

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée et Fondamentale

THEME

*Etude de l'effet de certains facteurs
physicochimiques sur la croissance de Bacillus
cereus responsables de toxi-infections alimentaires*

Présenté par :

Mlle. BOUSMAHA Souad
Mlle. KABOUCHE Nafissa Lina

Devant le jury composé de:

Président: Pr. CHAIBI Rachid	MCA
Examineur: Mr. DJEBLI. Ahmed	MAA
Promoteur: Mr. MADOURI Redouane	MAA

Soutenu publiquement le : 3 juillet 2023

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce modeste travail.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde pour moi, Mon Père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore que dieu te protège et te donne la santé.

A mes chères soeurs Manal et Sara, et A l'unique frère que j'ai au monde Youcef.

A mon cher neveu IYAD.

A ma chère binôme Nafissa Pour les moments qu'on a partagés ensemble durant ce projet , et a sa famille , spécialement sa soeur Haifa.

A tous les étudiants de la promotion de M2 microbiologie 2022.2023 .

A tous ceux qui me sont chères.





Dédicaces

**Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude ,
l'amour , le respect ,la reconnaissance ,c'est tout
simplement que : je dédie cette thèse a :**

**A la femme qui a souffert sans me laisser
souffrir ,qui n'a épargné aucun effort pour me
rendre heureuse mon adorable mère Samia**

**A l'homme mon précieux offre du dieu doit ma
vie ,ma réussite et tout mon respect mon cher
père Bachir**

**A mes chères sœurs Bouchra et Haïfa Sara ; mes
chers frères Mohamed Meliani et Charafeddine
qui n'ont pas cessés de me conseiller de me
encourager et soutenir tout au long de mes
études que dieu les protéger et leurs offre la
chance et le bonheur**

**A tout ma grand famille , a tous ceux que j'aime,
qui m'aiment et me comblez de conseils**

**A mon binôme Souad pour son soutien moral ,sa
patience et sa compréhension tout au long ce
projet**

**A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et
à qui je souhaite plus de succès**

Nafissa Lina

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu de nous avoir donné la force, la patience et le courage pour achever ce travail.

À notre encadreur DR. Madouri Redouane. Pour l'intérêt qu'il a accordé au sujet proposé, ses conseils et ses encouragements, nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port

Nos sincères remerciements vont également à Mr. **CHAIBI Rachid** pour l'honneur qu'elle nous fait d'avoir accepté d'être Président du jury de ce mémoire .

Nous tenons à remercier également Mr. **DJEBLI Ahmed** d'avoir accepté de participer à la commission d'examen de ce travail.

Nous remercions sincèrement tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leur compétence nous ont soutenu dans la poursuite de nos études

Un grand merci aux techniciens de laboratoire de microbiologie pour leur présence continue ainsi que leur générosité tous les moments de travail passés au laboratoire

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

Merci

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Sommaire	I
Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	V
Résumé	VI
Introduction générale	1

Partie 1

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I

Généralités sur *Bacillus cereus* sensu lato

I.1 Définition	3
I.2 Taxonomie du groupe <i>B. cereus</i>	3
I.3 Classification Phylogénétique	3
I.4 Les caractères du groupe <i>Bacillus cereus</i>	4
I.5 Sporulation	5
I.6 Germination	5
I.7 La thermorésistance des spores <i>Bacillus cereus</i>	6
I.8. Facteurs physicochimiques influençant la croissance de <i>Bacillus .cereus</i>	6
1.8.1 .Capacité de croissance de <i>Bacillus.cereus</i> à différents pH	6
1.8.2. Capacité de croissance de <i>Bacillus cereus</i> à différentes températures ...	7
1.8.3 Capacité de croissance de <i>Bacillus Cereus</i> par rapport au Aw	7
1.8.4 Capacité de croissance de <i>Bacillus cereus</i> en anaérobiose	7
I.9. <i>Bacillus cereus</i> dans les aliments	7
I.10 Pathogénicité et Toxicité de <i>Bacillus Cereus</i>	8
I.10.1 Infection gastro-intestinale	8
b .Syndrome diarrhéique	9
I.10.2 Infection non gastro-intestinale	10
I.11 Dose infectieuse	10

Partie 2

Etude expérimentale

Chapitre II

Matériel et Méthodes

II.1 Recherche et dénombrement des spores de <i>Bacillus cereus</i>	11
II .1.1 Prélèvement des échantillons	11
II.1.3 Ensemencement des boîtes du milieu Mossel	13
II.1.4. Dénombrement des colonies présumées <i>Bacillus .cereus</i>	13

II.2 Etude de l'influence de certains facteurs physico-chimiques sur la croissance de <i>Bacillus.cereus</i>	14
II.2.1 Revivification des souches conservées sous forme de stocks de spores .	14
II.2.2 Etude de l'effet du pH.....	15
a.Préparation de milieu de BHIB à différents pH.....	16
b.Ensemencement des tubes à différents pH	16
II.2.3 Etude de l'effet de la température	16
II.2.4 Etude de l'effet l'activité de l'eau	17
a.Préparation de milieu de BHIB à différents Aw	17
b . Ensemencement des tubes à différentes Aw.....	17
II.3 Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis certains antibiotiques	17
II.3.1 Préparation de l'inoculum	18
II.3.2 Ensemencement	18
II.3.3 Application des disques	19
II.3.4 .Lecture de résultats.....	20

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1.Résultats de dénombrement de <i>B. cereus</i> dans les épices.....	21
III.2.Résultats de l'étude de l'effet des facteurs physico-chimiques sur la croissance de <i>Bacillus cereus</i>	22
III.2.1 Résultats de l'Effet du pH sur la croissance des <i>B.cereus</i>	22
III.2.2 Résultats de l'effet de la température	24
III.2.3 Résultats de l'effet d'activité de l'eau	26
III.3 Résultats de l'étude la sensibilité des souches étudiés vis- à vis certains antibiotiques	28
Conclusion	21
Références bibliographie.....	21
Annexes.....	21

Liste des tableaux

Tableau 01: Groupes phylogénétiques de <i>B. cereus</i> sensu lato .	04
.Tableau 02: la liste des épices prélevés .	12
Tableau 03 : Les souches de <i>Bacillus cereus</i> utilisées pour l'étude des facteurs environnementaux .	15
Tableau 04 : Préparation de milieu à différentes Aw, nous utilisons différentes quantités de NaCl.	17
Tableau 05 : Différents antibiotiques testés	18
Tableau 06 : Résultats de l'effet du pH sur la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i> .	23
Tableau 07 : Résultats de l'effet du Température sur la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i>	25
Tableau 08 : Résultats de l'effet de Aw sur la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i>	27
Tableau 09 : Résultat de l'antibiogramme	29

Liste des figures

Figure 01 : Différentes formes de <i>Bacillus cereus</i> .	06
Figure 02 : : Distribution des types de produits alimentaires qui furent impliqués dans des intoxications confirmées causées par <i>B. cereus</i> .	08
Figure 03 : Schéma représentant les deux types d'intoxication possibles par <i>B. cereus</i>	09
Figure 04 : Les échantillons des épices	11
Figure 05 : les échantillons pesés dans des pots stériles.	12
Figure 06 :. Réalisation des dilutions décimales et ensemencement du milieu Mossel complet	13
Figure 07 : Ensemencement des tubes de BHIB de différents pH	16
Figure 08 : Ensemencement de la gélose MH par écouvillonnage	19
Figure 09 : Application des disques d'antibiotique sur la gélose Muller Hinton précédemment inoculée	19
Figure 10 :. Mesure des zones d'inhibitions autour de chaque disques d'antibiotiques	20
Figure 11 : Aspect macroscopique des colonies <i>Bacillus cereus</i> sur milieu Mossel complet	21
Figure 12 :. Résultats de l'étude de la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i> a différentes pH.	22
Figure 13 : Résultats de l'étude de la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i> a différentes température 22°C /7°C	24
Figure 14 : Résultats de l'étude de la croissance des souches <i>Bacillus cereus</i> a différentes Aw 0.873/0.991.	26
Figure 15 : Résultats d'antibiogramme des souches <i>Bacillus cereus</i> .	28
Figure 16 : Profil de l'antibiogramme des souches de <i>Bacillus cereus</i> .	30

Liste des abréviations

AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism .

Aw : (water activity) Activité de l'eau .

B. cereus : Bacillus cereus .

BHIB : Brain Heart Infusion broth .

CaDPA : calcium dipicolinic acid .

CLSI : Clinical and Laboratory Standards Institute

Cyt K : La cytotoxine K .

EPT : L'eau peptonée tamponnée .

GN : Gélose Nutritive .

Hbl: Hémolysine BL .

MH : Muller Hinton .

MYP : mannitol, egg yolk, polymyxin .

Nhe: l'entérotoxine non hémolytique .

TIAC : toxi-infections-alimentaire collective .

TSE : Tryptone sel d'eau .

UFC : unité formant colonie .

Résumé

Bacillus cereus est un contaminant courant des aliments , La survie de ces bactéries le long de la ligne de fabrication s'explique par leur aptitude à produire des spores, résistantes aux différents facteurs physicochimiques tels que la température , l'activité d'eau , pHect. elle peut provoquer une toxi-Infection Alimentaire Collective (TIAC).. en raison de ses toxines.

Ce travail vise à déterminer l'effet de certains facteurs physicochimiques sur la croissance des souches de *B.cereus* , et de déterminer leur sensibilité aux différents antibiotiques .

Les résultats montrent que le niveau de contamination le plus élevé par *B.cereus* était enregistré dans les échantillons du Gingembre et Paprika avec des valeurs de ($3,1 \cdot 10^5$ ufc/g - $2,9 \cdot 10^5$ ufc/g) respectivement .Les résultats de l'étude de la croissance ont révélé que les isolats étudiés de *B.cereus* ont pu croître à différentes températures ; 22 .35.45 °C tandis qu'une température de réfrigération inhibe leur développement.

Les souches étudiées sont poussé à une A_w qui varie entre 0.986 et 0.997 tandis que la diminution de A_w varie entre (0.902et 0.774) est responsable de l'arrêt total de la croissance. et la gamme de pH varie entre 4.8et 8, Cette étude a montré aussi une sensibilité élevé des souches vis-à-vis la Ciprofloxacine .

Ce travail a permis de définir les paramètres importants pour maîtriser le risque de contamination alimentaire par *B. cereus*, et d'éviter les intoxications alimentaires.

Mots clés : TIAC. Épices, *B. cereus*, facteurs physicochimiques, antibiotiques.

Abstract

Bacillus cereus is a common contaminant in food, The survival of these bacteria along the manufacturing line is explained by their ability to produce spores, resistant to various physicochemical factors such as temperature, water activity, pH....ect. it can cause a Collective Food Toxi-Infection (TIAC).. because of its toxins.

This work aims to determine the effect of certain physicochemical factors on the growth of strains *B.cereus*, and to determine their sensitivity to different antibiotics.

The results show that the highest level of contamination by *B.cereus* was recorded in the Ginger and Paprika samples with values of (3,1. 10⁵ ufc/g - 2,9.10⁵ ufc/g) respectively .The results of the growth study revealed that the studied isolates of *B.cereus* were able to grow at different temperatures; 22 .35.45 °C while a refrigeration temperature inhibits their development.

The strains studied are grown to an Aw which varies between 0.986 and 0.997 while the decrease in Aw varies between (0.902 and 0.774) is responsible for the total cessation of growth. and the pH range varies between 4.8 and 8. This study also showed a high sensitivity of the strains to Ciprofloxacin.

This work made it possible to define the important parameters to control the risk of food contamination by *B. cereus*, and to avoid food poisoning.

