

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention d'un

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences Biologiques

Filière : Ecologie

Spécialité : Ecologie et Environnement

Présenté par : Mehalli Chaima

Thème :

*Caractérisation de quelques bactéries dans les
eaux de chott d'Ain El-Beida dans la région
d'Ouargla.*

Soutenu publiquement le :
16/6/2022

Devant le jury :

KHELLAF SAKINA	MCA	Présidente	U.K.M.Ouargla
BOUDERHEME AMEL	MCB	Examinatrice	U.K.M.Ouargla
ALOUI NABIHA	MCB	Promotrice	U.K.M.Ouargla

Année universitaire : 2021/2022



Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... ?

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour,

Le respect, la reconnaissance...?

Ainsi, c'est tout simplement que

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents, les prunelles de mes yeux,

A ma mère Zahra, je te remercie pour toutes les prières et les paroles de bénédiction le soutien que tu m'as apporté durant les moments difficiles que j'ai traversée tout au long de ma vie.

A mon cher papa Laid qui a su se montrer patient, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort. Veuillez trouver ici, le témoignage de mon amour éternel.

Que dieu vous procure santé, prospérité et bonheur...

A mon enseignante préférée Nabiha je vous souhaite tout le meilleur, vous avez été ma deuxième mère.

A ma sœur Ayet Errahmane et mon frère Ahmed que dieu vous garde et vous protège que votre chemin soit plein succès.

A toute ma famille....





Remerciement

Avant tout je remercie ALLAH, le miséricordieux, le tout puissant et le plus clément qui nous aide et nous donne le courage de tout faire.

*Je tiens mes sincères remerciements à mon encadreur de mon mémoire, Madame **Aloui Nabiha**, docteur à l'Université Kasdi Merbah Ouargla, sans qui ce travail n'aurait pas vu le jour. Je lui suis reconnaissante pour le temps qu'elle m'a généreusement accordé, pour son soutien scientifique, ses nombreux conseils et encouragements tout au long de ce travail. Elle a su me supporter et me conseiller aux moments opportuns. Je lui adresse toute ma gratitude et mon plus profond respect.*

*Nous remercions vivement l'ensemble des membres du jury : madame **Khellaf S** et madame **Bouderhem A**.*

*Je tiens à remercier madame **Fatima** et madame **Talbi F** du laboratoire de bactériologie de l'hôpital Mohamed Boudiaf Ouargla, pour leur soutien et leurs conseils.*

Je remercie tous nos enseignants, nos collègues et tout le personnel de la faculté, Et j'exprime tous mon plus profond respect.

Sommaire

Dédicaces	
Remerciement	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des tableaux.....	
<i>Liste des abréviations et signes utilisés</i>	
Liste des annexes	
Introduction.....	1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur chott d'Aïn El-Beida de la région d'Ouargla

I .1. Situation géographique de la région Ouargla :	3
I .2. Présentation du <i>chott</i> Aïn El-Beida :	4
I .3. Géomorphologie :	4
I .4. Les caractéristiques climatiques :	5

Chapitre II : généralités sur les eaux non traitées

II .1. Définition des eaux non traitées :	8
II .2. Origine et composition des eaux non traitées :	8
II .3. Pollution biologique de l'eau non traitée :	9
II .4. Paramètres microbiologiques et bactériologiques des eaux non traitées :	9

Chapitre III : Généralités sur les microorganismes halophiles

III.1. Définition et classification des bactéries halophiles :	10
III.2. Diversité phylogénétique des microorganismes halophiles :	11
III.2.1. Eucaryotes halophiles :	12
III.2.2. Archaea halophiles :	12

III.2.3. Bactéries halophiles :	13
III.3. Les <i>phylum</i> des bactéries halophiles :	13
III.3.1. <i>Phylum Proteobacteria</i> :	13
III.3.2. <i>Phylum Firmicutes</i> :	13
III.3.3. <i>Phylum Actinobacteria</i> :	13
III.3.4. <i>Phylum Spirochaetes</i> :	14
III.3.6. <i>Phylum Thermotogae</i> :	14
III.3.7. <i>Phylum Cyanobacteria</i> :	14
III.3.8. <i>Phylum Tenericutes</i> :	15
III.4. Les milieux hypersalins et halophiles :	15
III.5. Les lacs salés en Algérie :	16

Partie II : Matériels et Méthodes.

I . Matériels :	18
I .1. Matériels biologiques :	18
I .2. Matériels non biologiques :	18
II . Méthodes :	18
II .1. Prélèvement des échantillons :	18
II .2. Mesure des paramètres physico-chimiques des échantillons :	19
II .2.1. La température :	19
II .2.2. La conductivité électrique :	19
II .2.3. Le pH :	19
II .3. Analyses microbiologiques :	19
II.3.1. La stérilisation de milieu de culture :	20
II .3.2. Ensemencement :	20
II .3.3. Purification des colonies bactérienne :	20

II .3.4. Dénombrement :	21
II .3.5. Conservation des souches purifiées :	21
II .4. Identification des souches isolées :	21
II .4.1. Etudes des caractères morphologiques :	21
II .4.1.1. Aspect macroscopique :	21
II .4.1.2. Aspect microscopique :	22
II .4.2. Étude biochimique :	23
II .4.2.1. Recherche de catalase :	23
II .4.2.2. Système d'identification par Galerie Api 20 E :	23
II .4.3. Tolérance des souches caractérisées à NaCl :	25
II .4.4. Test d'activité antagoniste des souches caractérisées :	25

Partie III : Résultats et discussion

I . Analyse physico-chimique des échantillons :	26
I .1. La température :	26
I .2. Le pH :	26
I .3. La Conductivité électrique :	26
II . Analyse microbiologique :	27
II .1. Observation de la croissance bactérienne :	27
II .2. Etude morphologique :	28
II .2.1. Aspect macroscopique :	28
II .2.2. Aspect microscopique (coloration de Gram) :	30
II .3. Dénombrement des souches isolées :	32
II .4. Etude biochimique :	32
II .4.1. Test catalase :	32
II .4.2. Identification des souches par l'API 20 E :	34

II .5. Tolérance des souches bactériennes à NaCl :	38
II .6. Test d'activité antagoniste des souches bactériennes :	39
Conclusion	42
Références bibliographiques.....	44
Annexes	51

Liste des figures

Figure 1: Carte de situation géographique de la wilaya d'Ouargla	3
Figure 2: Situation géographique de la zone d'étude.	4
Figure 3: Coupe géomorphologique schématique de la vallée d'Ouargla.....	5
Figure 4: Arbre phylogénétique universel issu d'une analyse comparative de séquences de gènes ribosomiaux. Les groupes phylogénétiques contenant des membres halophiles et halotolérants.....	11
Figure 5: Situation géographique des chotts et sebkhas en Algérie (liste non exhaustive).....	17

Liste des photos

Photo 1: Site d'échantillonnage	18
Photo 2: Mesure de la conductivité électrique des échantillons	19
Photo 3: Ensemencement sur milieu de gélose nutritif	20
Photo 4: Le repiquage successif des colonies bactériennes.....	20
Photo 5: Compteur de colonie (Dénombrement).....	21
Photo 6: préparation de suspension bactérienne de chaque souche.....	24
Photo 7: Remplissage des alvéoles de l'API 20 avec de l'eau distillée.....	24
Photo 8: Introduction de la suspension bactérienne dans les tubes de galerie.....	24
Photo 9: Les réactifs utilisées pour lecture les tests VP, TDA, IND.....	24
Photo 10: Milieu de culture à différentes concentrations de NaCl.....	25
Photo 11: Résultats des différentes colonies des bactéries obtenues avant la sélection.....	28
Photo 12: Aspect macroscopique des bactéries après la purification.....	29
Photo 13: Résultats de la coloration de Gram des souches isolées (G ×40).....	31
Photo 14: La différence entre la catalase positive et la catalase négative.....	33
Photo 15: Activité antifongique de la souche 3	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les données climatiques de la région d'Ouargla (2008-2018).....	6
Tableau 2 : Différentes catégories des bactéries halophiles selon la définition de Larsen (1962).....	10
Tableau 3 : Différentes catégories des bactéries halophiles selon la définition de Kushner (1993).....	10
Tableau 4 : Caractéristiques macroscopiques des souches bactériennes isolées.	30
Tableau 5 : Dénombrement des colonies bactériennes en UFC/ml de nos souches isolées.	32
Tableau 6 : Résultats du test catalase pour les souches isolées.	33
Tableau 7 : Résultats des tests biochimiques par l'API 20 E pour les 15 souches isolées.	34
Tableau 8 : Résultats des tests biochimiques par l'API 20 E pour les 15 souches isolées (suite).	35
Tableau 9 : Résultats de l'identification des souches isolées du chott d'Aïn El-Beida.....	37
Tableau 10 : Tolérance de 15 isolats caractérisés aux différentes concentrations de NaCl.	38
Tableau 11 : Action antifongique de 15 isolats sélectionnés contre 2 champignons-cibles....	40

Liste des abréviations et signes utilisés

- Ac** : Aspergillus Carbonarius.
- ADH** : Arginine-Dihydrolase.
- AMY** : Amygdaline.
- API 20 E** : Appareil et Procédés d'Identification 20 entérobactéries.
- ARA** : arabinose.
- BN** : Bouillon nutritive.
- °C** : Degré Celsius.
- CIT** : citrate.
- CE** : conductivité électrique.
- D** : Dilution.
- ds/m** : Dicsiemens par mètre.
- GEL** : gélatine. **GLU** : glucose.
- GN** : Gélose nutritive.
- H₂S**: Sulfure d'hydrogène.
- h**: heure.
- IND**: indole.
- INO**: inositol.
- MAN**: mannitol.
- MEL** : Melibiose.
- MI** : Millimètre
- N** : Nombre des bactéries en UFC/ml
- n** : nombre de colonies dénombrées.
- NaCl** : Chlorure de sodium.
- ODC** : Ornithine decarboxylase.
- ONPG** : Ortho-nitrophényl-β-galactoside.
- P** : Pénicillium
- pH** : Potentiel hydrique
- RHA** : Rhamnose.
- SAC** : saccharose.
- S** : Souche.
- T°** : Température.
- UFC/ml** : Unité Formant de Colonies par millilitre.
- V** : Volume.
- %** : Pourcentage.
- P/V** : poids par volume.

Liste des annexes

Annexe 1 : Matériels non biologique	51
Annexe 2 :Echelle d'interprétation des analyses physicochimiques de l'eau	52
Annexe 3 : Composition chimique des milieux de culture et solutions utilisés.....	53
Annexe 1 : Résultats des galeries API20E	55



Introduction

Introduction

Sur notre planète, de nombreux micro-organismes colonisent tous les écosystèmes aquatiques. Ces micro-organismes se développent dans des conditions physico-chimiques favorables à leur croissance, dont pour la plupart une bonne disponibilité en eau, une température entre 20 et 30°C, une pression de 1'atmosphère, et un pH neutre (**Rothschild et Mancinelli, 2001 ; Satyanarayana et al, 2005**). En revanche, d'autres microorganismes qualifiés d'extrêmophiles sont capables de coloniser des environnements extrêmes en termes de température, de pH, de salinité, de profondeur ou d'autres paramètres physico-chimiques. Ces environnements sont caractérisés par des conditions physico-chimiques considérées comme hostiles à la vie de la plupart des organismes. Parmi les environnements extrêmes, les environnements hypersalins sont colonisés par des microorganismes dits halophiles présents dans les marais salants, dans les lacs hypersalins acide, neutre ou alcalins (**Oren, 2002**).

A partir des années 1980, de nombreuses techniques ont été développées pour l'identification et la détermination de la composition des communautés microbiennes halophiles au sein des environnements hypersalins. L'étude de ces communautés est indispensable pour comprendre le fonctionnement de ce type d'écosystème et les interactions qui existent entre les communautés microbiennes (**Fernandez et al, 2014 ; León et al, 2014 ; Oren, 2015**).

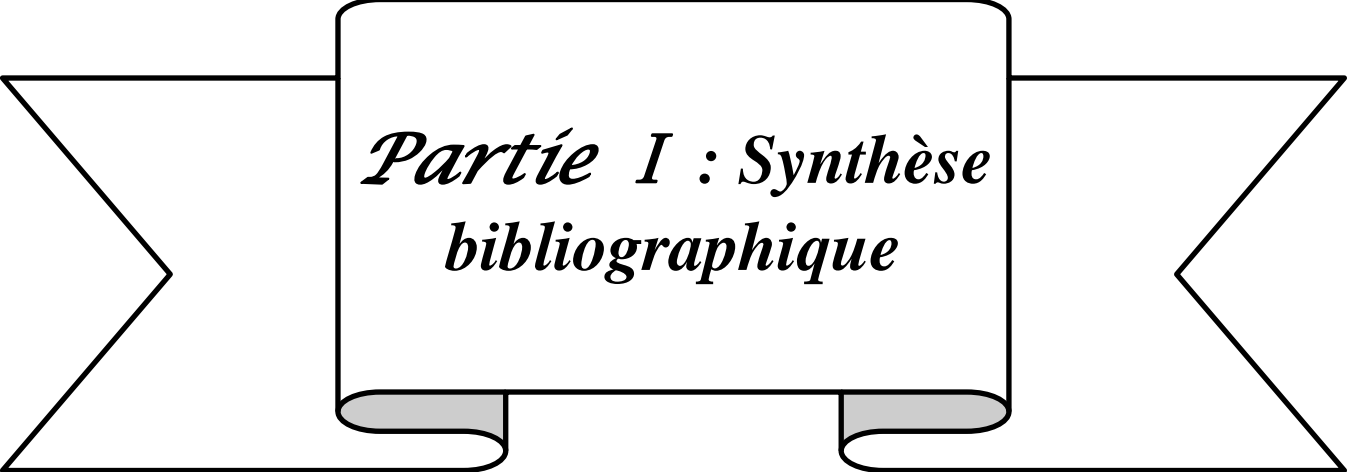
Les milieux hypersalins sont nombreux en Algérie, plusieurs d'entre eux sont considérés comme zones humides et classés sites Ramsar. De nombreuses études ont porté sur ces milieux mettant en avant leur diversité faunistique et floristique. Cependant, l'étude de ces milieux du point de vue diversité microbienne a été peu explorée.

