants research in some horticultural plant species—A review', *Food and Energy Security*, 8(2), p. e00162. doi:10.1002/fes3.162.

Park, J.-O. *et al.* (2002) *Pathogenesis of Streptovorticillium albireticuli on Caenorhabditis elegans and its antagonism to soil-borne fungal pathogens - Park - 2002 - Letters in Applied Microbiology - Wiley Online Library*. Available at:

<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1472-765X.2002.01194.x> (Accessed: 25 June 2022).

Que sont les Actinomycètes ? Définition, caractéristiques et importance - Lecteur de biologie (no date). Available at: <https://biologyreader.com/actinomycetes.html> (Accessed: 24 June 2022).

Rambour, S. (2003) *Physiologie végétale, De Boeck Supérieur*. Available at:

<https://www.deboecksuperieur.com/ouvrage/9782744500893-physiologie-vegetale> (Accessed: 25 June 2022).

Raven, P.H., Evert, R.F. and Eichhorn, S.E. (1992) *Biología de las plantas*. Reverte.

SAKER, R. (2015) 'Recherche de nouveaux taxons d'actinobactéries halophiles des sols sahariens et potentialités antagonistes', p. 244. Available at: [//tdoctorat.univ-setif.dz/2015/SNV/SAKER.pdf](https://tdoctorat.univ-setif.dz/2015/SNV/SAKER.pdf).

Shilev, S. (2013) (PDF) *Soil Rhizobacteria Regulating the Uptake of Nutrients and Undesirable Elements by Plants*. Available at:

https://www.researchgate.net/publication/264166949_Soil_Rhizobacteria_Regulating_the_Uptake_of_Nutrients_and_Undesirable_Elements_by_Plants (Accessed: 24 June 2022).

Smaoui, S. (2010) 'Purification et Caractérisation de Biomolécules à partir de microorganismes nouvellement isolés et identifiés'. Available at: <https://oatao.univ-toulouse.fr/7189/1/smaoui.pdf>.

Stein, A. and al (1990) *Enhanced rooting of Picea mariana cuttings by ectomycorrhizal fungi*. Available at: <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/b90-062> (Accessed: 25 June 2022).

Stirk, W.A. and van Staden, J. (2010) 'Flow of cytokinins through the environment', *Plant growth regulation* [Preprint]. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-010-9481-x> (Accessed: 25 June 2022).

Subramani, R. and Aalbersberg, W. (2012) *Marine actinomycetes: An ongoing source of novel bioactive metabolites - ScienceDirect*. Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501312000754?via%3Dihub>
(Accessed: 25 June 2022).

Tabti, O. and DemmeneDebbih, F. (2019) 'Production d'auxine et activité antifongique chez les actinobactéries telluriques'. Available at: C:\Users\pc\Downloads\Documents\manuscrit N° 0026 final.pdf.

Toumatia, O. *et al.* (2015) 'Antifungal properties of an actinomycin D-producing strain, *Streptomyces* sp. IA1, isolated from a Saharan soil', *Journal of Basic Microbiology*, 55(2), pp. 221–228. doi:10.1002/jobm.201400202.

Vonothini, G. *et al.* (2008) 'Optimization of protease production by an actinomycete Strain, PS-18A isolated from an estuarine shrimp pond', *African Journal of Biotechnology*, 7(18). doi:10.4314/ajb.v7i18.59262.

Werner, T. and Schmülling, T. (2009) 'Cytokinin action in plant development', *Current Opinion in Plant Biology*, 12(5), pp. 527–538. doi:10.1016/j.pbi.2009.07.002.

Whipps, J.M. (1990) 'Carbon economy.', *The rhizosphere.*, pp. 59–97. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19911951556> (Accessed: 25 June 2022).

Young, I.M. (1998) 'Biophysical interactions at the root–soil interface: a review', *The Journal of Agricultural Science*, 130(1), pp. 1–7. doi:10.1017/S002185969700498X.

Yves, J. and et al (2013) *Pratiques et usages numériques : H2PTM'13 - JEANNERET Yves, LELEUMERVIEL Sylvie, MASSOU Luc, SALEH Imad, ZACKLAD Manuel - Google Livres.* Available at: https://books.google.dz/books?hl=fr&lr=&id=ZYxfAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA239&dq=d%C3%A9finition+de+l%27ecosyst%C3%A9me&ots=wWz8dDmZHa&sig=KaOhq5tZW941bm73bGx65G9QoXE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (Accessed: 25 June 2022).