Key words: *TIAC, spices, B. cereus, physicochemical factors, antibiotics.*

الملخص

Bacillus cereus هو ملوث شائع في الغذاء ويفسر بقاء هذه البكتيريا على طول خط التصنيع من خلال قدرتها على إنتاج الأبواغ ، ومقاومة العوامل الكيميائية و الفيزيائية المختلفة مثل درجة الحرارة ، ونشاط الماء، ودرجة الحموضة....إلخ. يمكن أن تسبب عدوى التسمم الغذائي الجماعي (TIAC).. بسبب السموم التي تصنعها .

يهدف هذا العمل إلى تحديد تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية على نمو بكتيريا *B.cereus* ، وتحديد حساسيتها للمضادات الحيوية المختلفة.

أظهرت النتائج أن أعلى نسبة تلوث ببكتيريا *B.cereus* سجلت في عينتي (الزنجبيل ، الفلفل الحلو) حيث بلغت قيم ($2.9.10^5$ ufc/g- $3.1^5.10$ ufc/g).

كشفت نتائج دراسة النمو أن العزلات المدروسة من بكتيريا *B. cereus* كانت قادرة على النمو في درجات حرارة مختلفة ؛ 22.35.45 درجة مئوية بينما درجة حرارة التبريد تمنع نموها.

السلالات المدروسة في نشاط مائي يتراوح بين 0.986 و 0.997 بينما الانخفاض يتراوح بين (0.902 و 0.774) في هذا النشاط كان مسؤول عن التوقف التام للنمو الكلي. ويتراوح نطاق الأس الهيدروجيني بين 4.8 و 8. أظهرت هذه الدراسة أيضًا حساسية عالية للسلالات للسيبروفلوكساسين. Ciprofloxacin.

يتيح لنا هذا العمل تحديد المعلمات المهمة للتحكم في مخاطر تلوث الطعام بواسطة هذه البكتيريا و تجنب عدوى التسمم الغذائي .

كلمات البحث: عدوى التسمم الغذائي الجماعي, توابل، بكتيريا *B. cereus* ، العوامل الفيزيائية والكيميائية ، المضاد الحيوي .

INTRODUCTION

Générale

Introduction générale

Bacillus cereus est un pathogène alimentaire, Elle représente la troisième cause de TIAC en Europe après les salmonelles et *Staphylococcus aureus* (Romarao., 2012), elle est responsable de deux types de syndromes d'intoxication. La forme diarrhéique, au travers de la production d'entérotoxines et la forme émétique). (ASPC., 2011).

Les cellules végétatives de *B. cereus* forment des spores lorsqu'elles se trouvent dans des conditions environnementales défavorables. Ces spores peuvent rester à l'état dormant pendant de nombreuses années voire des milliers d'années, attendant ainsi le retour des conditions favorables (Abbas., 2014)

Ils existe plusieurs facteurs physico-chimiques affectant la croissance des *Bacillus cereus* qui sont contrôlés d'une part (activité des ions ,hydrogène, activité d'eau, pression osmotique et viscosité), et l'environnement extérieur d'autre part (température, oxygène, lumière, pression hydrostatique).(Dromigny,E.(2008)

Les spores de *Bacillus cereus* sont souvent le problème le plus difficile à résoudre pour la conservation à cause de sa résistance aux conditions extrêmes .(Anses., 2011),capable de se développer dans des conditions variables comme le froid, l'absence d'oxygène, des bas pH ainsi que des matrices alimentaires diverses.

Il est essentiel de mettre en place des mesures de contrôle strictes pour prévenir la croissance de cette bactérie et sa contamination aux aliments. La surveillance et les tests microbiologiques réguliers sont également importants pour détecter sa présence et prendre les mesures appropriées pour garantir la sécurité alimentaire. (Guerin, A. 2016)

L'objectif de cette étude vis à :

- D'étudier l'effet de certains facteurs physico-chimiques sur la croissance des bactéries du groupe *B. cereus* .
- Tester la sensibilité des souches étudiées vis-à-vis certains antibiotiques.

Notre mémoire s'organise comme suit :

- La première partie synthétise les données bibliographiques, dont nous avons présenté des généralités sur le groupe « *Bacillus cereus* » .

- La deuxième partie expérimentale, qui décrit la méthodologie de travail ainsi que les résultats obtenus avec leurs discussions.
- Enfin une conclusion et perspectives.

Partie 1 :

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I :
Généralités sur Bacillus
cereus sensu lato

I.1 Définition

Le groupe *Bacillus cereus*, également connu sous le nom de *B. cereus* sensu lato ou « *Bacillus cereus* présumé » généralement isolés du sol et d'autres matrices environnementales et alimentaires. (Lindbäck et Granum.,2013)

Bacillus cereus est constitué de bactéries à grandes cellules dont la largeur est supérieure à 0,9µm ayant une forme de bâtonnet a Gram positif anaérobies facultatif et sporulés.,Les spores produites sont ellipsoïdes ou cylindriques et ne dilatent pas les sporanges ,groupée en chaînettes ou isolées. (Lindbäck et Granum.,2013)

Le groupe *B. cereus* est une subdivision du genre *Bacillus* comprenant huit espèces officiellement reconnues : *B. cereus sensu stricto*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. weihenstephanensis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. cytotoxicus* et *B. toyonensis* (EFSA., 2016).

I.2 Taxonomie du groupe *B. cereus*

Règne :Bactéria

Division :Firmicutes

Classe : Bacilles

Ordre :Bacillale

Famille :Bacillaceae

Genre : *Bacillus*

Espèces: *Bacillus cereus*, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. weihenstephanensis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. cytotoxicus* et *B. toyonensis* (EFSA.,2016)

I.3 Classification Phylogénétique

Les souches de groupe *B. cereus* se répartissant dans un ou plusieurs groupes. Les sept groupes génétique possèdent des capacités d'adaptation thermique différentes thermotypes » (Anses., 2016) ,

Le séquençage du gène *panC* (gène de la pantoate-bêta-alanine ligase C) permet de définir 7 groupes génétiques au sein de *Bacillus cereus* sensu lato. (Guinebretière et al.,2008)

Le groupe VI est le plus psychrotrophe et n'a encore jamais été associé à des toxi-infections alimentaires (**tableau1**). Les groupes II, IV, V sont psychrotrophes à mésophiles et les groupes III et VII sont mésophiles à thermotolérants .(**Anses.,2016**)

Tableau 01 : Groupes phylogénétiques de *B. cereus* sensu lato(**Anses,2016**)

Groupes phylogénétiques	Dénomination	Association avec des TIAC
I	<i>B. pseudomycoïdes</i>	-
II	<i>B. thuringiensis</i> ou <i>B. cereus</i>	+
III	<i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> ou <i>B. anthracis</i>	+++
IV	<i>B. thuringiensis</i> ou <i>B. cereus</i>	++
V	<i>B. thuringiensis</i> ou <i>B. cereus</i>	+
VI	<i>B. weihenstephanensis</i> , <i>B. mycoïdes</i> , <i>B. thuringiensis</i>	-
VII	<i>B. cytotoxicus</i>	+++

I.4 Les caractères du groupe *Bacillus cereus*

Le groupe de *Bacillus cereus* est constitué de bacilles, aux extrémités arrondies, généralement mobiles grâce à une ciliature péritriche, d'une longueur 3.0 - 5.0 um(**Peiffer ,. 2000**), sont très résistante aux condition défavorable telle que la chaleur thermorésistantes (résistant à 100 °C et donc à la pasteurisation),elles sont hautement hydrophobes adhèrent facilement aux équipement et sont difficiles a éliminer(**Dromigny., 2009**),

Les principaux caractéristiques biochimiques de *Bacillus cereus* sont

Sa résistance à la polymyxine, qui sélectionne les bactéries à Gram positif et de synthèse d'une lécithinase (phospholipaseC) très active par la plupart des souches..(**Lücking et al .,2013**).

B.cereus peut également réduire le nitrate en nitrite et métaboliser l'arabinose (Lindbäck et al., 2013) .La plupart des souches du groupe *B. cereus* sont hémolytiques et environ 50% peuvent hydrolyser l'amidon (Cadel Six et al.,2012)

I.5 Sporulation

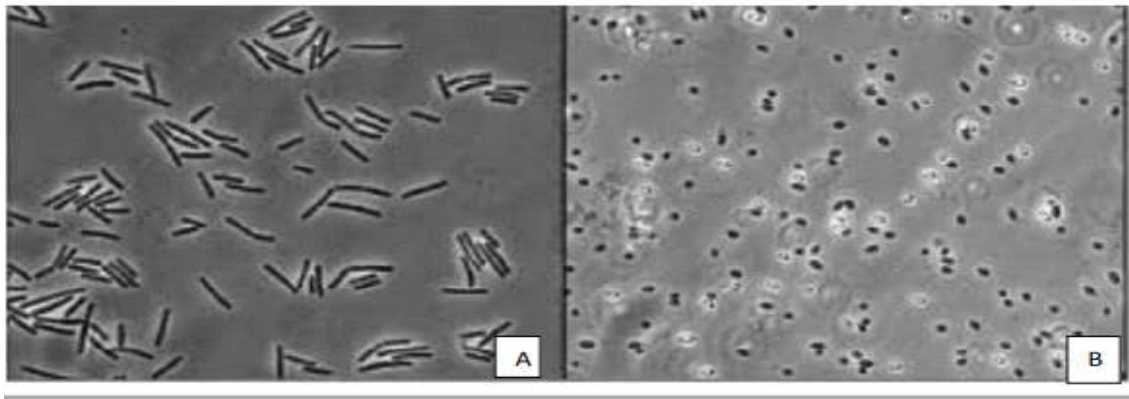
Pour résister au stress environnemental, une stratégie adaptative des cellules de bacille consiste à se transformer en spores, appelées endospores car elles sont produites au sein d'une cellule mère(Sonenshein.,2000). Sous forme de sporulation, la bactérie peut rester dormante sans nutriments pendant une période indéfinie, mais germeraet redeviendra une cellule végétative lorsque les conditions deviendront favorables (Yix,Setlow P.,2010)

Les spores de *B .cereus* ont une grande capacité à survivre dans des conditions telles qu'un pH extrêmes , un choc thermique élevé (comme 95 °C, pendant 2 min), ou sous des traitements antibiotiques(comme l'ampicilline, la céphalothine et l'oxacilline),et aux produits chimiques toxiques (setlow p.,2000) . En revanche leur forme végétative ne peut pas survivre .(luu et all.,2015)

I.6 Germination

La germination est définie comme la conversion d'une spore résistante en une forme sensible et métaboliquement active .la spore perd progressivement son imperméabilité, il y a donc entrée d'eau .les enzymes lytiques sont activées ; le cortex est dégradé ; le mucopeptide se fragmente . (Dromigny E.,2008)

Il a été démontré que la germination des spores de *Bacillus* est induite par des nutriments (spécifiques). Cette germination induite par les nutriments est médiée par l'interaction des nutriments et des récepteurs germinatifs situés dans la membrane interne. L'hypothèse de travail actuelle inclut l'activation ultérieure d'un transporteur/pore qui assure le transport du Ca-DPA hors de la spore avec un afflux concomitant d'eau (Setlow, 2003, Moir, 2006).