Au vu des connaissances actuelles, nous avons mené une étude sur caractérisation de quelques bactéries halophiles dans chott d'Ain El Beida, dans le désert du Sahara situé à Ouargla, à 800 km au sud-ouest de la capitale, Alger. Nous nous sommes donc attachés au cours de ce travail à appréhender les bactéries halophiles dans cet habitat.

L'objectif de notre travail est subdivisé en deux sortes :

- Dans un premier temps les échantillons prélevés de **chott** (Exutoire des eaux non traitées) étaient soumises à des analyses physico-chimiques.
- Dans un second temps, l'identification des isolats, a suivi l'analyse microbiologique en combinant une caractérisation morphologique, physiologique et biochimique.

Notre travail est structuré en trois parties dont la première, est une revue bibliographique présentant notre zone d'étude, en plus de quelques données générales sur les eaux non traitées du chott d'Ain El-Beida. En seconde position vient la sélection des micro-organismes (les bactéries) se trouvant dans les eaux de notre niche écologique, la méthodologie détaillée du travail et la troisième discute les résultats obtenus de la caractérisation microbiologique des souches isolées. Et enfin une conclusion générale qui reprend les principaux résultats et quelques perspectives.



*Partie I : Synthèse
bibliographique*

Chapitre I : Généralité sur chott d'Aïn El-Beida de la région d'Ouargla

I .1. Situation géographique de la région Ouargla :

Ouargla est l'une des principales Oasis du Sahara algérien. Elle se situe approximativement à 750 km d'Alger (**figure 01**). La vallée d'Ouargla s'étend sur une superficie d'environ 100 000 ha. Elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Djelfa et la wilaya d'El Ouest.
- A l'Est par la Tunisie.
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset et la wilaya d'Ilizi.
- A l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa (**voir figure 01**) (**A.N.R.H, 2010**).

La ville d'Ouargla occupe le centre d'une cuvette endoréique dans la basse vallée d'Oued Mya (134 m d'altitude) appelée : cuvette d'Ouargla. Elle s'étend sur une longueur de 45km dans la direction Sud-Ouest, et une largeur de 2 à 5 km dans la direction Nord-Est.

Les coordonnées géographiques de la cuvette d'Ouargla sont comprises entre :

- La longitude 5°15' et 5°254 Est.
- La latitude 31°55' et 32°00' Nord (**A.N.R.H, 2010**).

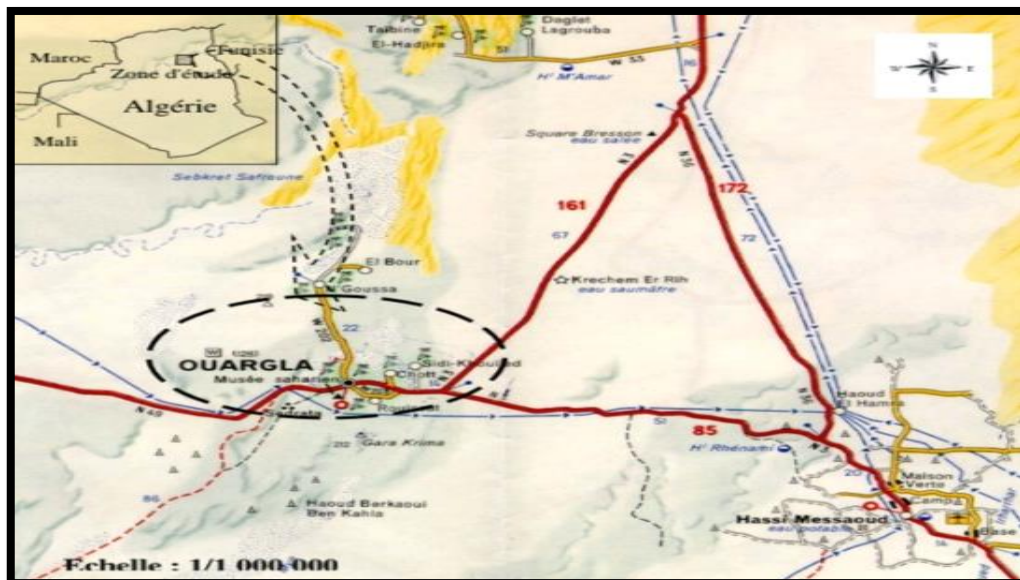


Figure 1: Carte de situation géographique de la wilaya d'Ouargla (**BONNARD et GARDEL, 2003**).

I .2. Présentation du chott Aïn El-Beida :

Le chott d'Aïn El-Beida constitue le point bas de la ville d'Ouargla, Se situe à 6 km à l'Est de chef-lieu de la wilaya. Il couvre environ une superficie de 1000 hectares. Allongé en direction Nord-Ouest, Sud-est sur une longueur de 5,3 km, sa largeur varie de 1 à 1,5 km, ne dépassant pas 1,50 m de profondeur (**Ramsar, 2005**). L'alimentation en eau du chott se fait à partir de la nappe phréatique dont le niveau varie en fonction de la saison et des actions de l'homme (drainage de la palmeraie et irrigation).

Le chott d'Aïn El-Beida est divisé en quatre zones distinctes par l'implantation d'infrastructures plus ou moins récentes. Le canal de drainage des eaux de la palmeraie sépare Longitudinalement le chott (**BG, 2004**). Les coordonnées géographiques sont : Longitude 5°22'42'' à 5°21'52'' Est, latitude 31°57'30'' à 31°57'30''km à 31°59'2' Nord.

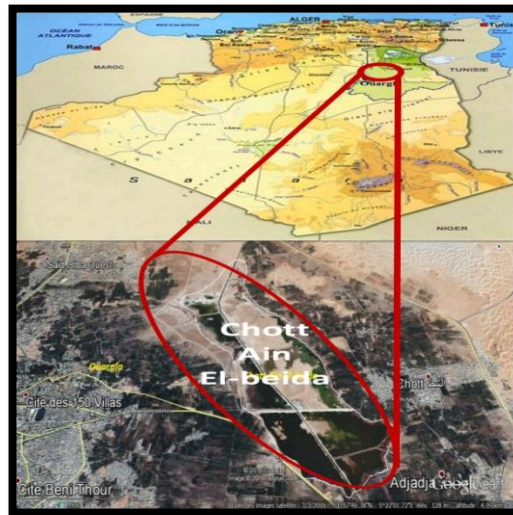


Figure 2: Situation géographique de la zone d'étude (**Image Google Earth, 2016**).

I .3. Géomorphologie :

L'étude géomorphologique de la région fait apparaître certains éléments (**Voir figure 03**) :

-Les sebkhas et chott :

Lorsque les eaux s'évaporent sous l'effet de la chaleur, des plaques de sels divers se déposent en surface formant suivant l'origine de leurs eaux (phréatiques ou superficielles) les chotts et les sebkhas (**Lelièvre, 1969**).

Marécages salés, le plus souvent asséchés, occupant le fond d'une dépression. Le chott (ou sebkha) constitue le point le plus bas. Il est constitué de sable siliceux et/ou gypseux à croûte gypseuse de surface et de subsurface. Le bas fond se caractérise par une nappe phréatique

permanente très peu profonde de 1 à 5 m. En aval d'Ouargla, diverses sebkhas alternent avec des massifs dunaires jusqu'à sebkhet Safioune qui est à 103 m d'altitude point le plus bas de la région (Lelièvre, 1969).

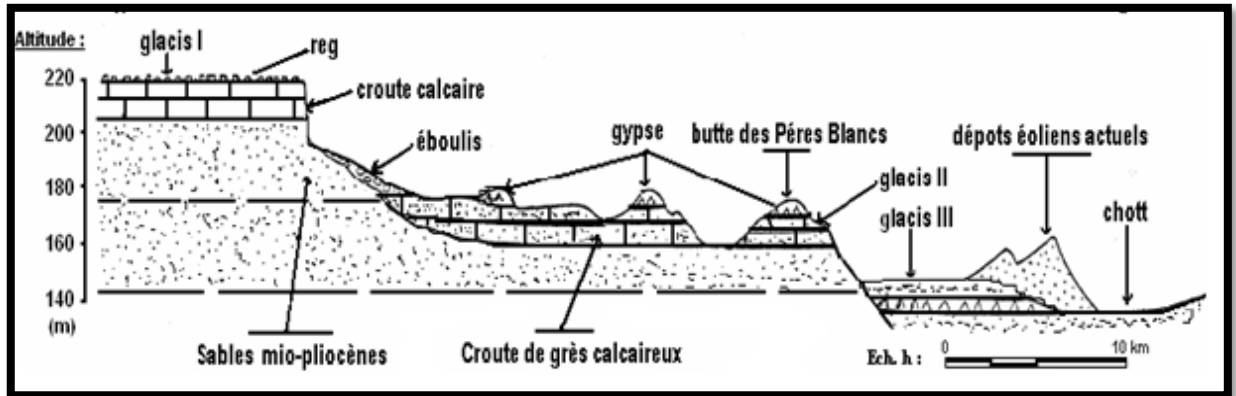


Figure 3: Coupe géomorphologique schématisée de la vallée d'Ouargla (Lelièvre, 1969).

I .4. Les caractéristiques climatiques :

Le climat de la région d'Ouargla est un climat particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air (ONM, 2018).

Ces paramètres hydro climatiques ont une grande importance pour toute étude hydro chimique car ils ont une influence sur le comportement des sols et sous-sols (ONM, 2018).

Pour cette étude, les séries des données, qui sont à basse de la détermination de différents paramètres climatiques, ont été enregistrées à la station météorologique d'Ouargla.

Chapitre I : Généralité sur chott d'Aïn El-Beida de la région d'Ouargla

Tableau 1 : Les données climatiques de la région d'Ouargla (2008-2018).

Mois	Température (°C)			Humidité (%)	Evaporation (Mm)	Précipitation (Mm)	Insolation (H)	vent (km/h)
	Min	Max	Moy					
Janvier	5.5	20.7	13.1	48	118.6	0	253.4	9.2
Février	6.9	19.7	13.3	49.5	97.5	5.3	208.6	10.9
Mars	11.9	26.8	19.3	31.5	193.6	0	246.9	13.1
Avril	16.4	30.6	23.5	31	261.4	0	262.3	11.8
Mai	20.2	34.9	27.5	31	275	4.8	313.3	12.5
Juin	24.5	39.7	32.1	24.5	290.6	2	241.5	10.3
Juillet	30.5	47.4	38.9	15.5	566.6	0	284.5	10
Aout	26.8	40.4	33.6	31	358.1	0.9	321.2	11.4
Septembre	24.7	85.5	31.6	33	265.4	11	281.4	9.4
Octobre	16.9	30.1	23.5	39	214.3	0	247.9	8.6
Novembre	10.4	24.1	17.2	47.5	143.7	0.8	244.5	7.8
Décembre	4.9	20.5	12.7	52.5	105.6	0	272.1	6.1
Moyenne	16.6	31.1	23.9	36.2	240.9	*24.8	264.8	10.1

Source (ONM, 2018)

✓ **La température :**

C'est un facteur principal qui conditionne le climat de la région. La température est considérée comme une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid.

D'après les données **ONM (2008-2018)**, la température moyenne annuelle d'Ouargla est évaluée à 23.9°C, la température minimale du mois le plus froid est enregistrée en décembre avec 12.7°C, alors que la température maximale du mois le plus chaud est relevée au mois de juillet avec 38.9°C (**ONM, 2018**).

✓ **Précipitations :**

Le climat de la région d'Ouargla est caractérisé par la rareté et l'irrégularité des précipitations inter-mensuelles et interannuelles. Autrement dit, leur rareté, irrégularité interannuelle et saisonnière, raisonnent via un cumul de 24.8mm/an. Septembre est le mois le plus pluvieux enregistrant un maximum de l'ordre de 11mm (**ONM, 2018**).

✓ **Humidité de l'air :**

Pour la période 2008-2018, l'humidité moyenne annuelle est de 36.2%, avec un maximum enregistré pendant l'hiver durant le mois de décembre atteignant 52.5% alors que pendant la saison estivale, elle chute à 15.5% en juillet (**ONM, 2018**).

✓ **Evaporation :**

La région d'Ouargla se caractérise par une évaporation très importante. Pour la période 2008-2018, le cumul annuel atteint les 2890.4 mm avec un minimum de 97.5mm enregistré au mois de février et un maximum de 566.6 mm durant le mois de juillet (**ONM, 2018**).

✓ **Vents :**

Les vents dans la région d'Ouargla sont fréquents surtout durant la période allant du mois de mars au mois de septembre. D'après les données **ONM (2008-2018)**, la vitesse maximale est enregistrée durant le mois de mars avec 13.1km/heure (**ONM, 2018**).

✓ **Insolation :**

Durant la période 2008-2018, la moyenne annuelle de l'insolation est de 264.8 heures marquées par un pic pour le mois d'août avec un volume horaire de 321.2 heure et un minimum de 208.6 heures pour le mois de février (**ONM, 2018**).

Chapitre II : Généralité sur les eaux non traitées

II.1. Définition des eaux non traitées :

Ramade(2000) définit les eaux non traitées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.