Zaitlin, B. and Watson, S.B. (2006) 'Actinomycetes in relation to taste and odour in drinking water: myths, tenets and truths', *Water Research*, 40(9), pp. 1741–1753. doi:10.1016/j.watres.2006.02.024.

Zoubiri, L. (2011) *Production d'alpha amylase par des moisissures cultivées sur milieu à base de rebuts de dattes - PDF Free Download.* Available at: <https://docplayer.fr/26919972-Production-d-alpha-amylase-par-des-moisissures-cultivees-sur-milieu-a-base-de-rebuts-de-dattes.html> (Accessed: 25 June 2022).

Annexe

Annexe : la composition des milieux de culture**Milieu Glucose-Asparagine**

Glucose	10g
L-asparagine	0.5g
K ₂ HPO ₄	0.5g
Agar	15g
Eau distillée	qsp 1000ml

pH = 6.8

Température de stérilisation : 121 °C pendant 20 min

Milieu ISP5

Glycérol	10g
L-asparagine	1g
K ₂ HPO ₄	1g
Solution saline	1ml
Agar	20g
Eau distillée	qsp 1000 ml

pH = 7.2 – 7.4

Température de stérilisation : 121 °C pendant 20 min

Milieu ISP2

Extrait de levure	4
Extrait de Malt	10
D-glucose	4
Agar	4
Eau distillée	qsp 1000 ml

Température de stérilisation : 121 °C pendant 20 min

Milieu DSMZ 65

Glucose	4g
Extrait de Levure	4g
Extrait de Malt	10g
Ca CO ₃	2g
Agar	12g

pH = 7.4

Température de stérilisation : 121 °C pendant 20 min

GBA

Glycérol	20g
Amido soluble	20g
Peptone	10g
Extrait de viande	5g
CaCO ₃	3g
Agar	15g
Eau distillé	qsp1000 ml

pH : 7

Température de stérilisation : 121 °C pendant 20 min

Milieu de Base

GBA	1000 ml
Glycerol	20g
Amidon	20g
Extrait de viande	5g
CaCO ₃	3g

Réactif de Salkoowski

FeCl ₃	1ml (0.5 M)
Acide perchlorique	50 ml (35%)

L'eau physiologique

Na Cl	0.9g
L'eau distillé	100 ml

Année universitaire : 2021-2022

Présenté par : Redjel Ranya
Bouklem Malek
Beoud Imene

Production de l'AIA par une souche actinobactérienne rhizosphérique appartenant à l'espèce *Streptomyces xantholiticus*

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

Résumé

Notre travail a été réalisé dans le laboratoire de génie microbiologique et application. Nous avons étudiées les caractères macro et micro-morphologiques d'une souche actinomycétale de l'espèce *Streptomyces xantholiticus* et sa capacité de produire un biostimulant qui est l'acide indole acétique. Ce dernier est considéré comme étant la meilleure auxine trouvée chez les plantes. Il est connu par son influence sur la croissance végétale en augmentant la disponibilité des nutriments et en influençant le développement des plantes. Nous avons cultivées la souche sur trois milieux de cultures DSMZ65, ISP5 et ISP2, la meilleure croissance et la bonne sporulation ont été observées sur le milieu DSMZ65. L'utilisation de la technique des lamelles, après 7, 14 et 21 jours d'incubation à 30 °C, nous a permis d'apprécier la micromorphologie de la souche et de voir de longs filaments bien ramifiées. La synthèse de l'AIA a été recherchée sur un milieu de base réparti en 12 flacons où chaque deux a été supplémenté de différents composants. L'effet de la poudre de noyau de dattes a été recherché sur la moitié de ces flacons. La mise en évidence de la production de l'AIA a été réalisée selon la réaction de Salkowski et la quantité a été évaluée par mesure de la DO à l'aide d'un spectrophotomètre après 30 min et 24h de réaction. La souche *Streptomyces xantholiticus* a montré une capacité de synthèse d'AIA d'une valeur optimale de 472 µg/ml sur le milieu 4 après 5 jours d'incubation à 30 °C, pH 9, et en présence de la poudre de noyau de dattes.

Mots-clés : Biostimulants, acide indole acétique, phytohormones, actinomycètes, *Streptomyces xantholiticus*.

Laboratoires de recherche :

Laboratoire de Génie microbiologique et application (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadreur : OULMI Lamia (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : KITOUNI Mahmoud (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : CHABI Rabah (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