A: cellules végétatives, **B:** spores dormantes (corps réfringent) ou spores en germination (corps opaque) sous microscopie optique

Figure 01: Différentes formes de *Bacillus cereus* (Lindbäck et Granum, 2013)

I.7 La thermorésistance des spores *Bacillus cereus*

B. cereus est une bactérie pathogène, formant des spores. Ces spores sont capables de résister à une température de 95 °C (Anonymous, 2000). La résistance thermique des spores de *B. cereus* est extrêmement variable avec des valeurs de D (temps de réduction décimal) allant de 33,8–106 minutes à 85 °C et de 0,3 à 27 minutes à 100 °C respectivement (Mafart et al., 2005). À cause de leur thermorésistance relativement élevée, plusieurs souches sont capables de survivre et de croître après pasteurisation. (Martinez., 2006)

I.8. Facteurs physicochimiques influençant la croissance de *Bacillus cereus*

Les cellules de *B. cereus* cultivées dans des conditions aérobies sont moins résistantes à la chaleur et à l'acidité que les cellules cultivées en anaérobie ou en micro-aérobie (Mols et al. 2009)

1.8.1. Capacité de croissance de *Bacillus cereus* à différents pH

Le pH représente aussi un facteur important à prendre en compte car les produits alimentaires à base de fruits et de légumes sont susceptibles d'avoir des pH plus acides que l'optimum pour la croissance de *B. cereus*. Cependant *B. cereus* est également capable de croître dans une gamme de pH allant de 7,4 à 4,3 (Carlin et al., 2013).

1.8.2. Capacité de croissance de *Bacillus cereus* à différentes températures

La température de croissance optimale se situe généralement entre 25°C et 37°C. Cependant, certaines souches (psychotrophes) peuvent se développer à une basse température de 4 à 10°C, tandis que d'autres souches résistantes à la chaleur peuvent être cultivées à une température pouvant atteindre 55°C (Wijnands et al., 2006).

1.8.3 Capacité de croissance de *Bacillus Cereus* par rapport au Aw

L'activité de l'eau (activité water) est un facteur limitant du développement microbien dans aliments, Les *B.cereus* sont souvent développés en (0.983-0.962) et le minimum de croissance est entre (0.951-0.931). (Bottone, E.2010)

1.8.4 Capacité de croissance de *Bacillus cereus* en anaérobiose

B. cereus est une bactérie aéro-anaérobie facultative, ce qui signifie qu'elle est capable de se développer en absence d'oxygène. Plusieurs études ont montré la capacité de croissance en anaérobiose de diverses souches de *B. cereus*.

Par exemple, l'étude de (Sarrau et al., (2012) a permis d'observer la croissance d'une souche mésophile de *B. cereus* (ATCC 14579) en anaérobiose en milieu de laboratoire

Une autre étude a mis en avant la capacité de croissance de souches psychrotolérantes de *B. cereus* en anaérobiose mais dans de la purée de légume (Samapundo et al., 2011) ,

I.9. *Bacillus cereus* dans les aliments

B. cereus est retrouvé dans des aliments très variés et représente donc un problème pour l'industrie agro-alimentaire. Les produits céréaliers comme le riz (Lee et al., 1995; Melling et al., 1976; Mortimer and McCann, 1974) ainsi que les fruits et légumes (StenforsArnesen et al., 2008) sont mis en cause lors d'intoxications alimentaires dues à *B. cereus*. Concernant les aliments incriminés dans des TIAC, *B. cereus* est le plus souvent retrouvé dans des produits d'origine végétale contrairement à *Clostridium perfringens* qui lui est surtout retrouvé dans des produits carnés (EFSA, 2014)

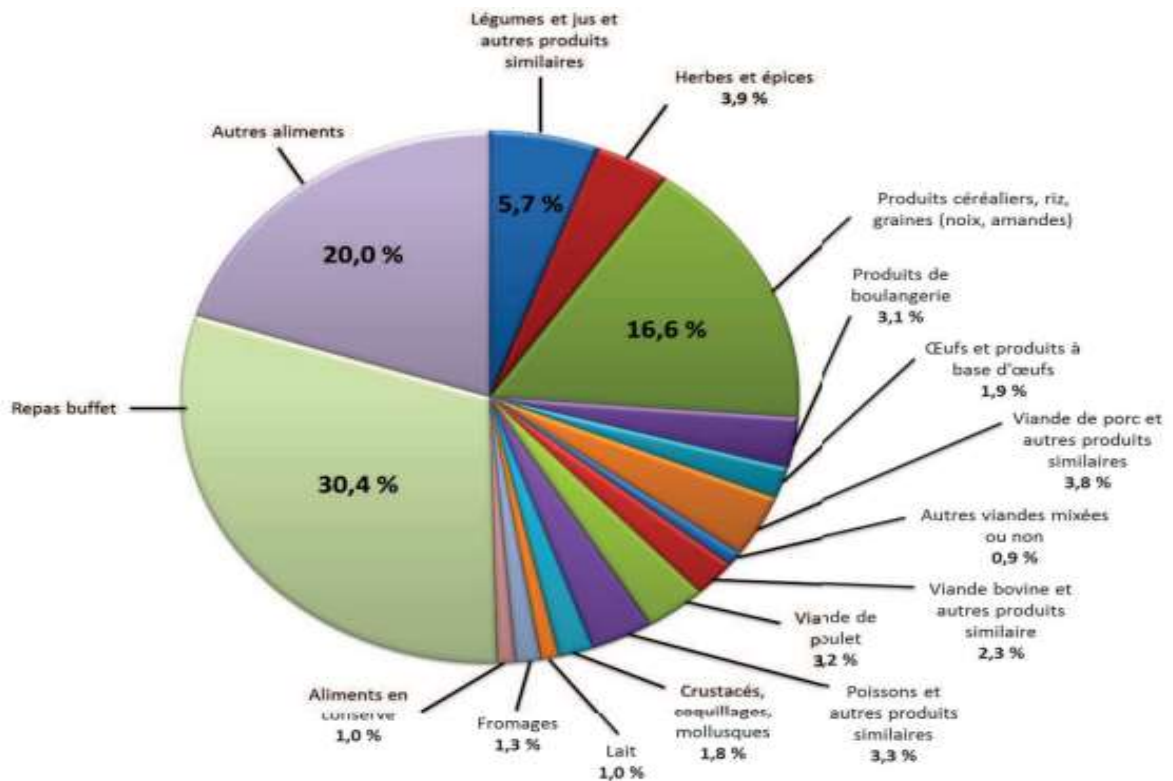


Figure 02 : Distribution des types de produits alimentaires qui furent impliqués dans des intoxications confirmées causées par *B. cereus* (EFSA, 2014)

I.10 Pathogénicité et Toxicité de *Bacillus Cereus*

Grâce à sa capacité d'adaptation et son pouvoir à sécréter des toxines, *Bacillus cereus* peut provoquer deux types d'infections soit gastro-intestinales ou non gastro-intestinales.

I.10.1 Infection gastro-intestinale

B. cereus peut être responsable de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) chez l'Homme en provoquant deux types de syndromes: le syndrome émétique et le syndrome diarrhéique. (Ramarao et al., 2020).

a .Syndrome émétique

Le syndrome émétique résulte d'une intoxication : une toxine synthétisée par *B. cereus* (le céréulide) est présente dans la nourriture et cause rapidement des nausées et des vomissements. (Ehling S et al., 2004, Guinebretiere et al., 2008) cette toxine est extrêmement stable et résiste à des hautes températures (121°C, 15 min) à une large

gamme de pH ainsi qu'aux enzymes protéolytiques du tractus gastro-intestinal (Ehling-S et al., 2004, Shinagawa et al., 1996).

Lorsque le céréulide est produite dans l'aliment par la bactérie, cette toxine peut persister même après la mort de la bactérie et causer un empoisonnement émétique au consommateur après ingestion de l'aliment contaminé. De nombreux cas ont été décrits dans le passé (Kim et al., 2010, Kamga .W et al., 2011)

b .Syndrome diarrhéique

Le syndrome diarrhéique est causé par des toxines synthétisées directement dans l'intestin par les bactéries végétatives.

Le syndrome diarrhéique est attribué à des entérotoxines: l'hémolysine BL (Hbl) complexe à trois composantes (Hbl B, Hbl L1 et Hbl L2), l'entérotoxine non hémolytique (Nhe) elle est aussi composée de trois sous-unités (NheA, NheB et Nhe C) et la cytotoxine K (CytK) .(Lund .Tetal.,2000).ces toxines produites et activées dans le tube digestif de l'hôte (Guinebretière MH et al.,2006)

Cette maladie est caractérisée par des symptômes diarrhéiques, accompagnés de douleurs abdominales, de nausées, parfois de fièvre, survenant généralement dans les 8 à 16 heures après consommation de l'aliment contaminé (Logan .,2006).

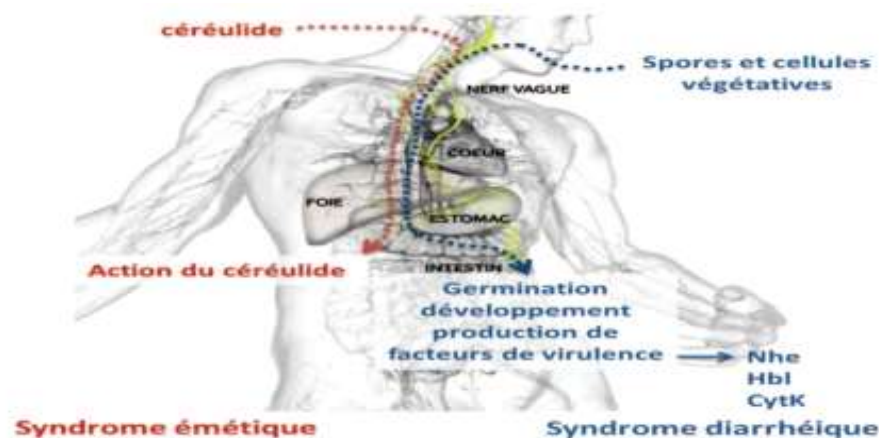


Figure 03 : Schéma représentant les deux types d'intoxication possibles par *B. cereus*(EFSA, 2014)

I.10.2 Infection non gastro-intestinale

se manifestent par une Infection systémique (infection de système respiratoire et de système nerveux centrale) ou une Infection locale (une infection postopératoire, abcès, brûlure, infection oculaire, arthrite). (Arnesen et al., 2008).

B. cereus est à l'origine d'endophtalmies ou de parodontites qui s'accompagnent de la dégradation de l'os supportant les dents (Helgason et al., 2000; Hemady et al., 1990).ainsi qu'elle peut provoquer d'autres infections systémiques ; des infections du cœur (endocardites,péricardites)(Drobniewski.,2013)

En outre, plusieurs cas d'infections fulminantes à *B. cereus*, similaires à la forme inhalée de la maladie du charbon et touchant des individus en bonne santé, ont été rapportés (Avashia et al., 2007;Hoffmaster et al., 2006).

I.11 Dose infectieuse

Dans les maladies diarrhéiques, la toxine responsable est produite par des organismes dans l'intestin grêle et la dose infectieuse est de 10^4 à 10^7 . La toxine émétique est préformée et in digérée dans les aliments (environ 10^3 - 10^5) afin de produire suffisamment de toxine.(Rodriguez-Diaz, M. 2016)

B. cereus présente dans les denrées alimentaires, telles que légumes, fruits, épices, mélange d'épices et herbes aromatiques, avec des seuils qui varient généralement de 10^3 à 10^4 ufc /g (JORADP n° 39/2017)

Partie 2 :
Etude
expérimentale

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

II.1 Recherche et dénombrement des spores de *Bacillus cereus*

II .1.1 Prélèvement des échantillons

12 échantillons d'épices ont été prélevés dans la ville de Laghouat .Les échantillons se présentent sous deux formes de conditionnement : sous emballage dans des sachets en plastique entre 50g / 80g ou en boîte en verre (figure 04) .