Les eaux non traitées est une eau contenant des rejets d'activités humaines, industrielles et agricole qui peuvent provoquer ou accroître la pollution du milieu naturel dans lequel elle est déversée (**Mansouri, 2012**).

II.2. Origine et composition des eaux non traitées :

Les eaux non traitées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles (**Richard, 1996**). Ces eaux proviennent de cinq sources principales :

✓ Les eaux non traitées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, et en eau « vannes » : il s'agit des rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germe fécaux (**Talbi et Khelfa, 2010**).

✓ Les eaux non traitées industrielles :

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (**Khadraoui et Talab, 2008**).

✓ Les eaux non traitées urbaines :

Sont formées par un mélange d'eaux non traitées domestiques et industrielles, les eaux de pluie et les effluents des installations à caractères collectif (hôpitaux, commerces, etc.) (**Bountoux, 1993**).

✓ Les eaux non traitées pluviales :

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés les polluants atmosphériques, poussières, détritiques, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies collectées normalement à la fois avec les eaux non traitées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatiques (**Metahri, 2012**).

- ✓ **Les eaux non traitées agricoles :** il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraîne des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important (**Talbi et Khelfa, 2010**).

II.3. Pollution biologique de l'eau non traitée :

Les eaux non traitées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (**Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A, 2004**).

II.4. Paramètres microbiologiques et bactériologiques des eaux non traitées :

Les eaux non traitées contiennent tous les micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries et virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel (**Attab S, 2011**) (**Tarmoul F et al, 2007**).

Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature car il s'agit probablement des premiers êtres vivants apparus sur la terre (archéobactéries). Seules quelques dizaines d'espèces sont adaptées à l'homme : la plupart sont inoffensive ou même utiles, étant commensales et faisant partie des flores cutanées, digestive, buccale, génitale ; certaines sont pathogènes, opportunistes ; une minorité est régulièrement pathogène (**Rodier, 2005**).

Chapitre III : Généralité sur les microorganismes halophiles

III.1. Définition et classification des bactéries halophiles :

Ce sont des extrêmophiles qui se développent dans des environnements ayant des concentrations très élevées en sel, elles sont capables d'équilibrer la pression osmotique du milieu et de résister à l'effet de la dénaturation provoqué par le sel (**Grant et al, 2001**).

Le terme «halophile» désigne les bactéries nécessitant la présence de sel (NaCl) dans le milieu pour leur croissance. En revanche, le terme «halotolérant» signifie que les bactéries tolèrent différentes concentrations en sel durant leur croissance. Les bactéries nécessitant moins de 1% (p/v) de sel pour une croissance optimale ne sont pas considérées comme halophiles (**Grant et al, 2001**).

Larsen (1962) proposa quatre groupes de bactéries halophiles (**Tableau n° 02**), par contre **Kushner (1993)** proposa une classification de bactéries halophiles en fonction de leur réponse au NaCl, en se basant sur leur croissance maximale.

Cinq groupes ont été définis dans le **Tableau n° 03**.

Tableau 2 : Différentes catégories des bactéries halophiles selon la définition de Larsen (1962).

Classification de Larsen (1962)	
Catégories	NaCl
Les non-Halophiles	<2%
Les halophiles légères	2 à 5%
Les halophiles modérées	5 à 20%
Les halophiles extrêmes	20 à 30%

Tableau 3 : Différentes catégories des bactéries halophiles selon la définition de Kushner (1993).

Classification de Kushner (1993)	
Catégories	NaCl
Les non –Halophiles	1%
Les halophiles légères	1 à 3%
Les halophiles modérées	3 à 15%
Les halophiles à bord extrêmes	9 à 23%
Les halophiles extrêmes	15 à 32 %

III.2. Diversité phylogénétique des microorganismes halophiles :

Les environnements hypersalins sont caractérisés par une diversité phylogénétique importante appartenant aux trois domaines de la vie, (**Figure 04**), (**Oren, 2002**). Ces milieux sont dominés par les organismes du domaine *Prokaryota* comme les archées et les bactéries par contre les eucaryotes sont moins rencontrés que les procaryotes. Cependant, on note certains organismes comme les champignons photosynthétiques, les protistes, les hétérotrophes et les crustacés qui sont observés fréquemment dans les habitats halophiles (**Oren, 2002**).

Dans les milieux hypersalins, on compte aussi les virus qui jouent un rôle dans la dynamique des populations (**Singh et al, 2019**).

Les organismes halophiles peuvent être rencontrés dans les trois domaines de la vie : Archaea, Bacteria, Eucarya (**Oren, 2008**), et La **figure N°04** montre les membres halophiles et halotolérants sont encadrés en rouge :

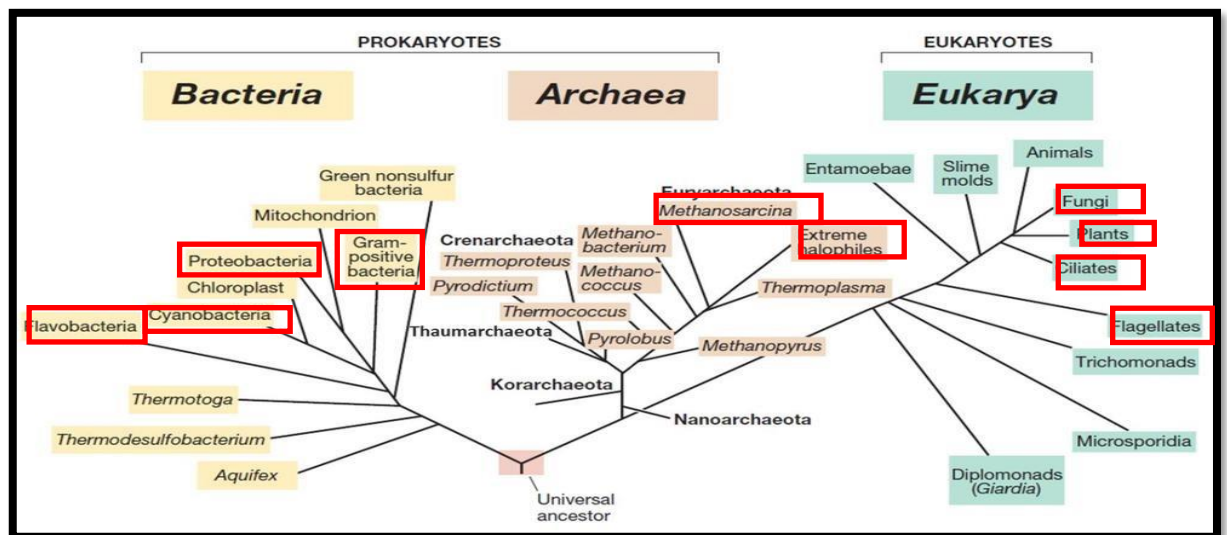


Figure 4: Arbre phylogénétique universel issu d'une analyse comparative de séquences de gènes ribosomiaux. Les groupes phylogénétiques contenant des membres halophiles et halotolérants (**Oren, 2008**).

L'arbre phylogénétique comprend une gamme large de microorganismes appartenant à des genres, familles et ordres variés avec des besoins et une tolérance en sel qui diffèrent, les organismes halophiles et non halophiles y sont retrouvés ensemble (**Oren, 2008**). Certains groupes sont composés uniquement d'halophiles comme l'ordre des *Halobacteriales*, la famille *Halobacteriaceae* (*Euryarchaeota*) et les bactéries fermentatives anaérobies de l'ordre *Halanaerobiales* (*Firmicutes*), d'autres presque exclusivement comme la famille

Halomonadaceae (*Gammaproteobacteria*) (**Oren, 2008**). Il existe certains organismes vivants qui sont considérés comme des halophiles de références comme les archées halophiles aérobies de l'ordre des *Halobacteriales*, famille *Halobacteriaceae*. Elles représentent la biomasse principale d'une variété des environnements comme la mer morte, les lacs de soude hypersalins (le lac Magadi au Kenya) et les étangs cristallisants de saltern (**Oren, 2002**).

La plupart des halobactéries sont colorées en rouge ou en orange ou encore en pourpre, mais certaines souches sont incolores, tandis que celles contenant des vésicules gazeuses forment des colonies opaques, blanche ou roses, cette caractéristique physiologique intéressante est due à la présence d'un photopigment membranaire (la bactériorubérine) qui permet la production d'ATP quand la teneur en oxygène dans le milieu extérieur est trop faible (**Oren, 2002**). Ce composé formé d'une protéine (bactériorhodopsine) associée à un photopigment semblable à un caroténoïde (rétinal) est responsable de la couleur rouge des saumures (**Oren, 2002**).

III.2.1. Eucaryotes halophiles :

Dans le domaine *Eukarya*, les microorganismes halophiles sont rares. En fait, parmi les eucaryotes halophiles, on retrouve des microorganismes comme des champignons et des algues (**Oren, 2002**). La plupart des eucaryotes halophiles sont des halophiles modérées ou des halotolérants, mais quelques espèces halophiles extrêmes ont été identifiées (**Oren, 2004**). On distingue les champignons filamenteux du genre *Hortaea*, *Wallemia* et *Aureobasidium*, la levure, *Debaryomyces* et des algues du genre *Dunaliella* et *Asteromonas* (**Oren, 2008**). En outre, le seul microorganisme eucaryote d'importance, et presque omniprésent dans la plupart d'environnements hypersalins est l'algue verte «*Dunaliella*» qui présente le principal ou l'unique producteur primaire des lacs et étangs hypersalins (**Oren, 2011**). Il existe différentes espèces de *Dunaliella* et certaines synthétisent de grandes quantités de β -carotène, une propriété exploitée dans le cadre biotechnologique.

III.2.2. Archaea halophiles :

Les halophiles du domaine Archaea appartiennent à trois familles : *Halobacteriaceae*, *Methanospirillaceae* et *Methanosarcinaceae*. Les deux dernières familles contiennent également des membres non-halophiles (**Yachai, 2009**). La branche méthanogène des Euryarchaeota contient des halophiles dont l'activité méthanogène est possible à des seuils proches de la saturation en NaCl : *Methanohalophilus*, *Methanohalobium*, *Methanospirillum* (**Oren, 2002**).

III.2.3. Bactéries halophiles :

Le domaine des *Bacteria* regroupe la plus grande diversité des halophiles, la plupart étant halophiles modérés plutôt qu'extrêmes (Anton *et al*, 2002). Ces microorganismes aérobies, hétérotrophes, forment un groupe phylogénétique très hétérogène.

III.3. Les *phylum* des bactéries halophiles :

III.3.1. *Phylum Proteobacteria* :

Le *phylum Proteobacteria* a été proposé par Garrity *et al.* (2005) sur la base de l'analyse phylogénétique des séquences du gène codant l'ARNr 16S. Les microorganismes appartenant à ce *phylum* peuvent être isolés de divers environnements comprenant des habitats marins, hypersalins, alcalins et acides.

La famille des *Halomonadaceae* de la classe *Gammaproteobacteria* contient le nombre le plus important d'espèces halophiles modérées (Franzmann *et al*, 1988). Ces dernières ont été isolées de plusieurs habitats différents, à savoir, les lacs hypersalins et alcalins, sols salins, environnements hydrothermiques, gisements de pétrole etc. (Kim *et al*, 2010).

La famille des *Alteromonadaceae* (Ivanova et Mikhaïlov, 2001), inclut des protéobactéries halophiles modérées dont le genre *Marinobacter* (Gauthier *et al*, 1992).

III.3.2. *Phylum Firmicutes* :

Les membres du *phylum Firmicutes* sont hautement diversifiés au niveau morphologique et physiologique et sont capables d'habiter une grande variété d'environnements tels que les habitats hypersalins. La famille des *Bacillaceae* appartenant à ce *phylum* est la plus importante avec 21 genres incluant des espèces halophiles obligatoires (Ludwig *et al*, 2008).

III.3.3. *Phylum Actinobacteria* :

Le *phylum Actinobacteria* est divisé en 6 classes : *Actinobacteria*, *Acidimicrobia*, *Coriobactéria*, *Nitriliruptoria*, *Rubroacteria* et *Thermoleophilia*. La classe *Actinobacteria* comprend 43 familles des 53 présentes dans le *phylum*, alors que les cinq autres classes ne contiennent ensemble que 10 familles (Ait Baraka *et al*, 2015).

III.3.4. Phylum Spirochaetes :

Le *phylum* des Spirochètes comprend certaines espèces halophiles modérées, on peut citer les espèces : *Spirochaeta halophila* isolée à partir de lacs hypersalés et les espèces haloalcaliphiles *Spirochaeta africana* et *Spirochaeta alkalica*, tous deux isolées de sédiments de la saumure du lac Magadi, au Kenya, et *spirochaeta asiatica* à partir de sédiments de boue saturés de sulfates du lac alcalin khatyn à Touva, Asie centrale (Leschine et paster, 2015).

III.3.5. Phylum Bacteroidetes :

Le *Phylum Bacteroidetes* se compose de trois classes *Bacteroidia*, *Flavobacteria* et *Shingobacteria* (Garrity et Holt, 2001). Ces dernières incluent des espèces halophiles faibles et modérées (Denger *et al*, 2002 ; Donachie *et al*, 2004 ; Nedashkovskaya *et al*, 2005) et uniquement quatre espèces halophiles extrêmes aérobies et pigmentées : *Salinibacter ruber* (Anton *et al*, 2002), *Salinibacter iranicus*, *Salinibacter luteum* (Makhaoumi-Kakhaki *et al*, 2012), et *Salisaeta longa* (Vaisman et Oren, 2009).