Figure 04: Les échantillons des épices

Tableau 02: Liste des épices prélevées .

Epices	Nom scientifique
Cumin كمون	<i>Cuminum .cyminum L</i>
Gingembre زنجبيل	<i>Zingiberofficinale Roscoe</i>
Poivre noire اسود	<i>Piper nigrum L.</i>
Paprika فلف احمر	<i>Capsicum spp</i>
Mélange راس الحانوت	/
Curcuma كركم	<i>Curcuma longa L.</i>
Cannelle قرفة	<i>Cinnamomumburmanii</i>
Carvi كروية	<i>Carumcarvi L.</i>
Safran زعفران	<i>Crocus sativus L</i>
Cubèbe كبابية	<i>Pipercubeba L</i>
Thyme زعتر	<i>Thymus vulgaris L.</i>
Coriandre قصبير	<i>Coriandrumsativum L.</i>

II.1.2.Préparation des échantillons et leurs dilutions

Dans une zone stérile, 10 g de chaque échantillon a été pesé puis mélangé avec 90 ml d'eau peptonée tamponnée. Le mélange a été ensuite homogénéisé.



Figure 05 : Les échantillons pesés dans des pots stériles

Ensuite, une série de dilutions décimales successives (10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5}) était réalisée dans des tubes contenant 9 ml de diluant stérile .

II.1.3 Ensemencement des boîtes du milieu Mossel

Le dénombrement de *Bacillus cereus* a été effectué selon la procédure décrite par la norme **ISO 7932 (2005)**. Un volume de 0,1 ml des dilutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} était étalé à la surface d'une boîte Pétri pour chaque dilution, puis les boîtes ont été incubés à 30 C° pendant 24 à 48h.

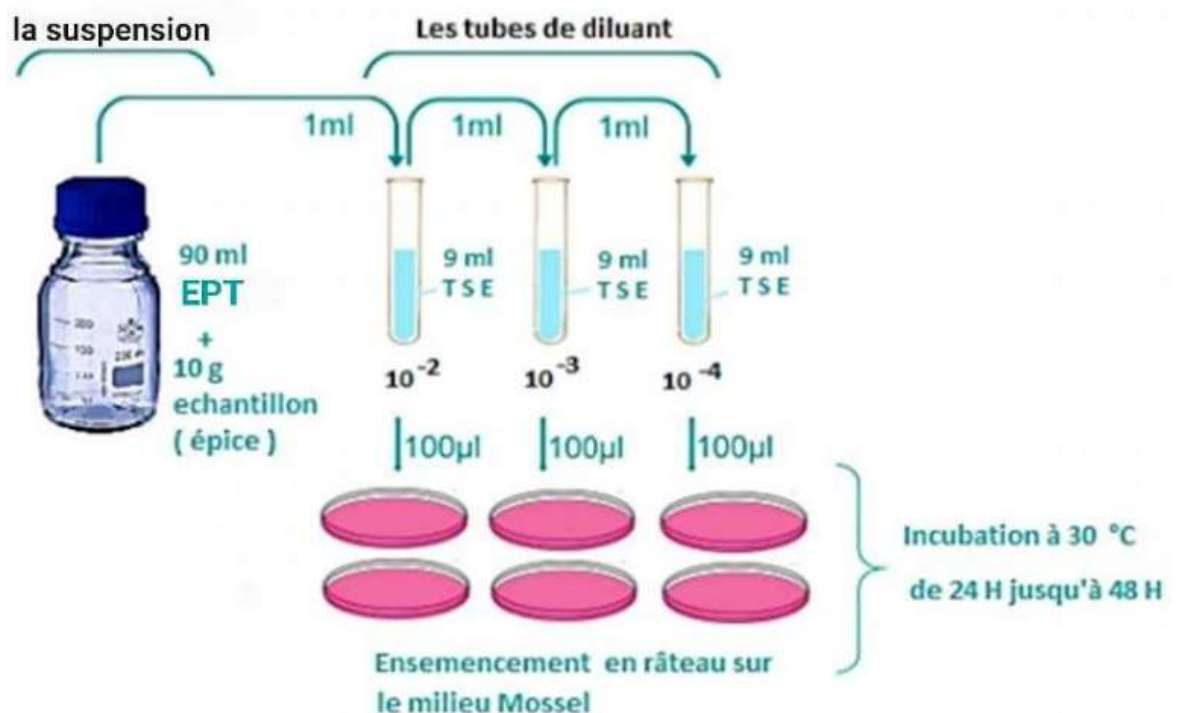


Figure 06: Réalisation des dilutions décimales et ensemencement du milieu Mossel complet

II.1.4. Dénombrement des colonies présumées *Bacillus cereus*

Le dénombrement de *Bacillus cereus* a été effectué selon la procédure décrite par la norme **ISO 7932 (2004)**. Le comptage des colonies présomptifs revivifiables à 30 °C sur la gélose Mossel complet (qui est assuré par la polymyxine B qui inhibe la croissance d'autres espèces et additionnée de jaune d'œuf).

Les colonies présumées *Bacillus cereus sensu lato* sont caractérisés par :

- Une couleur rose-rouge due à l'absence de la fermentation du mannitol (mannitol-)
- Entourées par un halo blanc au centre de la colonie due à la dégradation de lécithine de jaune d'œuf ((lécithinase +) .

Le nombre des colonies a été calculé à partir l'équation suivante de la norme AFNOR (1994) :

$$N = \frac{\sum C}{v(n_1 + 0,1n_2)d}$$

N : Nombre d'UFC /g

C : est le nombre des colonies comptées sur une boîte retenue des dilutions effectuées

V : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres

n1 : est le nombre des boîtes retenues à la première dilution

n2 : est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue

II.2 Etude de l'influence de certains facteurs physico-chimiques sur la croissance de *Bacillus cereus*

II.2.1 Revivification des souches conservées sous forme de stocks de spores

Dans une zone stérile ,nous avons dilué les souches des spores de *Bacillus cereus* par l'eau distillée qui ont été déjà préparées est stockées .isolats proviennent d'une étude antérieur et qu'elle étaient isolées a partir des épices avec une identification par galerie classique ces dernières sont conservées à 4°C.

Les souches revivifiées ont été purifiées par ensemencement d'une gélose nutritive puis les boîte sont incubées à 30°C pendent 24 h .

Tableau 03 : Les souches de *Bacillus cereus* utilisées pour l'étude des facteurs environnementaux .

Souche	L'épice d'origine	Conditionnement
SL1	Cumin	En vrac
SL4	Cannelle	En vrac
SL5	Mélange	En vrac
SE2	Cumin	Conditionné
SA2	Curcuma	Conditionné
SL8	Mélange	Conditionné
SE9	Fenugrec	En vrac
SE10	Mélange	Conditionné
SL20	Curcuma	En vrac
SL21	Carvi	En vrac
SE11	Poivre noir	Conditionné
SE12	Poivre noir	En vrac
SL23	Curcuma	En vrac
SE13	Gingembre	Conditionné
SE14	Cumin	En vrac
SL24	Poivre noir	En vrac
SH3	Gingembre	En vrac
SE16	Gingembre	En vrac
SL10	Thym	En vrac
SL11	Cannelle	En vrac
SE3	Paprika	En vrac
SL13	Cannelle	En vrac
SL17	Safran	Conditionné
SL18	Poivre noir	En vrac
SE8	Curcuma	En vrac
SE7	Curcuma	En vrac
SL25	Curcuma	En vrac

L'ensemble des expériences qui vont suivre ont pour but de connaître l'impact de chaque paramètre sur la croissance des isolats *Bacillus cereus*.

II.2.2 Etude de l'effet du pH

Le pH est un facteur qui influence considérablement la croissance bactérienne *B.cereus* est un groupe de bactéries capable de croître dans une gamme de pH allant de 7,4 à 4,3 (Merzougue et al .,2013)

a. Préparation de milieu de BHIB à différents pH

Des tubes contenant chacun 5ml du milieu BHIB (Bouillon cœur –cervelle) ont été préparés en ajustant le pH par utilisation des solutions standards de NaOH et HCl (**annexe 01**).Après stérilisation, les valeurs de pH ainsi obtenus sont(4/4,2/4,5/4,8/5,5/6/7,5/7,6/7,8/8)

b. Ensemencement des tubes à différents pH

A partir de chaque culture bactérienne , nous avons prélevé quelques colonies identiques à l'aide d'un anse de platine puis ensemencer les tubes stériles contenant 5ml du milieu BHIB .Après homogénéisation à l'aide d'un vortex , les tubes ensemencés ont été incubés à 30°C pendant 24 h , l'obtention d'un trouble visible à l'œil nu indique un résultat positif de croissance .



Figure 07: Ensemencement des tubes de BHIB de différents pH .

II.2.3 Etude de l'effet de la température

Pour chaque microorganisme, on définit une température optimale et maximale de croissance pour laquelle le développement (Clarke et all.,2013)

- **Ensemencement des tubes et incubation à différentes températures**

A partir des cultures bactériennes pures on prend des colonies bien isolées et identiques puis les inoculer dans des tubes qui contiennent 5 ml de BHIB stérile . l'incubation a été faite à différentes températures : 4°C . 22°C .35°C et 45°C .

La lecture se fait après 24 h et 48 h pour les températures : 22°C .35°C et 45°C . et 15 jours pour le 4°C , L'apparition d'un trouble visible à l'œil nu signifie une croissance de la souche étudiée .

II.2.4 Etude de l'effet l'activité de l'eau

L'activité de l'eau A_w indique la disponibilité d'eau « libre » d'une matrice alimentaire. Il ne s'agit donc pas de la teneur exacte en eau d'un aliment, mais seulement de l'eau susceptible d'intervenir dans des réactions chimiques, biochimiques ou microbiologiques. La valeur de l' A_w varie entre 0 et 1. (Chirife.,1996)

a.Préparation de milieu de BHIB à différents A_w

Des tubes contenant le milieu BHIB à différentes valeurs d' A_w ont été préparés par ajout d'une quantité précise de NaCl pour chaque activité d'eau (tableau 04).

Tableau 04:Préparation de milieu à différentes A_w , nous utilisons différentes quantités de NaCl. Selon (Chirife and Resnik (1984)

Activité de l'eau	Concentrations en NaCl
0.997	0.5g
0.991	2.1g
0.986	3.5g
0.902	19.6g
0.873	21g
0.827	29.4
0.774	35g

b . Ensemencement des tubes à différentes A_w

A l'aide d'une anse de platine nous avons prélevé quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques de la culture de chaque souche et les inoculer dans des tubes contenant 5 ml de BHIB stériles à différentes A_w . Après agitation, l'incubation des tubes se fait à 30°C pendant 24h

II.3 Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis certains antibiotiques

L'antibiogramme est un examen de laboratoire visant à déterminer la sensibilité d'une bactérie à différents antibiotiques. En effet, de nombreuses bactéries sont devenues,

avec le temps, résistantes aux antibiotiques. Il n'est donc pas toujours évident de trouver l'antibiotique qui sera efficace pour traiter une souche bactérienne donnée.

La sensibilité des souches aux antibiotiques a été évalué par la méthode de diffusion sur gélose Mueller-Hinton , c'est un milieu standardisé recommandé pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux antibiotiques (**annexe01**)

Le test de sensibilité vis-à-vis 6 différents antibiotiques a été mené sur 27 souches précédemment identifiées et stockées sous forme de suspensions sporales .

Tableau 05: Différents antibiotiques testés .

Antibiotique	Abréviation	Charge (µg)
TRIMETHOPRIME	Tmp	5µg
CIPROFLOXACINE	Cip	5/10µg
NORFLOXACINE	NoR	5µg
CLINDAMYCINE	DA	2µg
COMPOUND SULFONAMIDE	S3	3/300µg
STREPTOMYCINE	S10	10µg

II.3.1Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture bactérienne jeune de 18 à 24 h sur milieu d'isolement approprié GN ,On a raclé à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Puis décharger l'anse dans des tubes qui contiennent 5 ml d'eau physiologique stérile . Sa capacité doit être équivalente à 0,5 MF(Macfarland)

II.3.2 Ensemencement

Dans une zone stérile on a plongé un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne , puis ensemercer par écouvillonnage les boîtes de gélose Muller Hinton tout en tournant la boîte de 60° à chaque fois , jusqu'à l'ensemencement de la totalité de la surface



Figure 08: Ensemencement de la gélose MH par écouvillonnage

II.3.3 Application des disques

A l'aide d'une pince stérile, On dépose les disques d'antibiotiques à tester (**tableau 05**) sur le gélose MH précédemment inoculé de la souche à tester. (6 disques par boîte pétri). L'incubation des boîtes a été faite pendant 24 h à 30°C.

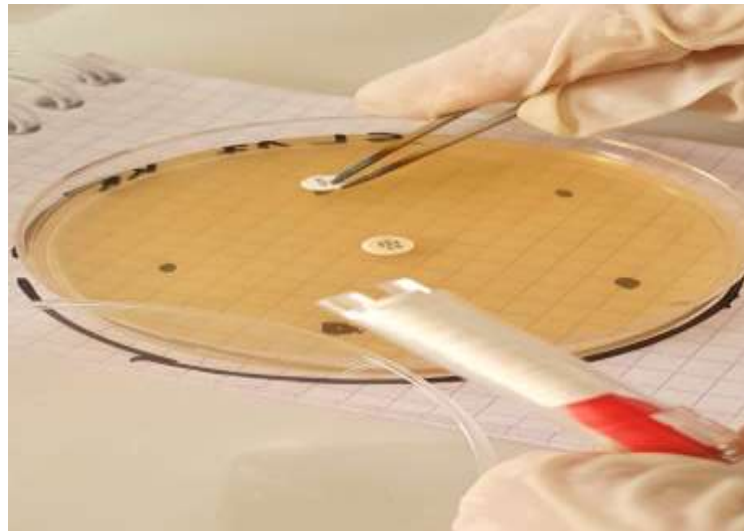


Figure 09: Application des disques d'antibiotique sur la gélose Muller Hinton précédemment inoculée

II.3.4 .Lecture de résultats

Après 24 heures d'incubation, On mesure les différents diamètres des zones d'inhibition autour de chaque disque d'antibiotique à l'aide d'une pied à coulisse ou une règle en (mm).

La classification des souches : sensible (S), Intermédiaire (I) et Résistant (R) a été faite selon les critères définis par la norme **CLSI**

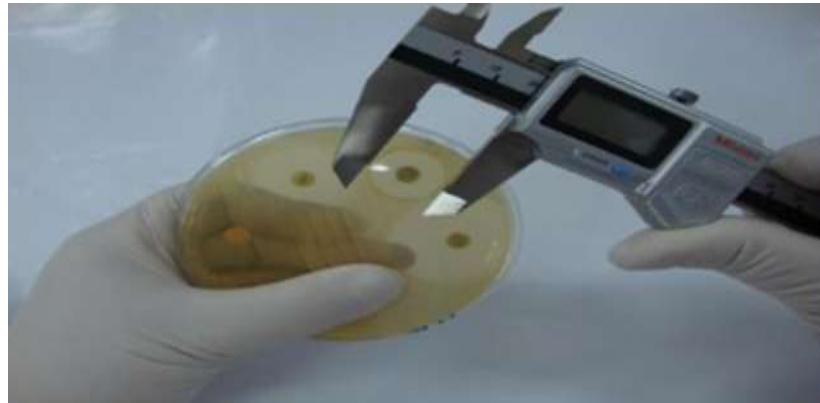


Figure 10 : Mesure des zones d'inhibitions autour de chaque disques d'antibiotiques .

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1. Résultats de dénombrement de *B. cereus* dans les épices

Après l'incubation des boîtes à 30°C pendant 24 h à 48 h, Les colonies présumées *Bacillus cereus* sont grandes, plates et crémeuse à centre opaque de plus, le virage de la couleur du milieu au jaune ou au rose ou noir est un caractère spécifique de *B. cereus*

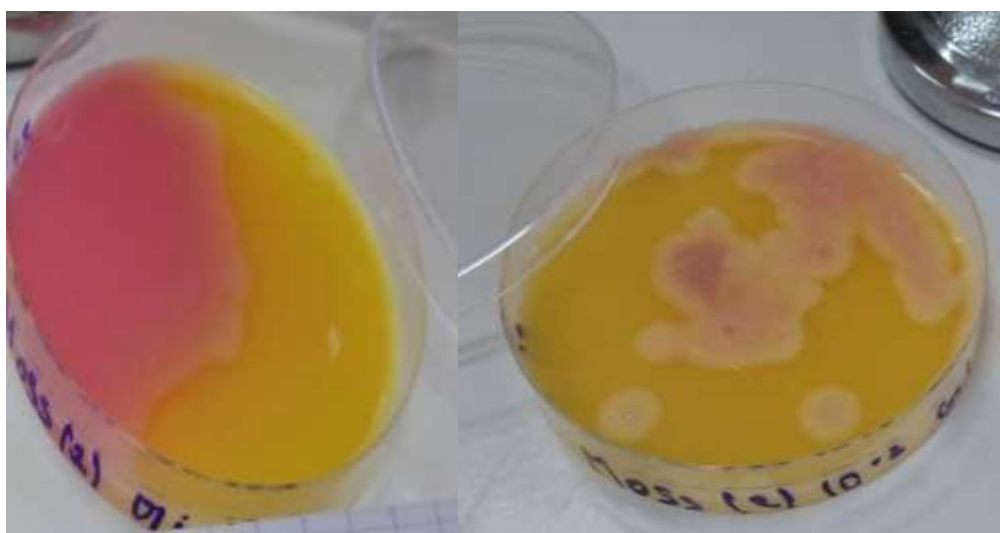


Figure 11 : Aspect macroscopique des colonies *Bacillus cereus* sur milieu Mossel complet.

Une collection de 12 épices a été analysée pour étudier les niveaux de contamination des spores du groupe *B.cereus*, Une contamination par des cellules de *B.cereus* était enregistrée pour les échantillons (Gingembre , Paprika) le taux de contamination atteint(16.66 %),et un résultat négatif pour le reste des échantillons (Cumin, Poivre noire, Mélange, Curcuma, Cannelle, Carvi, Safran, Cubèbe, Thym, et Coriandre) de l'ordre de 83,34%

L'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires fixe le niveau de contamination d'épices et d'herbes aromatiques séchées par les *Bacillus. cereus* à une valeur de 10^4 (ufc/g) .

les épices contaminées Gingembre , Paprika atteintes des valeurs de $3,1. 10^5$ ufc/g $2.9.10^5$ ufc/g respectivement, ces résultats dépassent le seuil de contamination fixés par la réglementation algérienne..

D'après (**Kneifel et Berger.,1993**),la composition chimique de l'épice joue un rôle dans son activité antimicrobienne. Ainsi les lieux de vente, les pays d'origine , la saison de

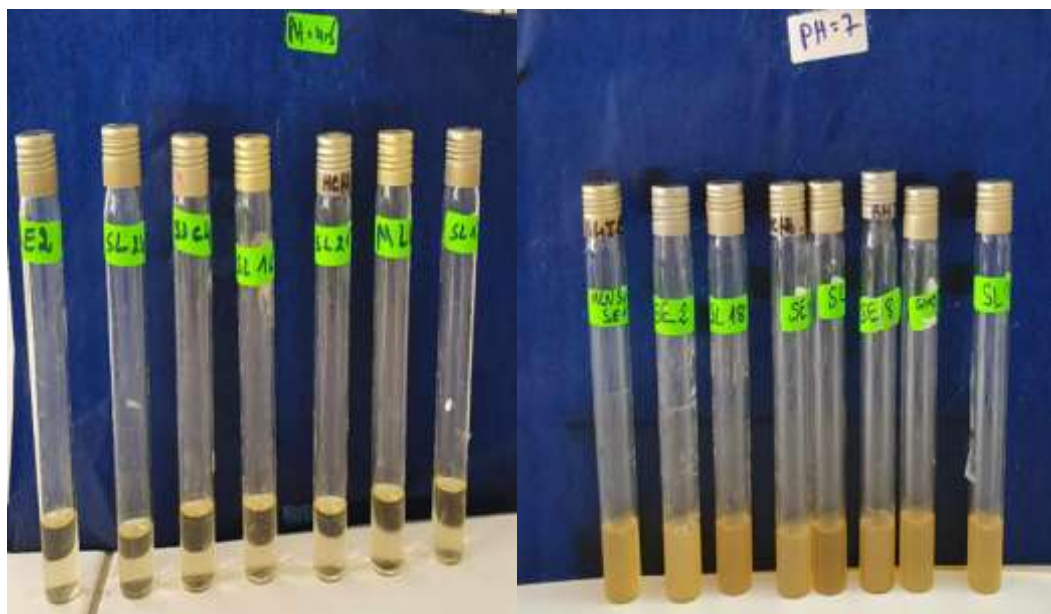
la récolte (une faible activité d'eau) et avec les techniques de traitement des épices en plus les conditions de transformation et de stockage de ces produits influencent la concentration de *B.cereus* d'un échantillon à l'autre.

Hendrik et al 2018 ont montré que les niveaux de contamination par *Bacillus cereus* les plus élevés ont été obtenus à partir de paprika, poivre, gingembre (les épices chaudes) atteints des valeurs $\geq 10^5$ ufc/g et résultats des épices douces et aromatiques mélange, Cumin, Curcuma étaient généralement faibles 10^3 ufc/g.

Dans une autre étude **Ahmed Ibrahim Jessim 2018**, Les échantillons d'épices ont continué à compter un nombre élevé de contamination du *Bacillus cereus*, gingembre en nombre élevé d'environ $4,4 \times 10^5$ UFC /g, en plus de l'échantillon d'épices (Kebab) $3,9 \times 10^5$ UFC/g. Ces chiffres sont élevés et inacceptables.

III.2. Résultats de l'étude de l'effet des facteurs physico-chimiques sur la croissance de *Bacillus cereus*

III.2.1 Résultats de l'Effet du pH sur la croissance des *B.cereus*



b : pH 4,5

a : pH 7

Figure 12: Résultats de l'étude de la croissance des souches *Bacillus cereus* à différentes pH.

Après l'incubation des tubes à 30°C pendant 24h. les tubes peuvent être différenciés en: (des tubes avec trouble "résultats positif" (figure de pH 7) qui se traduit

par la croissance des souches de *Bacillus cereus*) Et (des tubes sans trouble “résultat négatif“ (figure de pH4.5) ou il y’a pas de croissance des souches étudiées.