III.3.6. Phylum Thermotogae :

Le *phylum Thermotogae* est composé de la classe *Thermotogae*, qui n'a qu'un seul ordre, *Thermotogales*. Les membres de cet ordre sont anaérobies. Ils sont reconnus comme les habitants des réservoirs d'huiles chaudes et profonds situés dans des écosystèmes marins ou continentaux (Magot *et al*, 2000). L'ordre *Thermotogales* est composé d'une seule famille *thermotogaceae*, qui possède plusieurs genres, un seul genre comprend une espèce modérément halophile : l'espèce *Petrotogae halophila* a été isolée d'un puits de pétrole au Congo, en Afrique de l'Ouest, et pousse en présence de 4-9% de NaCl, avec un optimum de 4-6% de NaCl (Miranda-Tello *et al*, 2007).

III.3.7. Phylum Cyanobacteria :

Les cyanobactéries, également appelées algues bleu-vert, bactéries bleu-vert ou Cyanophyta, ont été retrouvées dans divers habitats aquatiques, y compris les milieux marins, les eaux douces, les sources chaudes, les environnements hypersalins et glace (Castenholz, 2001).

En vertu du code bactériologique (révision de 1990), les noms de six genres : *Halospirulina*, *Planktothricoides*, *Prochlorococcus*, *Prochloron*, *Prochlorothris* et *Rubidibacter* sont actuellement publiés valablement (Oren, 2004).

L'espèce *Halospirulina tapeticola* pourrait être considérée comme halophile modérée, cette espèce appartient au genre *Oscillatoriales* a été isolée d'un lac hypersalés sur la côte pacifique

de Baja, Californie, Mexique. Cette cyanobactérie est capable de croître à des concentrations en sel comprises entre 3% et 20%, mais pas en eau douce (Nübel *et al*, 2000).

III.3.8. *Phylum Tenericutes* :

Ce *phylum* comprend la classe des *Mollicutes* qui était auparavant classé dans le *phylum Firmicutes* (Schleifer, 2009). Seule une espèce modérément halophile a été décrite associée aux *Mollicutes*. Antunes *et al*, (2008) ont décrit une bactérie isolée de l'interface saumure-sédiment anoxique hypersalins du Shaban Deep, Mer Rouge. Phylogénétiquement, elle représente une lignée nouvelle et distincte au sein du domaine Bactérie. Cependant, elle était équidistance des taxons appartenant aux *phyla Firmicutes et Tenericutes*.

L'espèce partage plusieurs caractéristiques morphologiques avec les espèces *Mollicutes*, mais son positionnement phylogénétique pourrait plaider en faveur de la proposition d'un taxon de haut niveau pour bactérie, peut être au niveau du *phylum*. Cependant, comme elle est actuellement représentée par une seule espèce, elle a été placée sur le nouvel ordre *Haloplasmales*, famille *Haloplasmataceae*, en tant que nouvelle espèce désignée *Haloplasmacontractile*. C'est une espèce modérément halophile, capable de croître en présence de NaCl avec des concentrations comprises entre 1.5% et 18%, et une croissance optimale à une concentration de 8% (Antunes *et al*, 2008).

III.4. Les milieux hypersalins et halophiles :

Les milieux hypersalins sont ceux dont la teneur en sels dissouts est supérieure à celle de l'eau de mer (35g/L) (Satayarayana *et al*, 2005). Lorsqu'on dépasse les 100g/l en sels, les milieux deviennent extrêmes et inhibent la croissance d'une grande majorité des microorganismes (Rodriguez-Valera, 1988). Les sols salins et les aliments salés sont également des habitats des microorganismes halophiles et halotolérants (Mordigan et Oren, 1999).

Cependant, dans ces environnements où la concentration en sel est proche de la saturation, niches des communautés denses de microorganismes halophiles (Rappé et Giovannoni, 2003). Le mot halophile composé de « Hals » qui signifie sel et « Phil » aime, de ce fait les microorganismes halophile sont définis comme étant des organismes qui requièrent du sel pour leur croissance (Ebel *et al*, 2004).

III.5. Les lacs salés en Algérie :

L'Algérie recèle un grand nombre d'écosystème aquatique de type zone humide naturelle de la région méditerranéenne. Ces zones sont représentées sous forme de marais d'eaux douces ou marines, les oueds, les barrages et les retenues dont plus de 50% de ces sites sont des lacs salés couvrant environ une superficie de deux millions d'hectares (**Samraoui, 2008 ; Benhadj et al,2018**). La majorité de ces plans d'eau sont composées d'immenses lac salés continentaux, limitent généralement dans les zones arides à semi-arides. Ces lacs s'étalent de la côte nord algérienne jusqu'au Sahara en traversant les Hauts plateaux, formés de vastes dépressions endoréiques continentales, synonymes des *Chotts* et Sebkhass (**Menasria et al, 2018**).

Le *Chott* est défini comme une zone salée entourant la Sebkhass, qui est le fond humide de la dépression (**Dubost, 2002**). Le mot « Sebkhass», est issu de l'arabe, désigne des dépressions fermées en forme de cuvette, périodiquement à inondation temporaire, sans végétation dans lesquelles se produit une accumulation de sel. Quant au terme de Chott, il représente seulement l'auréole plus ou moins large qui entoure la sebkhass (**Remanescu et al, 2013**). En effet, ces dépressions salées représentent un système évaporatoire temporaire et leur formation est généralement contrôlée en grande partie par les précipitations (incluant les rivières et les apports de surface) et l'eau souterraine, l'évaporation et la température où elles deviennent éphémères pendant les périodes tempérées à chaudes (**Bryant et Rainey, 2002**).

L'Algérie compte un nombre important de Chotts et Sebkhass, et leurs répartitions géographiques est très étendue. Ils se situent entre les deux Atlas «Atlas Tellien» au Nord, «Atlas Saharien» au sud et Erg Occidental et Erg Oriental d'Est en Ouest, on trouve le complexe des Chotts d'Oum El Bouaghi dans l'Est des hauts plateaux, le Chott Hodna, le Zahres Chergui et Gherbi au centre et Chott chergui, Sebkhass de Naâma à l'Ouest ; le Sebkhass d'Oran et les salines d'Arzew dans les plaines littorales.

Au Sahara Septentrional, on compte le grand Erg oriental, au Nord-est du Sahara le Chott Melghir et le Chott Merouane. Vers le sud, dans la région d'Ouargla, sont les chotts d'Ain El Beida, Oum Raneb, Sidi Amrane et Sefioune. D'autres sont situées dans la zone du Grand Erg Occidental, comme la Sebkhass El Melah (Ghardaïa). Ces zones consistent en un écologique et socio-économique.

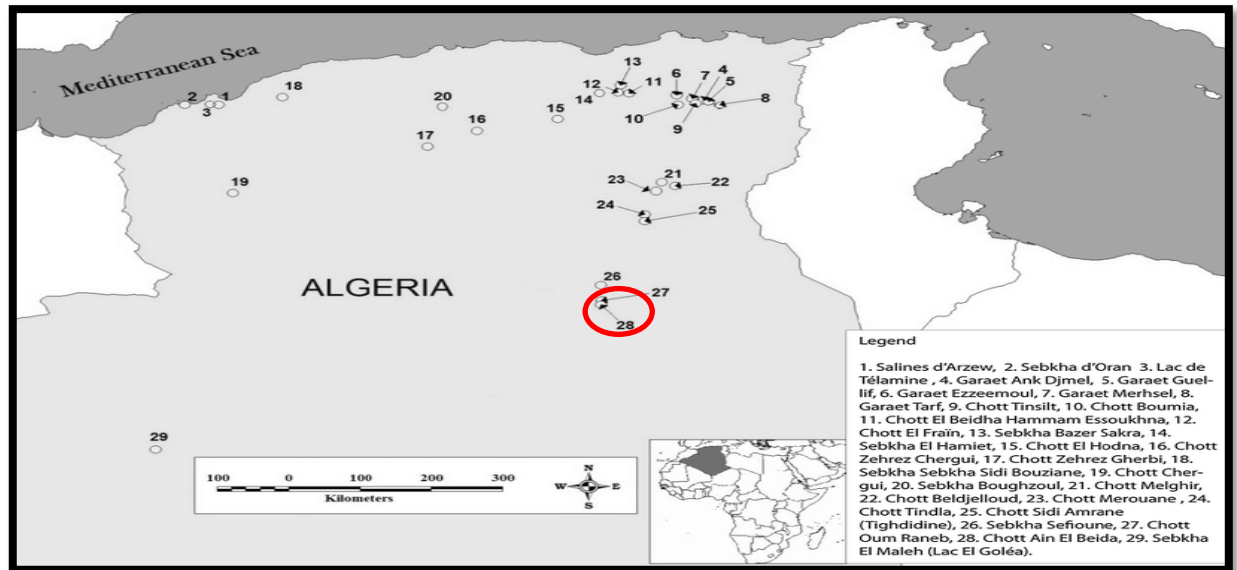


Figure 5: Situation géographique des chotts et sebkhas en Algérie (liste non exhaustive)
(Demnati *et al.*, 2017).

1. Salines d'Arzew, 2. Sebkhia d'Oran, 3. Lac Téliamine, 4. Garaet Ank Djmel, 5. Garaet Guellif, 6. Sebkhia Ezzemoul, 7. Garaet Merhsel, 8. Garaet Tarf, 9. Chott Tinsilt, 10. Chott Boumia, 11. Chott El Beidha Hammam Essoukhna, 12. Chott El Frain, 13. Sebkhia Bazer Sakra, 14. Sebkhia El Hamiet, 15. Chott El Hodna, 16. Chott Zehrez Chergui, 17. Chott Zehrez Gherbi, 18. Sebkhia Sidi Bouziane, 19. Chott Chergui, 20. Sebkhia boughzoul, 21. Chott Melghir, 22. Chott Boudjloul, 23. Chott Merouane, 24. Chott Tindla, 25. Chott Sidi Amrrane, 26. Sebkhia Sefioune, 27. Chott Oum Raneb, 28. Chott Ain El Beida, 29. Sebkhia El Maleh. Adaptée de Demnati *et al.* (2017).



Partie II :
Matériels et Méthodes

I . Matériels :**I .1. Matériels biologiques :**

Pour la réalisation de nos expériences, des échantillons d'eau ont été prélevés à partir de biotope : chott d'Aïn El-Beida (wilaya d'Ouargla), a été utilisé pour la caractérisation de quelques bactéries.

I .2. Matériels non biologiques :

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé un ensemble d'équipement, d'appareillage, de verreries, de réactifs et de produits chimiques, et certains milieux de cultures (**Annexe N°1**).

II . Méthodes :**II .1. Prélèvement des échantillons :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté : il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée (**Rodier et al, 2009**).

L'échantillonnage est réalisé dans la matinée, il a été effectué le 15/12/2021 dans les eaux de chott d'Aïn El-Beida (Longitude 5°22'42'' à 5°21'52'' Est, latitude 31°57'30'' à 31°57'30'km à 31°59'2' Nord). Avant de choisir la station d'échantillonnage, une reconnaissance visuelle telle que la couleur de l'eau, la direction de vent ou toutes autres observations pertinentes (mauvaise odeurs...).

On a prélevé trois échantillons d'eau de différents points, afin d'avoir la diversité des échantillons et la profondeur jusqu'à un demi mètre, par la suite, les prélèvements sont transportés au laboratoire et sont conservés au réfrigérateur à 4°C, en attendant les analyses.



Photo 1: Site d'échantillonnage

II.2. Mesure des paramètres physico-chimiques des échantillons :

Au niveau du laboratoire, des paramètres physico-chimiques sont mesurée.

II.2.1. La température :

La température joue un rôle majeur dans la répartition des espèces et des communautés d'être vivants dans le milieu naturel (**Rodier et al, 2009**).

Les mesures de la température sont réalisées sur site. Un thermomètre est plongé dans l'eau du chott, pour une durée égale à trois minutes afin de stabiliser la température.

II.2.2. La conductivité électrique :

Elle permet de mesurer la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. Elle permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (**Rodier et al, 2009**). La conductivité électrique standard s'exprime généralement en mil-siemens par cm (ms/cm). Elle augmente avec la teneur de l'eau en sels dissous et avec la mobilité des ions. Les mesures de la conductivité sont effectuées à l'aide d'un conductimètre.



Photo 2: Mesure de la conductivité électrique de l'eau du Chott

II.2.3. Le pH :

Le pH en milieu aquatique est essentiellement en fonction de la composition chimique de la solution aqueuse et de l'activité des organismes (**Lechlok et al, 2014**).

Les mesures de pH sont effectuées à l'aide d'un pH mètre.

II.3. Analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de Bactériologie de l'hôpital Mohammed Boudiaf Ouargla.

II.3.1. La stérilisation de milieu de culture :

La stérilisation de milieu gélose nutritif s'effectue pendant 1 heure à 120°C (sous 1 bar) dans un autoclave. Le pH du milieu est ajusté à 7, puis coulé.

II .3.2. Ensemencement :

L'ensemencement a été effectué le 28/2/2022 en surface sur un milieu GN dans des boîtes de pétri (voir photo 3). On a prélevé 0.1ml de trois échantillons à part, puis étalé sur le milieu solide GN (trois boîtes pour chaque échantillon).

Par la suite, les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24 à 48 h.



Photo 3: Ensemencement sur milieu de gélose nutritive.

II .3.3. Purification des colonies bactérienne :

Dans cette étape, les colonies à différents aspects macroscopiques sont sélectionnées, purifiées par repiquage successif par la méthode de stries sur le même milieu d'isolement, afin de sélectionner des bactéries possédants un aspect identique.



Photo 4: Le repiquage successif des colonies bactériennes.