Tableau 06: Résultats de l’effet du pH sur la croissance des souches *Bacillus .cereus*

Souche/ pH	4	4.2	4.5	4.8	5.5	6	7	7.5	7.6	7.8	8
SL1	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
SL4	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL5	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SA2	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL8	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE9	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE10	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL20	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL21	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE11	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE12	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL23	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE13	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE14	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL24	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
SH3	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE16	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL10	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL11	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE3	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL13	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL17	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL18	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE8	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SE7	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
SL25	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

+ : Positif (trouble) - : Négatif (pas de turbidité)

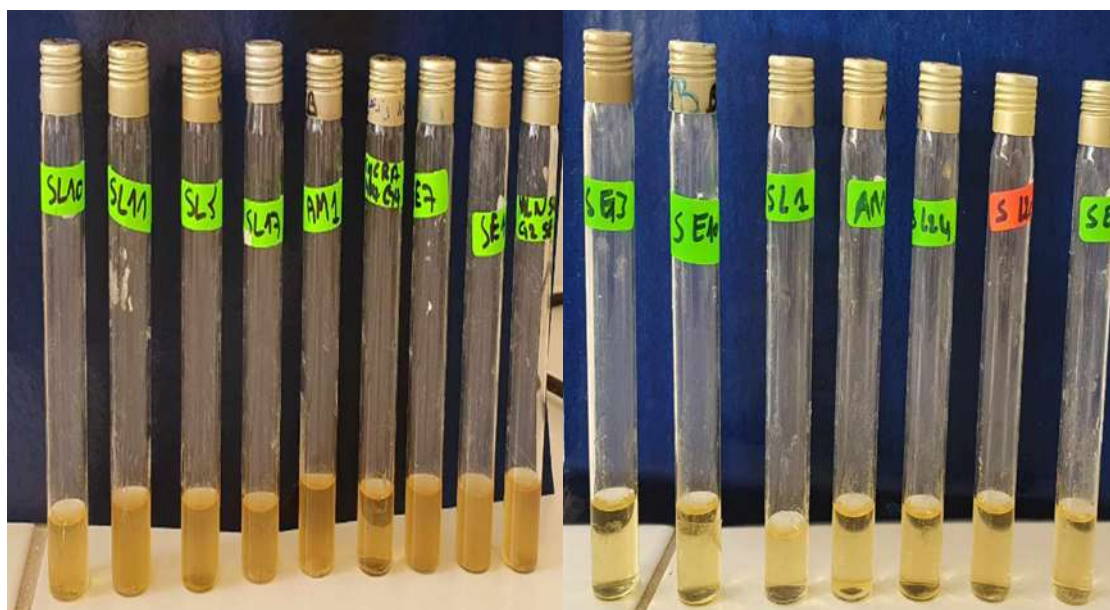
Les résultats obtenus montrent que les souches *B .cereus* se développent entre 4.8 et 8 par contre la diminution du pH qui peut atteindre 4 /4.2/4.5 est souvent responsable de l’arrêt total de la croissance .ces résultats ont en concordance avec les résultats de travaux de **Carlin et al., 2013** qui ont étudié les effets combinés de l’anaérobiose, des bas pH et des basses températures sur les capacités de croissance de *Bacillus* et seulement quelques souches peuvent croître à pH4,3

Samapundo et al., 2011 ont trouvé que la croissances de souches psychotrophes de *B. cereus* à des pH allant de 6,15 à 6,3 pH proches de 7,0.

La croissance des souches de *Bacillus cereus* est influencée par les conditions environnementales telle que pH et de concentration de chlorure de sodium .la croissance de *B. cereus* se déroule à un pH compris entre 4,7/ 5,2/ 5,8/ 6,2 (Sutherland et al ,2015)

III.2.2 Résultats de l'effet de la température

Après incubation des souches à 22°C .35°C et 45°C . et 15 jours pour le 7°C .



a : 22°C

b : 7°C

Figure 13: Résultats de l'étude de la croissance des souches *Bacillus cereus* à différentes température 22°C /7°C

Tableau 07:Résultats de l'effet du Température sur la croissance des souches *Bacillus cereus*

Souche/T°C	7	22	35	45
SL1	-	+	+	+
SL4	-	+	+	+
SL5	-	+	+	+
SE2	-	+	+	+
SA2	-	+	+	+
SL8	-	+	+	+
SE9	-	+	+	+
SE10	-	+	+	+
SL20	-	+	+	+
SL21	-	+	+	+
SE11	-	+	+	+
SE12	-	+	+	+
SL23	-	+	+	+
SE13	-	+	+	+
SE14	-	+	+	+
SL24	-	+	+	+
SH3	-	+	+	+
SE16	-	+	+	+
SL10	-	+	+	+
SL11	-	+	+	+
SE3	-	+	+	+
SL13	-	+	+	+
SL17	-	+	+	+
SL18	-	+	+	+
SE8	-	+	+	+
SE7.	-	+	+	+
SL25	-	+	+	+

Après incubation des souches à 22°C ,35°C et 45°C ,7°C . On observe une croissance des souches à (22.35.45°C) .Tandis que à 7°C les souches de *B. cereus* à inhiber la croissance dans le milieu BHIB (absence de trouble)selon (**figure 13**).

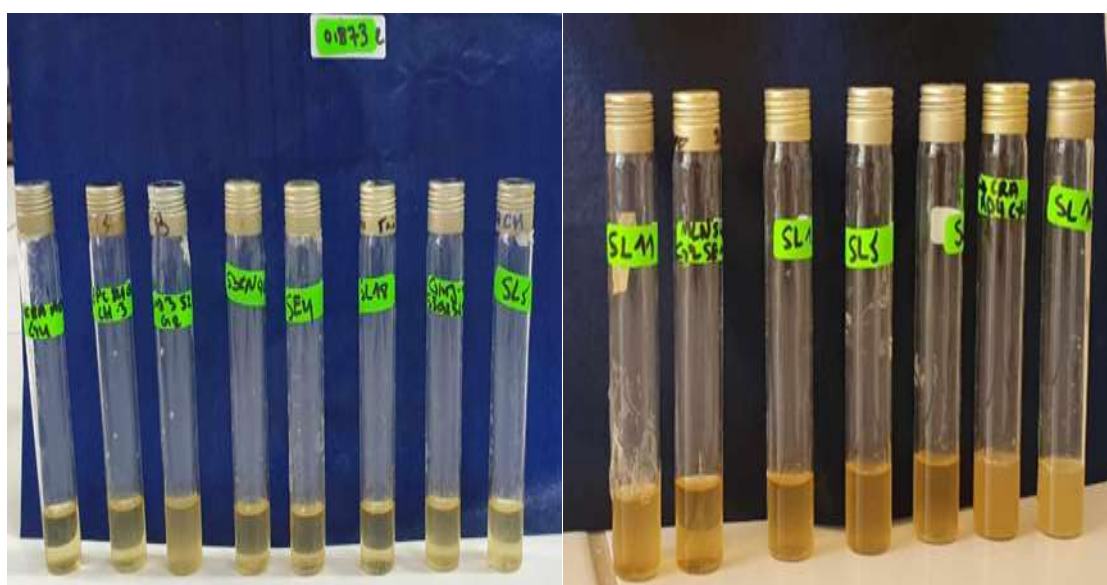
Selon **Carlin et al., (2013)**, *B. cereus* du groupe IV se développe à des températures comprises entre 8 °C et 48 °C .

La croissance de souches couvrant les sept principaux groupes phylogénétiques de *Bacillus cereus* sensu lato (tels que définis par (**Guinebretiere et al., 2008**) à une température (7°C–55°C) de pH (4,6 –7, 5).

D'après **Donna Wells 2012** , la température de croissance de *Bacillus cereus* se situe entre (5 à 42°C) . Tandis que les résultats de (**Bottone E., 2010**), montrent que la température de croissance de *B. cereus* est comprise entre 30 et 40 °C bien que certaines souches peuvent pousser à 55 °C .

III.2.3 Résultats de l'effet d'activité de l'eau

Après l'incubation des tubes à 35°C pendant 24h .



a : 0.873

b : 0.991

Figure 14: Résultats de l'étude de la croissance des souches *Bacillus cereus* à différentes Aw 0.873/0.991

Tableau 08: Résultats de l'effet de Aw sur la croissance des souches *Bacillus**cereus* .

Souche /Aw	0.997	0.991	0.986	0.902	0.873	0.827	0.774
SL1	+	+	+	-	-	-	-
SL4	+	+	+	-	-	-	-
SL5	+	+	+	-	-	-	-
SE2	+	+	+	-	-	-	-
SA2	+	+	+	-	-	-	-
SL8	+	+	+	-	-	-	-
SE9	+	+	+	-	-	-	-
SE10	+	+	+	-	-	-	-
SL20	+	+	+	-	-	-	-
SL21	+	+	+	-	-	-	-
SE11	+	+	+	-	-	-	-
SE12	+	+	+	-	-	-	-
SL23	+	+	+	-	-	-	-
SE13	+	+	+	-	-	-	-
SE14	+	+	+	-	-	-	-
SL24	+	+	+	-	-	-	-
SH3	+	+	+	-	-	-	-
SE16	+	+	+	-	-	-	-
SL10	+	+	+	-	-	-	-
SL11	+	+	+	-	-	-	-
SE3	+	+	+	-	-	-	-
SL13	+	+	+	-	-	-	-
SL17	+	+	+	-	-	-	-
SL18	+	+	+	-	-	-	-
SE8	+	+	+	-	-	-	-
SE7	+	+	+	-	-	-	-
SL25	+	+	+	-	-	-	-

les souches testées ont pu pousser à une Aw qui varie entre(0.997/0.986) et la diminution de Aw(0.902 /0,774) est responsable de l'arrêt total de la croissance des souches.

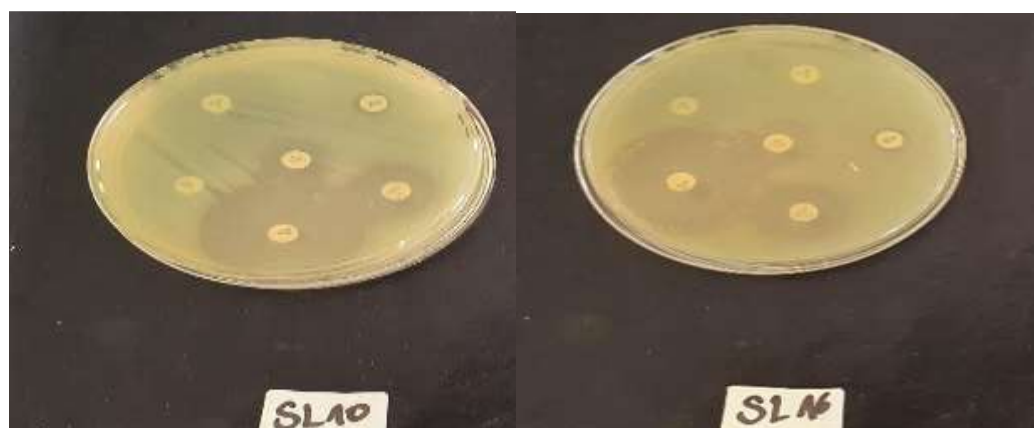
Selon(Kramer et Gilbert 1989), la limite supérieure pour la croissance de *Bacillus cereus* était de pH 4,90 et Aw minimale à 0,912 .

Alors que Les résultats obtenus par (Kumari et al., 2014) confirment que les facteurs physico-chimiques permettant la croissance de spores de *B. Cereus* à pH de 5,5 à 6,0. et activité de l'eau de 0,98 à 0,99 .

B. Cereus peut se développer dans des conditions très variables. à une large gamme de pH entre 4,5 et 9,5, et à une activité de l'eau minimale pour la croissance 0,993.(**Bottonne.,E 2010**).

Même les résultats de (**Montone., A.M.I.2020**), mentionnent que la croissance de cette pathogène se déroule à une gamme varie entre (pH 5,8 – 6,8, Aw 0,94–0,99)

III.3 Résultats de l'étude la sensibilité des souches étudiés vis- à vis certains antibiotiques



a : souche SL 10

b : souche SL 16

Figure 15 : Résultats d'antibiogramme des souches *Bacillus cereus*

Les résultats obtenus indiquent que les souches ne montrent pas une zone d'inhibition autour de la Tremethoprime et Clindamycine qui confirment sa résistance par rapport ces ATB . Et sont résistent aussi contre Streptomycine (avec une zone d'inhibition comprise entre 5-7 mm)et Coumpound Sulfhonamide (une zone d'inhibition comprise entre 10-18 mm).