II.3.4. Dénombrement :

Nous avons effectué le dénombrement sur le milieu solide (GN), les colonies développées sont dénombrées à l'aide d'un compteur de colonies. Le nombre des bactéries est calculé selon la formule suivante :

$$N = n / d \cdot v \text{ (Marchal, Bourdon, 1982)}$$

Où :

N : Nombre des bactéries en UFC/ml.

n : nombre de colonies dénombrées.

V : volume prélevé

D : dilution.



Photo 5: Compteur de colonie (Dénombrement).

II.3.5. Conservation des souches purifiées :

Nous avons conservées les souches purifiées dans des tubes Eppendorf contenant 70% de BN et 30% de glycérol. Ces tubes seront conservés à une température de 4°C pour une longue durée.

II.4. Identification des souches isolées :

Les souches isolées sont identifiées à travers des analyses basées sur des techniques microbiologiques standards tels que : les analyses morphologiques, biochimiques.... etc.

II.4.1. Etudes des caractères morphologiques :**II.4.1.1. Aspect macroscopique :**

L'observation de l'aspect macroscopique des colonies isolées permet d'effectuer une première caractérisation, avec une orientation possible des résultats au cours de l'identification.

D'après (**Rebbouh, 2016**), l'examen macroscopique est l'un des critères essentiels d'identification, permettent respectivement la détermination de la colonie, elle précède l'étude leur aspect macroscopique des boîtes s'effectue à l'œil nu dans endroit bien éclairée, en vérifiant que toutes les colonies soient identiques.

Les éléments d'identifications macroscopiques sont :

- La forme de colonie : ronde, irrégulière....
- La taille de colonie : par la mesure du diamètre.
- La pigmentation : couleur de la colonie.
- L'élévation : plate, concave, convexe.
- L'opacité : opaque, transparente.
- Aspect : lisse, rugueuse, sèche, dentelée...etc.

II.4.1.2. Aspect microscopique :

❖ La coloration de Gram :

La coloration de Gram permet de classer les bactéries en deux grandes catégories (Gram+, Gram-).

Nous avons préparé dans un premier temps une suspension bactérienne dense qui sera étalée sur une lame propre. Après séchage, cette suspension sera fixée à l'aide d'un Bec Benzène.

Les étapes suivies lors de cette coloration sont les suivantes :

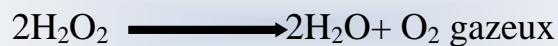
- Recouvrement du frottis par une solution de violet de Gentiane pendant 1minute et ensuite rincer rapidement à l'eau distillée.
- Recouvrir le frottis à nouveau par la solution du lugol et lisser pendant 30 secondes.
- Rincer à l'eau distillée, puis recolorer à la fuschine pendant 30 secondes.
- Rincer à l'eau une dernière fois, sécher la lame.
- On l'examine au microscope optique à l'objectif ×40.

Avec cette coloration, les bactéries (Gram+) apparaissent en violet foncé tandis que les bactéries (Gram-) sont colorées en rose (**Delarras, 2007**).

II.4.2. Étude biochimique :

II.4.2.1. Recherche de catalase :

La catalase est une enzyme catalysant la dismutation de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène). L'importance de cette enzyme a été toujours évoquée, car elle empêche en effet l'accumulation d' H_2O_2 , dont l'action serait létale pour la cellule bactérienne, catalysant la réaction suivante :



La technique utilisée consiste à déposer sur une lame propre, une goutte d'eau oxygénée et à y dissocier directement peu de culture bactérienne à étudier, prélevée sur un milieu solide à l'aide d'une pipette pasteur stérile.

Si la souche examinée possède une catalase, nous observons un dégagement immédiat de bulles gazeuses.

II.4.2.2. Système d'identification par Galerie Api 20 E :

API 20 E est un système standardisé (Bio Mérieux) permet d'identification des entérobactéries et autres bacilles à gram négatif, comprenant 20 tests biochimiques miniaturisés, comporte 20 micro-tube contenant des substrats déshydratés.

Nous avons prélevé une colonie bien isolée sur un milieu gélosé à partir d'une culture jeune (24 h), une suspension bactérienne est réalisé par une en homogénéisation de la bactérie dans une eau physiologie ou dans un milieu liquide livré dans le kit commercialisé de l'API (Bio Mérieux), (**Voir photo 6**).

Par la suite, nous avons préparé la galerie, on met de l'eau distillée sur le fond du support de la galerie API 20. Toutes les alvéoles doivent être remplies (**Voir photo 7**).

On introduit la suspension bactérienne dans les tubes de galerie à l'aide d'une pipette pasteur stérile (**Voir photo 8**). On ferme la boîte d'incubation et on place dans l'étuve à $30^\circ C$, pendant 24 h. La détermination de la positivité et la négativité de chaque test consiste sur une lecture soit indirect (en ajoutant des réactifs spécifiques) (**Voir photo 9**), la lecture se fait en se basant sur les tableaux indiquées dans la fiches technique de chacun des API.

Les épreuves biochimiques permettent en général de distinguer les espèces, même étroitement apparentées entre elles (**Tortora et al, 2003**).



Photo 6: préparation de suspension bactérienne de chaque souche.



Photo 7: Remplissage des alvéoles de l'API 20 avec de l'eau distillée.



Photo 8: Introduction de la suspension bactérienne dans les tubes de galerie.



Photo 9: Les réactifs utilisés pour lecture les tests VP, TDA, IND.

II.4.3. Tolérance des souches caractérisées à NaCl :

Nous avons réalisé ce test pour l'objectif de déterminer l'optimum de croissance des souches isolées et voir l'influence de différentes concentration à NaCl selon leur comportement.

Les souches isolées ont été testées pour leur tolérance à NaCl sur des milieux solide (GN), ajustés à pH de 7 à 7,2. Différentes concentrations (7,5 % ; 10 % ; 12,5 % ; 15 % ; 17,5 % ; 20 % et 35%) ont été testées, et les boîtes sont incubées pendant 24 h à 48 h à une température de 30°C.



Photo 10: Milieu de culture à différentes concentrations de NaCl.

II.4.4. Test d'activité antagoniste des souches bactériennes :

La mise en évidence de l'activité antimicrobienne des bactéries est effectuée par la méthode des stries croisées. Les souches isolées sontensemencées sur le milieu gélosé solide en un seul trait en bordure de la boîte de Pétri. Les boîtes sont incubées à une température de 30°C pendant 3 jours. Par la suite, les champignons-cibles (*Aspergillus carbonarius* et *Penicillium sp*) sontensemencées en traits perpendiculaires à celui des souches caractérisées.



*Partie III : Résultats
et discussion*

I . Analyse physico-chimique des échantillons :

I .1. La température :

L'évolution de la température d'un lac salé ou chott reste liée aux conditions locales telles que le climat régional, la topographie, la durée de l'ensoleillement, le débit et la profondeur (Mc Neely *et al*, in Hacini *et al*, 2012).

Les échantillons de l'eau prélevée de différents points d'échantillonnage présentent une T°C variée entre 8°C à 10°C.

- L'échantillon 1 : 8°C.
- Les échantillons 2 et 3 : 10°C.

Donc l'eau de chott d'Aïn El-Beida au moment de l'échantillonnage (Mois de décembre) est froide.

I .2. La Conductivité électrique :

Les valeurs de la conductivité électrique (CE) de l'échantillon d'eau est entre 2.4 et 6 ds/m, ces résultats qui nous permettent de qualifier l'eau du chott d'Aïn El-Beida de salée à très salée (hyper salée), (Aubert, 1978), (figure 08).

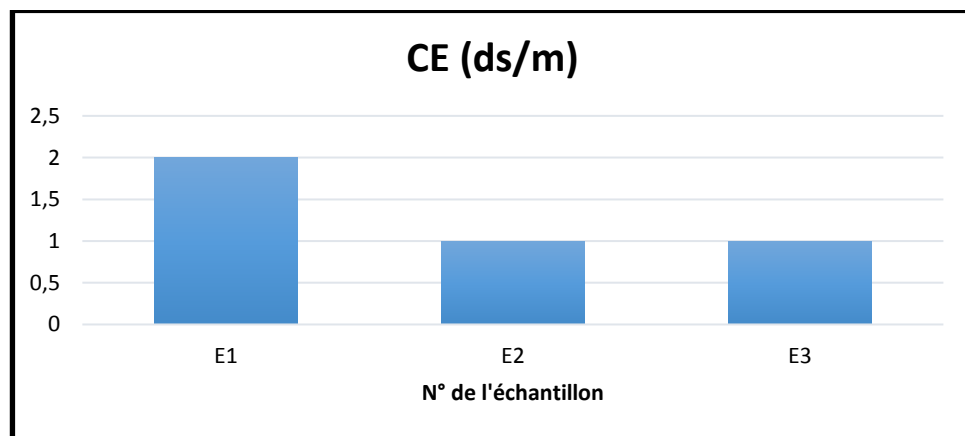


Figure 6 : La conductivité électrique de l'eau du chott d'Aïn El-Beida.

I .3. Le pH :

D'après les résultats d'analyse de pH des échantillons, le pH enregistré pour l'eau de l'échantillon 3 est neutre varié entre 6.6 à 7.2 tandis que le pH de l'échantillon1 et l'échantillon 2 tend plutôt vers l'alcalinité avec des valeurs 7,55 et 8.39 successivement. Le pH de l'échantillon 1 dépasse les valeurs relevées au niveau de Sebkhha Ezzemoul (Oum

Bouaghi) pH : 7,53 (Kharroub *et al*, 2006) et des lacs salés algériens précédemment décrit sidi Ameer, Himalatt (Boutaiba *et al*, 2011). Le pH de l'échantillon 2 est proche des valeurs qui ont été notées pour le lac Nakuru (Gerday et Glansdorff, 2007) et également proche de celle du lac salé d'El Goléa (Boutaiba *et al*, 2011). Nous concluons que l'eau de *Chott d'Aïn El-Beida* caractérisée par un pH neutre vers alcalin (Voir figure 07).

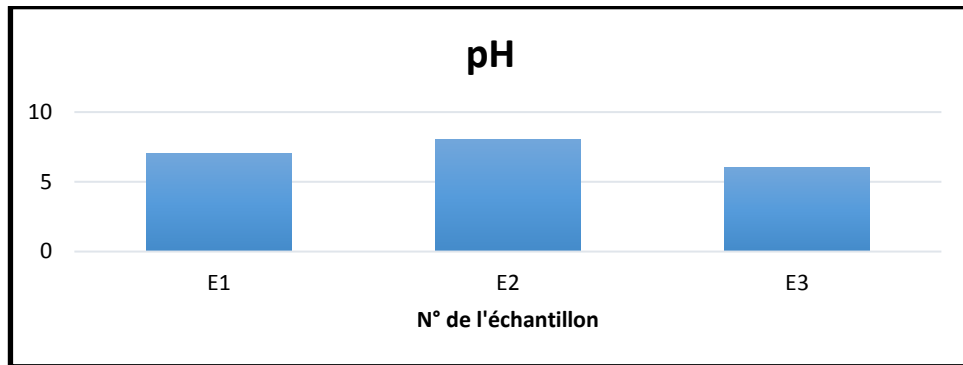


Figure 7 : pH de l'eau du site de Chott d'Aïn El-Beida.

II. Analyse microbiologique :

II.1. Observation de la croissance bactérienne :

L'observation de la croissance des bactéries a été effectuée après 24 h à 48 h de l'ensemencement sur milieu solide (GN). Les colonies bactériennes que l'on observe sont apparues et possèdent des aspects différents (photo 11), à partir des trois échantillons d'eau prélevés.

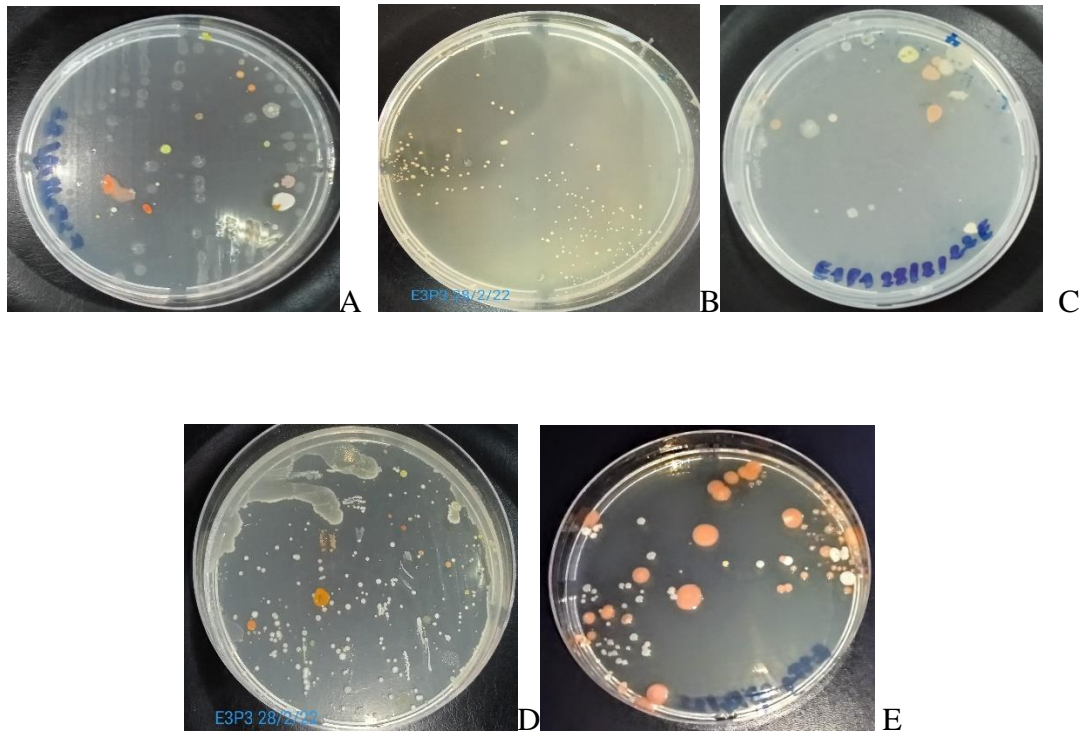
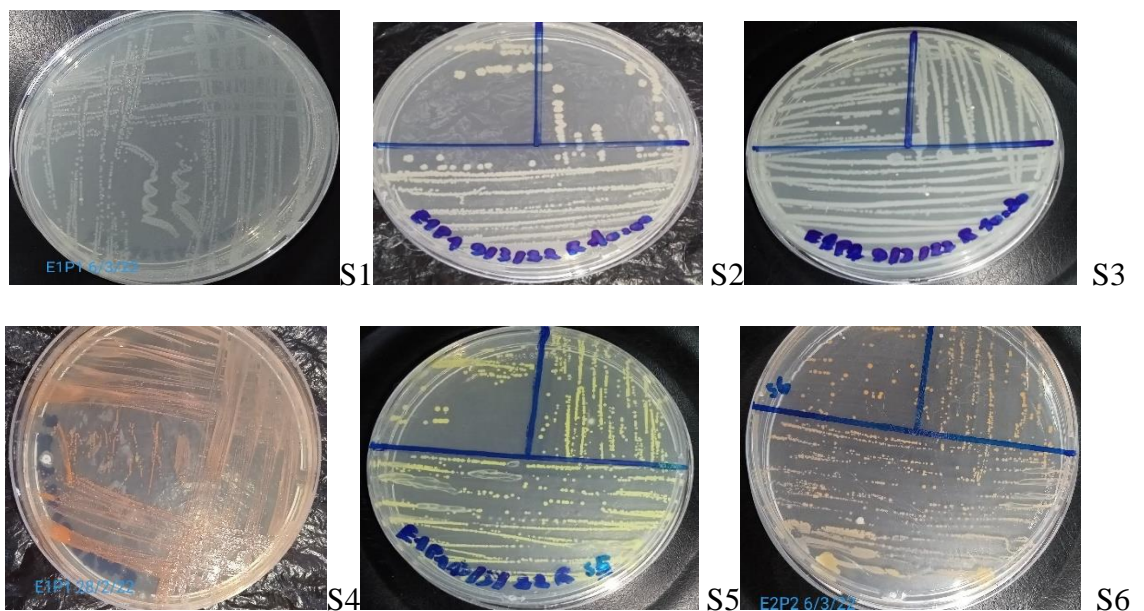


Photo 11: Résultats des différentes colonies des bactéries obtenues avant la sélection des bactéries.

II .2. Etude morphologique :

II .2.1. Aspect macroscopique :

Après la purification, nous avons retenu au final 15 isolats (**photo 12**), les souches isolées à partir des échantillons ont fait l'objet d'une caractérisation basée essentiellement sur les critères morphologiques. Le premier critère de sélection est la pigmentation.



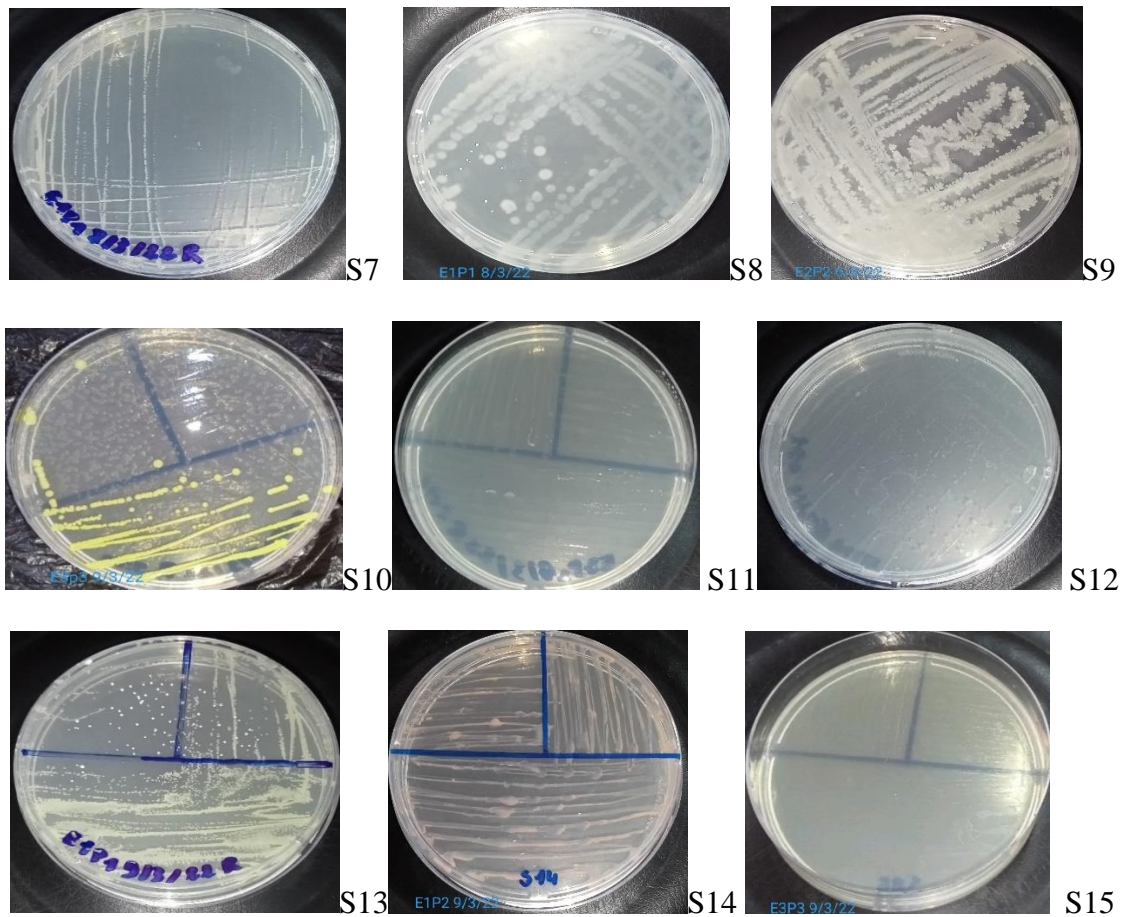


Photo 12: Aspect macroscopique des bactéries après la purification.

La caractérisation morphologique de ces souches est présentée dans le tableau N°04 :

Tableau 4 : Caractéristiques macroscopiques des souches bactériennes isolées.

Critère	La forme	Croissance	Opacité	Surface	Taille	Couleur	Contour	Élévation
Souches								
S1	ronde	crémeuse	peu opaque	lisse	très petite	grisâtre	régulier	plate
S2	ronde	crémeuse	opaque	lisse	petite	blanche brillanté	régulier	plate
S3	ronde	crémeuse	opaque	lisse	petite	blanchâtre	régulier	plate
S4	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	orange foncé	régulier	plate
S5	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	jaune	régulier	plate
S6	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	orange clair	régulier	plate
S7	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	blanche	régulier	plate
S8	ronde	crémeuse	opaque	lisse	moyenne	grisâtre	régulier	plate
S9	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	doré	régulier	plate
S10	ronde	crémeuse	opaque	bombée	moyenne	jaune foncé	régulier	plate
S11	ronde	crémeuse	peu opaque	lisse	moyenne	grisâtre clair	régulier	plate
S12	ronde	crémeuse	Peu opaque	lisse	très petite	grisâtre très clair	régulier	plate
S13	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	blanchâtre	régulier	plate
S14	ronde	crémeuse	opaque	lisse	très petite	saumon rose	régulier	plate
S15	ronde	crémeuse	peu opaque	lisse	très petite	doré	régulier	plate

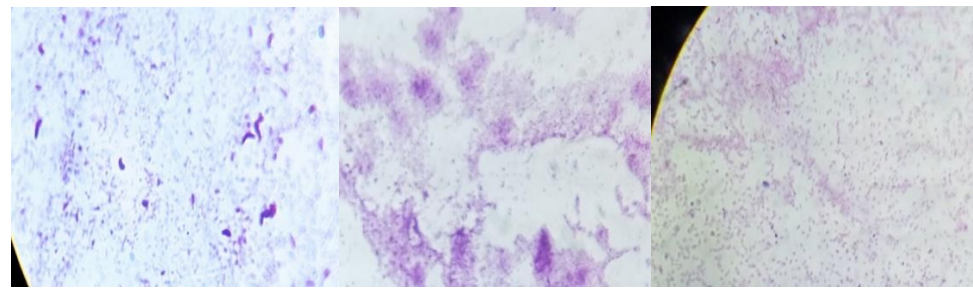
En ce qui concerne la caractérisation macroscopique après la sélection de nos isolats, nous avons obtenu les résultats présentés dans le **tableau 04**.

Ces résultats obtenus montrent clairement que les souches sélectionnées sont différentes les unes des autres. Par exemple la pigmentation de la souche (S5) est différente par rapport à la (S4), (pigmentation orange foncé).

II.2.2. Aspect microscopique (coloration de Gram) :

L'observation microscopique après coloration de Gram a révélé que les 15 souches isolées apparaissent sous forme de cocci colorées en rose (S2, S3, S9, S11) et d'autre sous forme bacille colorées en rose (S5, S6, S7, S12, S13), ce sont des bactéries à gram négatifs à paroi perméable à l'alcool, qui ont été décolorées puis recolorées par la fuschine.

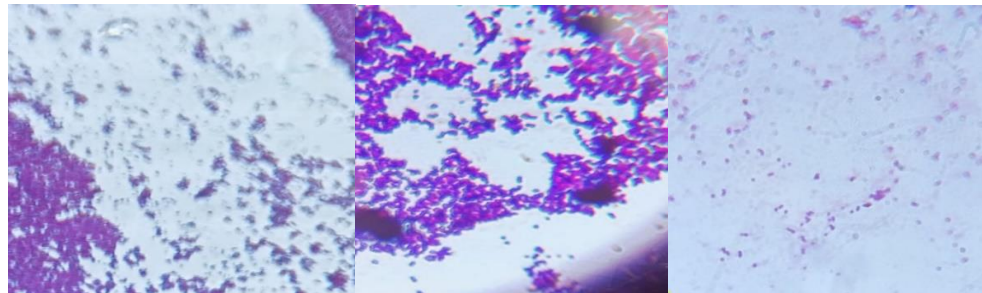
Et des souches possèdent une forme cocci colorées en violet (S4, S8, S10, S15) et d'autre sous forme bacille colorées en violet (S1, S14), ce sont des bactéries à gram positifs à paroi imperméable à l'alcool qui capable de fixer le violet de gentiane (**photo N°13**).



S1

S2

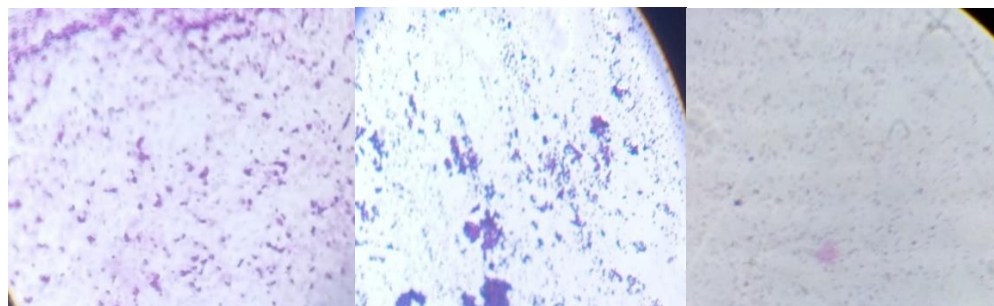
S3



S4

S5

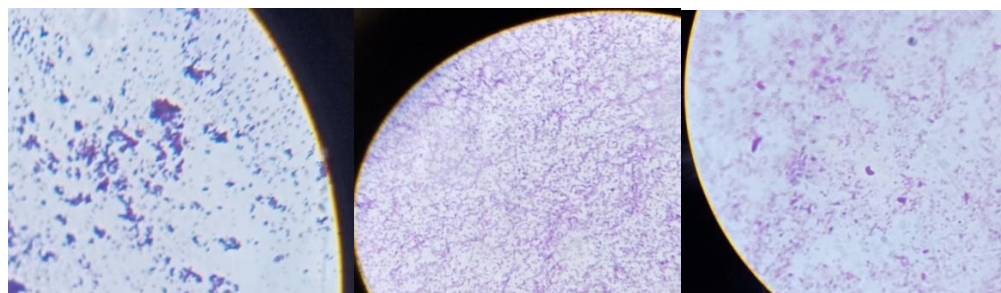
S6



S7

S8

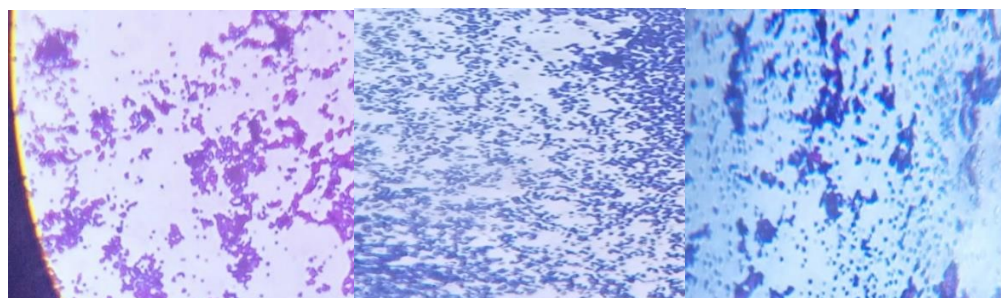
S9



S10

S11

S12



S13

S14

S15

Photo 13: Résultats de la coloration de Gram des souches isolées (G ×40).