Tandis que pour Ciprofloxacine et Norfloxacine , les souches étaient très sensible (une zone d'inhibition comprise entre 24-46 mm pour Ciprofloxacine)et (une zone d'inhibition comprise entre 12-24 mm pour Norfloxacine).

Les résultats de l'étude de la sensibilité de 27 souches vis à vis 6 antibiotiques de différentes familles représentés dans le tableau ci-dessous .

Tableau 09: Résultat de l'antibiogramme .

Souche	Tmp5	Cip5	NoR5	DA2	S3/300	S10
SL1	R	S	S	R	R	R
SL4	R	S	S	R	R	R
SL5	R	S	S	R	R	R
SE2	R	S	S	R	R	R
SA2	R	S	S	R	R	R
SL8	R	S	I	R	R	R
SE9	R	S	I	R	R	R
SE10	R	S	S	R	R	R
SL20	R	S	I	R	R	R
SL21	R	S	S	R	R	R
SE11	R	S	R	R	R	R
SE12	R	S	S	R	R	R
SL23	R	S	I	R	R	R
SE13	R	S	R	R	R	R
SE14	R	S	S	R	R	R
SL24	R	S	S	R	R	R
SH3	R	S	R	R	R	R
SE16	R	S	I	R	R	R
SL10	R	S	S	R	R	R
SL11	R	S	S	R	R	R
SE3	R	S	I	R	R	R
SL13	R	S	I	R	R	R
SL17	R	S	I	R	R	R
SL18	R	S	S	R	R	R
SE8	R	S	S	R	R	R
SE7.	R	S	S	R	R	R
SL25	R	S	S	R	R	R

Nous avons examiné toutes les souches de *B. cereus* récupérés dans cette étude pour leur sensibilité aux antibiotiques. Tous les souches étaient résistants à (Tremethoprime ,Clindamycine , Streptomycine , Coumpound Sulfhonamide) Bien que sensible à (Ciprofloxacine et Nofloxacine) seulement quelques souches qui montrent une résistance et une intermédiation .

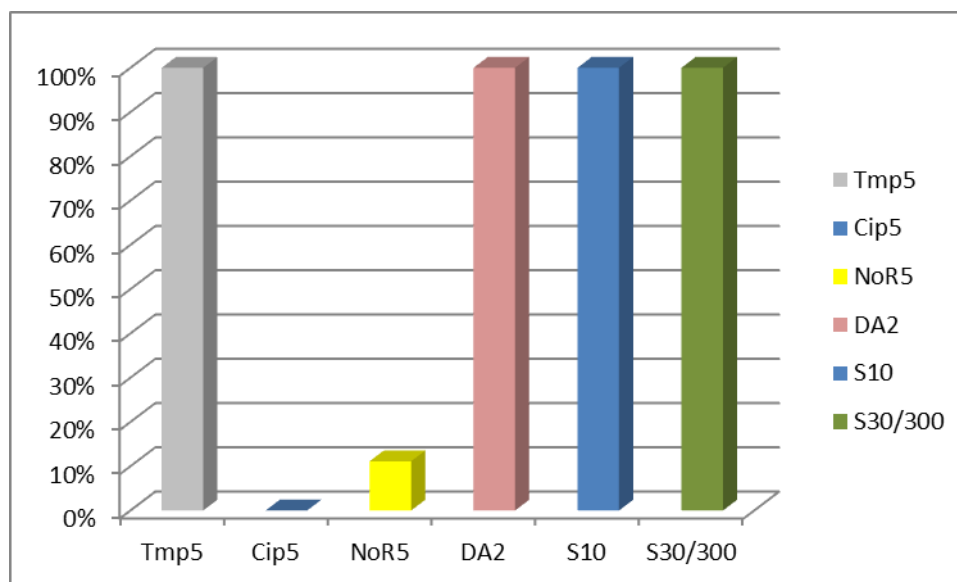


Figure16 :Profil de l'antibiogramme des souches de *Bacillus cereus* .

Selon (Shawish et Tarabees.,2017). Les souches isolées de *B. cereus* étaient résistantes à la pénicilline G et sensibles à l'oxacilline, à la clindamycine, à la vancomycine, à l'érythromycine, à la gentamicine, à la ciprofloxacine et à la ceftriaxone.

L'étude de (Navaneethan et Effarizah.,2021) montrent que Le pourcentage de *Bacillus cereus* présentant une résistance à l'ampicilline, à la pénicilline et au triméthoprime se situait entre 79,4 et 94,1%. Un pourcentage élevé a été observé pour la sensibilité aux antibiotiques tels que la ciprofloxacine (94,1%), le chloramphénicol (94,1%), la gentamicine (88,2%), la kanamycine (82,4%), la vancomycine (82,4%) et la tétracycline (73,5%).

Les résultats des tests de sensibilité aux antibiotiques (AST) de (Ghazali et all.,2022) ont montré un profil de multirésistance, tous les souches étant entièrement résistants (100%) à l'amoxicilline/ acide clavulanique, à la céfoxitine, à l'oxacilline et au sulfaméthaxazole/ triméthoprime. 59/78 (75,6%) isolats étaient résistants au chloramphénicol, à la ciprofloxacine, à la clindamycine et à la streptomycine. 39/78 (50%)

et 19/78 (24,3%) des isolats ont développé une résistance à la vancomycine et à la néomycine respectivement.

Le profil d'antibiogramme des isolats de *B. cereus* a montré une sensibilité à la gentamicine, à la ciprofloxacine, au chloramphénicol, à la streptomycine et une résistance à la pénicilline-G et à la céphalexine. (Umar et all.,2018) .

Nos résultats soutiennent l'image globale des profils de sensibilité de *Bacillus .cereus* aux antibiotiques .à partir ces études nous confirment la résistance à la pénicilline G (CoumpoundSulfhonamide)et la sensibilité à la ciprofloxacine .

Conclusion

Conclusion

Bacillus cereus est une bactérie pathogène sporulée capable de se développer dans des différentes conditions comme le froid, l'absence d'oxygène, des bas pH ainsi que des matrices alimentaires diverses. Elle est l'une des principales causes des Toxi. Infections Alimentaire Collective (TIAC).

L'objectif de cette étude était d'étudier l'effet de certains facteurs physico-chimiques sur la croissance de *B. cereus* et de tester sa sensibilité aux différents antibiotiques.

Les résultats montrent que seulement deux échantillons (Gingembre, Paprika) ont été contaminés par *B. cereus*, avec des valeurs de ($3,1 \cdot 10^5$ ufc/g - $2,9 \cdot 10^5$ ufc/g), et des résultats négatifs pour le reste des échantillons (Cumin, Poivre noir, Mélange, Curcuma, Cannelle, Carvi, Safran, Cubèbe, Thym, et Coriandre).

L'étude de l'influence des facteurs physico-chimiques sur la croissance *B. cereus* a été basée sur (pH, température, Aw). Les souches étudiées ont été capables de croître dans une gamme de pH allant de 4,8 à 8 et une température de croissance qui varie entre 22°C, 45°C alors que la capacité de développer a une l'activité d'eau entre 0,986, 0,997.

Concernant l'étude de la sensibilité vis-à-vis certains antibiotiques, la majorité des souches sont résistantes vis-à-vis les antibiotiques testés à l'exception du Ciprofloxacine et Nofloxacine vis-à-vis lesquels les souches montrent une sensibilité avec un pourcentage de 11,11 % et 59 %.

Dans cette étude, les résultats obtenus ne constituent qu'une partie des recherches sur l'impact des facteurs physico-chimiques sur la croissance *B. cereus*, il serait aussi intéressant d'orienter les études vers la réalisation des études approfondies et complémentaires qui peuvent toucher :

- Evaluer et d'estimer le risque de contamination sur l'être humain
- Élargir la zone d'études et le nombre des échantillons analysés
- Étudier d'autres facteurs environnementaux tels que : CO₂, besoins nutritifs, anaérobiose
- Étudier la résistance et la sensibilité vis-à-vis d'autres antibiotiques

Références bibliographique

Références bibliographique

1. **Anonymous, 2000.** Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies. Overarching Principles Arnesen L.P.S., Fagerlund A. Granum P.E. (2008). From soil to gut : Bacillus cereus and its food poisoning toxins. FEMS
2. **Bottone, E.** Bacillus cereus, a volatile human pathogen. Clin. Microbiol. Rev. 2010, 23, 382–398.
3. **Cadel Six, S., De Buyser, M.-L., Vignaud, M.L., Dao, T.T., Messio, S., Pairaud, S., Hennekinne, J.-A., Pihier, N., Brisabois, A.** (2012). Toxi-infections alimentaires collectives à Bacillus cereus: bilan de la caractérisation des souches de 2006 à 2010. Bull Epidemiol Hebd 45–49.
4. **Carlin, F., Fricker, M., Pielaat, A., Heisterkamp, S., Shaheen, R., Salkinoja Salonen, M., Svensson, B., Nguyen-the, C and Ehling-Schulz, M.** (2006). Emetic toxin-producing strains of Bacillus cereus show distinct characteristics within the Bacillus cereus group. Int. J. Food Microbiol. V109, P132-138.
5. **Chirife, J., and Resnik, S. L. 1984.** Saturated solutions of sodium chloride as referencesources of water activity at various temperatures. Journal of Food Science. 49:1486-1488
6. **David J. Schaeffer 2020** .Evaluation de l'effet du pH sur la croissance du Bacillus cereus in Foodborne Bacterial Pathogens- 35,54–58
7. **Dromigny, E .(2008).** Bacillus cereus . Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris.45.p32
8. **ISO 7932:2004.** Microbiology of food and animal feeding stuffs—Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus—Colony-count technique at 30 degrees C.; ISO: Geneva, Switzerland, 2004
9. **Jessim Ahmed Ibrahim*, Fakhry Saad Sabah, Alwash Samarah Jafar 2018 ;** Detection and Determination of Bacillus cereus in Cooked Rice and Some Types of Spices with Ribosomal 16SrRNA gene Selected from Iraqi Public Restaurants
10. **Kneifel W., Berger E.1993.** Microbiological criteria of random samples of spices and herbs retailed on the austrian market .J food protect ,57 :893/901
11. **Kramer, J.M. and Gilbert, R.J. (1989)** Bacillus cereus and other Bacillus species. In: Doyle, M.P., Ed., Foodborne Bacterial Pathogens, Marcel Dekker, Inc., New York, 21-50