II.3. Dénombrement des souches isolées :

Pour estimer la présence des bactéries dans les échantillons prélevés, nous avons procédé à un dénombrement de nos souches isolées. Le dénombrement a été effectué après 24h à 48h d'incubation, Les résultats obtenus concernant le dénombrement sont exposés dans le tableau N° 5.

Tableau 5 : Dénombrement des colonies bactériennes en UFC/ml de nos souches isolées.

Souches	nombre de colonies en UFC/ml
S1	1.28×10^4
S2	0.92×10^4
S3	8.72×10^3
S4	2.236×10^4
S5	1.372×10^4
S6	1.028×10^4
S7	3.12×10^3
S8	3.36×10^3
S9	1.432×10^4
S10	0.27×10^4
S11	6.32×10^3
S12	Tapi bactérien
S13	Tapi bactérien
S14	Tapi bactérien
S15	Tapi bactérien

Pour les résultats obtenus concernant la densité bactérienne, Nous avons obtenu des valeurs qui varient entre 0.27×10^4 et 2.236×10^4 pour les souches isolées. Donc on conclut que la densité microbienne dans les échantillons de l'eau de chott d'Aïn El-Beida est abondante et diversifiée.

II.4. Etude biochimique :

II.4.1. Test catalase :

Les résultats du test catalase (**photo 14 ; tableau N°6**) montrent qu'il y a parmi les 15 souches isolées des bactéries à catalase positive et d'autres à catalase négative.

Tableau 6 : Résultats du test catalase pour les souches isolées.

Souches	Test catalase
S1	+
S2	-
S3	-
S4	+
S5	+
S6	+
S7	-
S8	-
S9	-
S10	+
S11	-
S12	-
S13	-
S14	+
S15	-

+ : catalase positive ; - : catalase négative

Pour l'objectif de mettre en évidence la voie de respiration des souches isolées, nous avons obtenu les résultats présentées dans le tableau 06.

Ces résultats montrent qu'il y a des bactéries aérobies telles que les souches (S10, S14), et des souches bactériennes anaérobies telles que les souches (S3, S8) selon le test catalase.

**Photo 14**: La différence entre la catalase positive et la catalase négative.

II.4.2. Identification des souches par l'API 20 E :

Le principe de l'identification de la galerie API 20 est le même que celui enzyme/substrat. Chaque cupule contient un substrat différent avec lequel chaque enzyme bactérienne réagit. Après une incubation à 30°C pendant 24 h, les résultats sont mentionnés dans le **tableau N°7**, (voir l'annexe 4).

Tableau 7 : Résultats des tests biochimiques par l'API 20 E pour les 15 souches isolées.

Tests biochimiques	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Gram	Bacille Gram +	Cocci Gram-	Cocci Gram-	Cocci Gram+	Bacille Gram-	Bacille Gram-	Bacille Gram-	Cocci Gram+
Catalase	+	-	-	+	+	+	-	-
ONPG	-	+	-	-	-	+	-	+
ADH	-	-	+	-	+	-	-	-
LDC	-	-	-	-	+	-	-	-
ODC	-	-	-	-	-	-	-	-
Citrate	-	-	-	-	-	-	-	-
H2S	-	-	-	-	-	-	-	-
Uréase	-	-	-	-	-	-	-	-
TDA	-	-	-	-	-	-	-	-
Indole	+	+	+	+	+	+	+	+
VP	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+
Gélatine	-	-	+	-	-	+	-	-
Glucose	-	-	-	-	+f	-	-	+f
Mannitol	-	+f	-	-	+	-	-	+
Inositol	-	-	-	-	-	-	-	+f
Sorbitol	-	-	-	-	-	-	-	+f
Rhamnose	-	-	-	-	-	-	-	-
Saccharose	-	-	-	-	-	-	+f	+f
Melibiose	-	-	-	-	-	-	-	-
Amygdaline	-	-	-	+f	+f	-	-	+f
Arabinose	-	-	-	+f	+f	-	-	-

+ : réaction, +f: réaction faible, - : pas de réaction.

En ce qui concerne la caractérisation biochimique de nos isolats sélectionnés, nous avons obtenu les résultats présentés dans le tableau 07. Ces résultats montrent qu'il y a une différence des caractères biochimiques d'une souche à l'autre.

Par exemple la souche (S2) possède de la β -galactosidase par rapport à la souche (S1) aucune production de β -galactosidase. En revanche, nous avons remarqué une présence de tryptophanase qui est responsable de la production de l'indole pour les deux souches (S1, S2).

Tableau 8 : Résultats des tests biochimiques par l'API 20 E pour les 15 souches isolées (suite).

Tests biochimiques	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Gram	Cocci Gram-	Cocci Gram+	Cocci Gram-	Bacille Gram -	Bacille Gram-	Bacille Gram+	Cocci Gram+
Catalase	-	+	-	-	-	+	-
ONPG	+	-	+	-	-	-	-
ADH	-	+	-	-	-	-	-
LDC	-	-	-	-	-	-	-
ODC	-	-	-	-	-	-	-
Citrate	-	-	-	-	-	-	-
H₂S	-	-	-	-	-	-	-
Uréase	-	-	-	-	-	-	-
TDA	-	-	-	-	-	-	-
Indole	+	+	+	+	+	+	+
VP	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+
Gélatine	-	+	-	-	+	+	-
Glucose	-	-	+	+f	-	-	-
Mannitol	+f	-	+	+f	-	-	-
Inositol	-	-	+f	-	-	-	-
Sorbitol	+f	-	+f	-	-	-	-
Rhamnose	-	-	-	-	-	-	-
Saccharose	-	+f	+f	-	-	-	-
Melibiose	-	-	-	-	-	-	-
Amygdaline	+f	-	+f	+f	-	-	-
Arabinose	+f	-	+f	+f	-	-	-

+ : réaction, +f : réaction faible, - : pas de réaction

La lecture et l'interprétation des caractères biochimiques sont résumées comme suit :

Pour les caractères biochimiques de nos souches étudiées, nous avons noté la majorité de ces dernières ont une catalase négative, et d'autres ont une catalase positive.

Sur les Quinze souches testées pour la production de la β -galactosidase responsable de la dégradation du lactose, 5 parmi nos souches se sont révélées positives. Et pour l'arginine dihydrolase (ADH) on a trouvé trois souches uniquement qui sont positives. Une réponse négative est détectée chez une seule souche (5) pour la lysine décarboxylase (LDC).

Nous avons remarqué que toutes les souches possèdent une tryptophanase responsable de la production de l'indole. Les résultats obtenus montrent également une faible fermentation de quelques glucides pour certaines souches. La plupart des souches fermentent faiblement le

mannitol, ce sont des souches immobiles, parmi lesquelles six souches sont mobiles telle que la souche 5 (Voir Tableau 07, annexe 4).

➤ **Caractères biochimiques des souches S5, S12 :**

Pour les souches S5, S12, ce sont des souches à Gram⁻ possédant une catalase positive pour la souche (S5) et, elle est négative pour la souche(S12).

Les deux souches se sont révélées négative pour le test ONPG (enzyme β-galactosidase responsable de la dégradation du lactose), la seule explication à ceci, est que cette souche est probablement déficiente en la β-galactosidase perméase responsable du transport du lactose dans le cytoplasme, comme il a été suggéré par certains auteurs (Joffin et Leyral, 2006).

Les résultats obtenus suite à l'identification à l'aide du catalogue analytique confirment que les souches 5 et 12 appartiennent au genre *Escherichia* précisément l'espèce *Escherichia coli 2* (voir Tableau 08, annexe 4).

➤ **Caractères biochimiques de la souche 6 :**

Pour la souche (S6) est une souche à Gram-, le test catalase a montré que la souche a une catalase positive. Le test d'ONPG montre que la souche (S6) possède de la β-galactosidase, une réponse négative est obtenue pour la lysine décarboxylase (LDC), le citrate et le tryptophane désaminase (TDA), l'Uréase, l'arginine dihydrolase (ADH), d'ornithine décarboxylase (ODC), et l'absence de production de H₂S, une réponse positive pour la gélatine.

La souche (S6) possède une tryptophanase responsable de la production de l'indole.

Les résultats obtenus suite à l'identification à l'aide du catalogue analytique confirment que la souche (S6) appartient au genre *Flavobacterium* précisément l'espèce *Flavobacterium meningosepticum* (voir Tableau 08, annexe 4).

➤ **Caractères biochimiques de la souche 7 :**

Pour la souche (S7) est une souche à Gram-, possédant une catalase négative.

La souche s'est révélée négative pour le test ONPG (enzyme β-galactosidase), la lysine décarboxylase (LDC), le citrate et le tryptophane désaminase (TDA). L'Uréase et l'arginine dihydrolase (ADH), l'ornithine décarboxylase (ODC), la gélatine, H₂S n'ont été observés pour la souche (S7). Elle produit l'indole et fermente le saccharose.

Les résultats obtenus suite à l'identification à l'aide du catalogue analytique confirment que la souche (S7) appartient au genre *Shigella* précisément l'espèce *Shigella spp* (voir **Tableau 08, annexe 4**).

➤ **Caractères biochimiques de la souche S13 :**

Pour la souche (S13) est une souche à Gram-, possédant une catalase négative.

La gélatine a été observée pour cette souche (S13). Elle produit l'indole et aucune fermentation des glucides.

Les résultats obtenus suite à l'identification à l'aide du catalogue analytique confirment que la souche (S13) appartient au genre *Aeromonas* précisément l'espèce *Aeromonas salmonicida* (voir **Tableau 08, annexe4**).

Tableau 9 : Résultats de l'identification des souches isolées du chott d'Ain El-Beida.

Numéros des isolats	Nom de la bactérie
1	-
2	-
3	-
4	-
5	<i>Escherichia coli 2</i>
6	<i>Flavobacterium meningosepticum</i>
7	<i>Shigella spp</i>
8	-
9	-
10	-
11	-
12	<i>Escherichia coli 2</i>
13	<i>Aeromonas salmonicida</i>
14	-
15	-

- : Résultats négatif

En ce qui concerne l'identification des souches isolées, nous avons obtenu des résultats à l'aide d'un catalogue analytique (voir tableau 08).

Le tableau 08, montre qu'il y a des souches identifiées par API 20 E, comme les souches (S5, S12). En revanche, il y a des résultats négatifs pour quelques souches telles que les souches (S1, S2, S15).

II.5. Tolérance des souches bactériennes à NaCl :

Dans le contexte de la caractérisation des bactéries isolées, nous avons testé la tolérance à NaCl. Les souches qui possèdent une tolérance élevée à NaCl sont des bactéries halophiles, ce qui explique leur présence dans une niche écologique dont le taux en sels est important c'est le cas du chott d'Aïn El-Beida. Ce qui explique que la salinité est considérée comme un facteur abiotique, ainsi que certaines conditions environnementales comme les paramètres physico-chimiques tel que le pH, la conductivité électrique et la température influencent la croissance des micro-organismes.

Les résultats des souches aux différentes concentrations à NaCl sont donnés dans le (**tableau 09**).

Tableau 10 : Tolérance de 15 isolats caractérisés aux différentes concentrations de NaCl.

Isolat	Concentration de NaCl						
	7.5%	10%	12.5%	15%	17.5%	20%	35%
S1	+	-	-	-	-	-	-
S2	+	+	+	+	+	-	-
S3	+	+	+	+	+	+	+
S4	+	+	+	+	+	+	+
S5	+	+	+	+	+	+	+
S6	+	+	+	+	+	+	+
S7	+	+	+	+	-	-	-
S8	+	+	+	+	+	-	-
S9	+	+	+	+	+	-	-
S10	+	+	+	+	+	+	+
S11	+	+	+	+	+	+f	-
S12	+	+	+	+f	-	-	-
S13	+	+	+f	+f	-	-	-
S14	+	+	+	+	+	+	-
S15	+	+	+	+	+	+	+

+ : Présence de croissance ; - : Absence de croissance ; +f : Faible croissance

En ce qui concerne la tolérance de nos souches sélectionnées aux différentes concentrations de NaCl, nous avons obtenu les résultats suivants :

Toutes les souches étudiées tolèrent une concentration en NaCl jusqu'à 15% sauf la souche (S1), six souches tolèrent une concentration de 35% d'NaCl. La tolérance des souches est différente pour les concentrations 17.5% et 20%.

L'interprétation de ces résultats est résumée comme suit (**voir tableau 09**) :

Nous avons remarqué que les souches (S3, S4, S5, S6, S10, S11, S15) tolèrent relativement une forte concentration en sel de 20% à 35%, et peuvent être classées parmi les espèces euryhalines, ce sont des bactéries halophiles, comme il a été suggéré par certains auteurs (**Larsen, 1962 ; Kushner, 1993**) (voir **Tableau 02 et 03**).

En comparant nos résultats avec les travaux de (**Khelil et al, 2013**), dont l'identification de la souche LMB3981 dans le Lac d'El Goléa, où la concentration de l'NaCl est égale à 25% (p/v). Au-dessus d'une concentration de 7.5% de NaCl, nous n'avons obtenu aucune croissance de la souche (S1).

En ce qui concerne les souches S2 à S15, ces dernières se sont développées normalement à des concentrations de NaCl de 5 % à 17.5%, des résultats similaires sont trouvés dans le lac hypersalins de Bakhtegan, situé au sud de l'Iran où ils ont pu identifier la souche AF-2004 (**Amoozegara et al, 2007**).