12. **Cadel Six, S., De Buyser, M.-L., Vignaud, M.L., Dao, T.T., Messio, S., Pairaud, S., Hennekinne, J.-A., Pihier, N.,** Brisabois, A., 2012. Toxi-infections alimentaires collectives à *Bacillus cereus*: bilan de la caractérisation des souches de 2006 à 2010. *Bull EpidemiolHebd* 45–49.
13. **Kumari et al., 2014; Singh et al., 2015; Yusuf et al., 2018** Effet de croissance du pH, de l'activité de l'eau et les profils d'oxygène et la caractérisation rhéologique, de *Bacillus cereus* 22.45
14. **Lindbäck, T., and Granum, P. E. (2013).** *Bacillus cereus*. In *Guide to Foodborne Pathogens*. LABBÉ, R.G., and GARCÍA, S. Wiley-Blackwell, 484 pp
15. **Logan, N. A., & Rodrigez-Diaz, M. (2006).** *Bacillus* spp. and Related Genera. In S. H. Gillespie, & P. M. Hawkey (Eds.), *Principles and Practice of Clinical Bacteriology* (2nd ed., pp. 139-158). West Sussex, England, UK: John Wiley and Sons Ltd.
16. **Lücking G, Stoeckel M, Atamer Z, Hinrichs J, Ehling-Schulz M (2013)** ,Characterization of aerobic spore-forming bacteria associated with industrial dairy processing environments and product spoilage. *Int J Food Microbiol* 166(2):270–27
17. **M.H. Guinebretiere, F.L. Thompson, A. Sorokin, P. Normand, P. Dawyndt, M. Ehling-Schulz, B. Svensson, V. Sanchis, C. Nguyen-the, M. Heyndrickx, P. De Vos** Ecological diversification in the *Bacillus cereus* group
18. **Márta Antal 2021** , Antibiotic resistance pattern of the allochthonous bacteria isolated from commercially available spices pp 45-12
19. **Priest F. G. 1981;** DNA homology in the genus *Bacillus*. In *The Aerobic Endospore-forming Bacteria: Classification and Identification* pp. 33–57 * Dromigny., É.(2009). *Bacillus anthracis*, Lavoisier
20. **Samapundo S., Heyndrickx M., Xhaferi R., de Baenst I., Devlieghere F.** The combined effect of pasteurization intensity, water activity, pH and incubation temperature on the survival and outgrowth of spores of *Bacillus cereus* and *Bacillus pumilus* in artificial media and food products. *International Journal of Food Microbiology*. 2014;181:10–18
21. **Vignola C.L., Michel J.C., Paquin P., Moineau M., Pouliot M. et Simpson R. (2002).** *Science et technologie du lait : transformation du lait. Techniques et documentation* Lavoisier. 600p

22. **Yi X, Setlow P., 2010 ; Yi X, Setlow P.** Studies of the commitment step in the Germination of spore of Bacillus species .J.Bacteriol .2010 ;192 :3424-3433.doi :10.1128/JB.00326-10
23. **Guinebretière MH, Fagerlund A, Granum PE, Nguyen-The C.** Rapid discrimination of cytK-1 and cytK-2 genes in Bacillus cereus strains by a novel duplex PCR system. FEMS Microbiol Lett. 2006;259:74-80. Disponible à: <http://aem.asm.org/cgi/reprint/71/1/105>
24. **Mols, M., Pier, I., Zwietering, M.H., and Abee, T. (2009)** The impact of oxygen availability on stress survival and radical formation of Bacillus cereus. Int J Food Microbiol 135: 303– 311.
25. **Montone, A.M.I.; Capuano, F.; Mancusi, A.; Di Maro, O.; Peruzzy, M.F.; Proroga, Y.T.R.; Cristiano, D.** Exposure to Bacillus cereus in water buffalo mozzarella cheese. Foods 2020, 9, 1899
26. **Afssa (2019).** de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande d'avis complémentaire concernant les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés.1297–1305. doi:10.1128/jb.01455-13
27. **Avashia, S.B., Riggins, W.S., Lindley, C., Hoffmaster, A., Drumgoole, R., Nekomoto, T., Jackson, P.J., Hill, K.K., Williams, K.,**Bacillus cereus (ATCC 7004) after mild heat treatment.International Journal of Food Microbiology.
28. **Chirife, J., del Pilar Buera, M., & Labuza, T. P. (1996).** Water activity, water glass dynamics, and the control of microbiological des conditions physico-chimiques (Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro).
29. **Drobniewski, F., 2013.** Bacillus cereus and related species. Clin. Microbiol. Rev. 6, 324–338.
30. **Dumas C. (2007).** Catalyse électro-microbienne dans les piles à combustible. Thèse de Doctorat. Institut National polytechnique deet all.,2000
31. **Guerin, A. (2016).** Comportement de la bactérie pathogène Bacillus cereus dans des aliments prêts à l'emploi-ImpactHebd 45–49.
32. **Hemady, R., Zaltas, M., Paton, B., Foster, C., Baker, A., 1990.** Bacillus-induced endophthalmitis: new series of 10 cases Rev. 6.453-454

33. **Logan, N. A., & Rodrigez-Diaz, M. (2006).** Bacillus spp. and Related Genera. In S. H. Gillespie, & P. M. Hawkey (Eds.), Principles Microbiol. 2000;38:254-61.
34. **Lund T, De Buyser ML, Granum PE.** A new cytotoxin from Bacillus cereus that may cause necrotic enteritis. Mol Microbiol. 2000;38:254–61
35. **Setlow, P. (2014).** Germination of Spores of Bacillus Species: What We Know and Do Not Know. Journal of Bacteriology, 196(7),
36. **Shinagawa, K. (1990).** Analytical methods for Bacillus cereus and other Bacillus species. International Journal of Foodthe literature. Br. J. Ophtalmol. 74, 26–29.
37. **Ramarao, N. (2012).** Bacillus cereus : caractéristiques et pathogénie. EMC - Biologie Médicale, 7(4), 1–10.
38. **Pathogenic factors. Sensors, 20(9), 2667.** Pneumonias: Strains Are Closely Related to Bacillus anthracis and Harbor B. anthracis Virulence Genes. J. Clin. Microbiol. 44,press, London. p. 1-45.
39. **Mafart, P., Gaillard, S., Leguériel, I., Savy, N., 2005.** Quantifying the combined effects of the heating time, the temperature and the the effects of heating temperature, and combined effects of heating medium 3 pH and recovery medium pH on the heat resistance of Salmonella typhimurium pp.88-95
40. **Martinez, S., -Borrajo, R., Franco, I., Carballo, J., 2006.** Effect of environmental parameters on growth Kinitics of f Bacillus cereus (ATCC 7004) after mild heat treatment P. 223-227
41. **Mossel, D.A.A. 1983.** Essentials and perspectives of the microbial ecology of foods. In Food Microbiology **Mossel, D.A.A. 1983.** Essentials and perspectives of the microbial ecology of foods. In Food Microbiology: safety assurance in the dairy industry in the Netherlands. Milk Dairy J 37, 240–5.
42. **Mossel, D.A.A., Ingram, M. 1955.** The physiology of the microbial spoilage of foods. J. Appl. Bacteriol. 18, issue 2, 1 July 1955, Pages 232–268
43. **Ramarao, N., Tran, S. L., Marin, M., & Vidic, J. (2020).** Advanced methods for detection of Bacillus cereus and its Pathogenic FactorsSensors 2020, 20, 2667. <https://doi.org/10.3390/s20092667>.

Annexes

Annexe 01 : Milieux de culture et diluants**1. Milieu Mossel****Mossel de base**

Extrait de viande.....	1 g	
Peptone.....	10 g	
Sodium chloride	10 g	pH du milieu : 7,2/0.2
D-mannitol	10 g	
Rouge de phénole	0.025g	
Agar-agar	13.5 g	
Eau distillé	1000ml	

Mossel complet

Milieu Mossel de base	90ml
Solution de polymixine B	1ml
Émulsion de jaune d'œuf	10ml

Emulsion de jaune d'œuf :

- Utilisation des œufs de poule fraîches avec leur coquille intacte
- Lavage des œufs avec un détergent liquide, rinçage sous l'eau courante puis plonger dans 95% (en volume) d'éthanol pendant 30 seconds
- Flamber l'œuf entre deux becs bunsen
- En utilisant des procédures aseptiques, Casser chaque œuf et séparer le jaune du blanc en transférant à plusieurs reprises le jaune d'une moitié de la coquille d'œuf à l'autre.
- Récupérer le jaune d'œuf dans un bécher et ajouter quatre parties par volume d'eau distillée stérile pour obtenir une émulsion.
- Ajouter 1 ml de solution polymixine

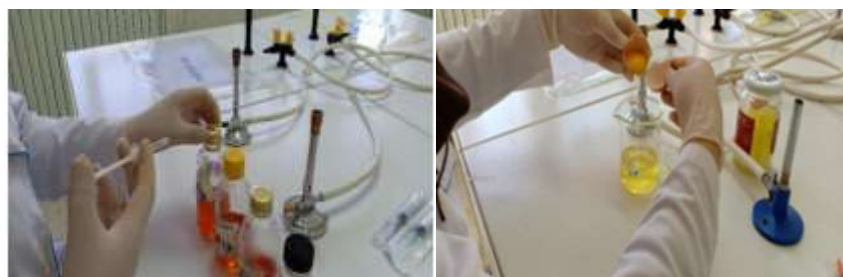


Planche 01 : Préparation des milieux de culture MYP

2.BHIB (Bouillon cœur –cervelle)

Extrait cœur –cervelle.....	17.5g
Peptone pancréatique de gélatine	10g
Chlorure de sodium.....	5.0g PH : 7,2 ± 0,2
Phosphate di sodique	2.5g
Glucose	2.0g
Eau distillé	1000ml



Planche 02 : Ajustement pH d'un milieu BHIB

3.Gélose nutritive

Extrait de viande.....	15g
Extrait de levure.....	2g
Peptone.....	10g
Chlorure de sodium.....	5g pH : 6,8/7,4.
Agar.....	1.5g
Eau distillé.....	1000ml

4. Géluse Mueller-Hinton (MH)

Hydrolysate acide de caséine (peptone).....	17,5 g
Extrait de viande.....	2,0 g
Amidon.....	1,5 g
Calcium.....	20 à 25 mg
Magnésium.....	10 à 12,5 mg
Agar	15,0 g
Eau distillé.....	1000ml

- Les ajustements de pH ont été réalisés par des solutions standards du NaOH ou (HCl) avant autoclavage

Annexe 02 : L'arrêté interministérielle du é moharrem 1438 correspondent au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologie des denrées alimentaire

26 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		8 Chaoual 1438 2 juillet 2017			
12- Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Fruits et légumes frais	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
Fruits et légumes prêts à l'emploi ⁽¹⁾	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	Flora lactique	5	2	5.10 ⁵	5.10 ⁶
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Epices, mélange d'épices et herbes aromatiques séchées	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	2	10 ³	10 ⁴
	Levures et moisissures	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i> ⁽²⁾	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes séchées (thés, camomilles...)	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Moisissures	5	2	10 ³	10 ⁴
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes aromatiques fraîches	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

Annexe 03 : Tableaux et figures

Tableau : résistance des souches de *Bacillus cereus* aux molécules d'antibiotiques testées

Les souches						
Antibiotiques	Résistant nombre		Intermédiaire nombre		Sensible nombre	
	TRIMETHOPRIME Tmp 5	27	100%	0	0%	0
CIPROFLOXACINE Cip 5	0	0%	0	0%	27	100%
NORFLOXACINE NoR5	3	11.11%	8	29.62%	16	59.25%
CLINDAMYCINE DA2	27	100%	0	0%	0	0%
STREPTOMYCINE S10	27	100%	0	0%	0	0%
COMPOUND SUFHONAMIDE S3/300	27	100%	0	0%	0	0%



Souche : SE9



Souche : SE4



Souche : SL1

Figure : Résultats d'antibiogramme des certains souches *Bacillus cereus*

Tableau : les diamètres critique des zones d'inhibition (CISI)

Antibiotique	Résistant	Intermédiaire	Sensible
CLINDAMYCINE	≤ 13	14-17	≥ 18
TRIMETHOPRIME	≤ 10	11-15	≥ 16
STREPTOMYCINE	≤ 11	12-14	≥ 15
CIPROFLOXACINE	≤ 15	16-20	≥ 21
NORFLOXACINE	≤ 12	13-16	≥ 17
COUMPOUND SULFONAMIDE	≤ 28	-	≥ 29