La tolérance des souches S2 jusqu'à S15 montre que ces dernières peuvent croître dans des milieux où la concentration en NaCl varie entre 5 et 15%.

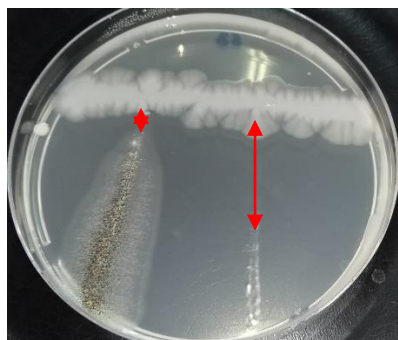
Les travaux de **Baati et al, 2009**, au niveau de la station de sel de Sfax-Tunisie, ont révélé 40 souches halotolérantes, dont la majorité se développait de manière optimale entre 5-15% de sel, à 37°C et à pH 7.

II.6. Test de l'activité antagoniste des souches bactériennes :

Dans l'objectif de mettre en évidence le rôle écologique de nos isolats de l'eau du chott d'Aïn El-Beida, voir leurs interactions avec la biocénose avec l'environnement, nous avons choisi deux champignons afin d'évaluer l'activité microbienne de nos souches qui ont été testées par la méthode des stries croisées :

- *Aspergillus carbonarius* (Ac) qui est un champignon tellurique producteur de substances toxiques (mycotoxines).
- *Penicillium sp* (p).

Les résultats obtenus après une période d'incubation de 48 h (pour les champignons), en mesurant les zones d'inhibition en millimètre entre la bordure de la souche caractérisée et celle de la souche-cible (Champignon-test), (voir photo 15).



Ac

P

Photo 15: Activité antifongique de la souche 3

Ac : *Aspergillus carbonarius*P : *Penicillium sp*

La souche S3 inhibe la croissance de l'*Aspergillus carbonarius*(Ac) et *Penicillium sp*(P) comme il est montré sur la photo 15.

Les résultats de l'activité antifongique de 15souches isolées sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 11 : Action antifongique de 15 isolats sélectionnés contre 2 champignons-cibles.

Isolat	Distance d'inhibition (mm)	
	<i>Aspergillus carbonarius</i> (Ac)	<i>Penicillium sp</i> (p)
S1	30	22
S2	35	35
S3	05	20
S4	20	27
S5	00	00
S6	40	00
S7	27	27
S8	50	40
S9	02	00
S10	30	20
S11	45	35
S12	40	35
S13	00	00
S14	00	-
S15	00	00

- : absence

Les résultats obtenus montrent clairement que l'action antifongique diffère d'une souche à une autre selon les champignons-test (**Voir tableau 10**).

Pour l'activité antifongique de l'isolat S6 est considérable avec le champignon *Aspergillus carbonarius* (Ac), en revanche nous constatons aucune activité antifongique contre le *Penicillium sp* (p) (Voir tableau 10, annexe 5).

Les interactions entre les microorganismes telles que la compétition, la symbiose, le mycoparasitisme sont parmi les facteurs biotiques qui influencent directement sur les différentes activités antagonistes (antibactérienne, antifongique).

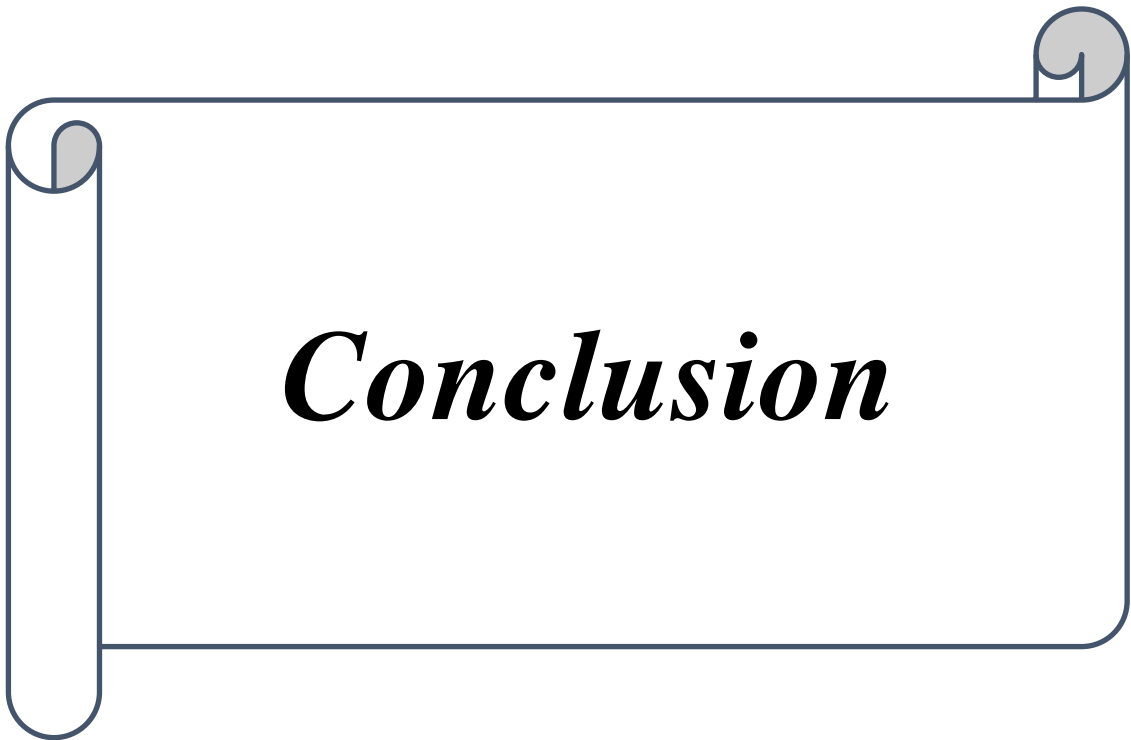
L'activité antagoniste des souches isolées a donné des résultats intéressants, ils sont comme suit :

- La souche 11 a inhibé la croissance de champignon *Aspergillus carbonarius* (Ac) avec une zone d'inhibition très claire (45mm), et le champignon *Penicillium sp* (p) avec une zone d'inhibition égale à 35mm (voir tableau 10, annexe 5).
- La souche 12a inhibé la croissance de champignon *Aspergillus carbonarius* (Ac) avec une zone d'inhibition égale à 40mm, et le champignon *Penicillium sp* (p) avec une zone d'inhibition qui est égale à 35mm (voir tableau 10, annexe 5).

Cette inhibition de la croissance des champignons est due principalement à la compétition entre les souches testées et les champignons utilisés. L'*Aspergillus* produit un grand nombre de spore ce qui le rend plus compétitif, comme il a été suggéré par certains auteurs (Dhliwayo, 2008). La compétition entre les microorganismes se fait également pour les nutriments et selon Goutam, 1999 qui a montré que l'*Aspergillus* contient l'élément de compétition pour l'acquisition du fer.

- Pour la souche 3 et la souche 9 ont montré une résistante contre l'*Aspergillus* avec une zone d'inhibition de 05mm et 02mm successivement.
- la souche 6 et la souche 9 la S6 et la S9 ont inhibé uniquement l'*Aspergillus carbonarius* avec une zone d'inhibition 40 mm et 02 mm successivement.
- Le résultat de l'activité antifongique a montré la capacité de la souche 8 qui inhibe fortement la croissance de l'*Aspergillus carbonarius* (Ac) et *Penicillium sp* (p) avec une zone d'inhibition de 50 mm et 40 mm successivement.

Il serait bon de mettre en évidence la souche 8 en vue d'une lutte biologique contre la contamination fongique des dattes causée par l'*Aspergillus carbonarius* (Ac) et *Penicillium sp* (p), ces deux derniers ont été les plus fréquemment isolés sur les dattes (Abekhti et al, 2013).



Conclusion

Conclusion

L'objectif principal de ce travail est de faire un essai de caractérisation de quelques bactéries des eaux du Chott de Ain El-Beida afin d'essayer de comprendre leurs interactions et leurs comportements au sein de l'environnement, d'étudier également l'effet de quelques facteurs écologiques de cet écosystème qui reste assez complexe.

Ce travail nous a permis d'avoir des données intéressantes sur quelques bactéries de l'eau de notre niche écologique (le chott d'Ain El-Beida) de la région d'Ouargla.

Pour cela nous avons effectué différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques pour mieux expliquer les facteurs biotiques et abiotiques influençant directement et indirectement la caractérisation de ces bactéries qui jouent un rôle important dans le domaine écologique à voir les interactions entre leur biotope et leur biocénose.

À partir des analyses physico-chimiques (T°, pH et CE), nous avons distingué que le pH de nos échantillons est neutre vers alcalin. Ce site est classé parmi les sites très salés d'après les résultats de la conductivité électrique, dont les valeurs varient de 2.4 à 6 ds/m.

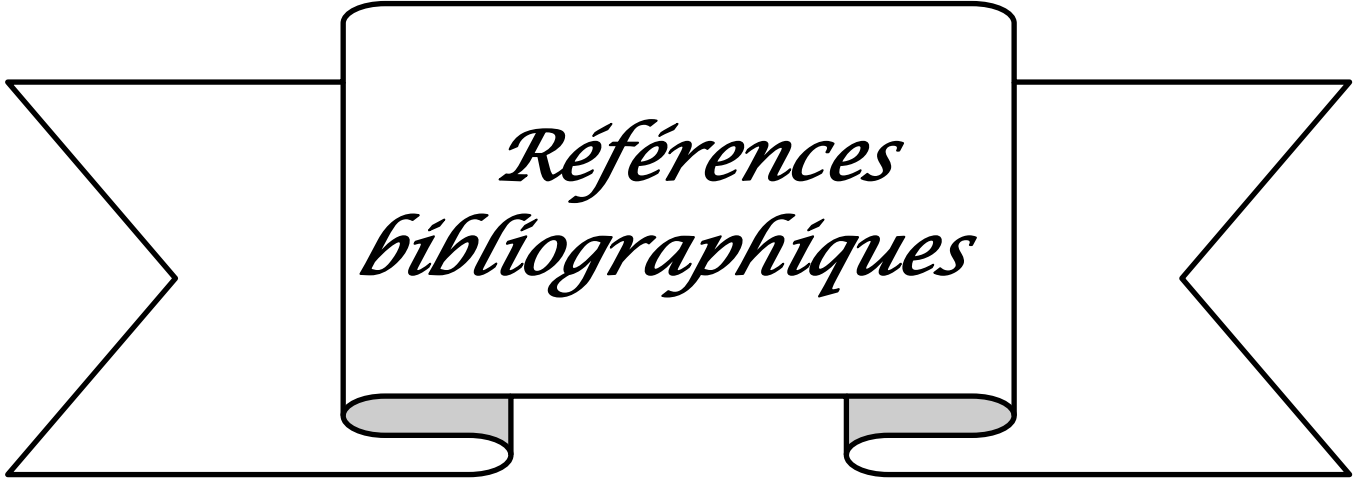
Le dénombrement de la microflore dans nos trois échantillons a montré que l'eau de milieu étudié contient un nombre important et diversifié, le nombre des bactéries varient entre 0.27×10^4 et 2.236×10^4 dans 0.1 ml d'eau. Quinze souches bactériennes ont été isolées puis identifiées par la Galerie API 20 E, qui apparaît sous forme de bacille et cocci d'une part, à Gram négatif et d'autre part à Gram positive appartenant aux genres et espèces suivants : *Escherichia coli* 2 (S5), *Flavobacterium meningosepticum* (S6), *Shigella spp* (S7), *Escherichia coli* 2 (S12), *Aeromonas salmonicida* (S13), et les souches restantes ont été non identifiées.

Lors des différents tests effectués sur les souches qui sont sélectionnées et purifiées, nous avons remarqué que nos isolats tolèrent relativement une forte concentration en sel et peuvent être classés parmi les espèces euryhalines, on doit souligner que certaines de nos souches ont un pouvoir de tolérance en NaCl allant jusqu'à 35%.

Les résultats de l'activité antagoniste révèlent que certains champignons-cibles sont inhibés par certaines souches étudiées (S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12). La souche 8 possède une forte capacité inhibitrice avec des valeurs élevées contre les champignons-cibles. Par contre la S6 et la S9 ont inhibé uniquement l'*Aspergillus carbonarius*.

Le travail effectué ouvre des perspectives multiples :

- Compléter l'identification de nos souches par d'autres méthodes plus pointues.
- Réaliser une identification à base moléculaire des souches isolées.
- de point de vue dénombrement, il serait nécessaire d'effectuer un comptage des microorganismes y compris notamment les bactéries halophiles dans différents lacs salés au sud Algérien, afin de savoir la diversité écologique microbienne et déterminer des nouvelles espèces.
- sélectionner quelques une et étudier leur pouvoir antagoniste d'une manière approfondie (c'est-à-dire l'activité antibiotique et enzymatique).



*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- Abekhti A, Zarour K, Boulal A, Benmechernene Z, Kihal M. (2013).** Evaluation of microbiological quality of the date fruit Product “Btana” produced in Adrar South Algeria. *Journal of Microbiology research*, 3 (5) : 163-170.
- Ait Barka E., Vatsa P. Sanchez L. Gaveau-Vaillan N. Jacquard C. Klenk H-P. Clément C. Ouhdouch Y. et van Wezel G.P. (2015).** Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(1), 1-43.
- Amoozegara, M. A., Azadeh, Z., F, Hamid, R., Karbalaei-Heidarib, Razavi, M. R. (2007).** Production of an extracellular alkaline metalloprotease from a newly isolated, moderately halophile, *Salinivibrio* sp. Strain AF-2004. *Microbiological Research*, 162 369-377.
- A.N.R.H, 2010.** L’Agence National des Ressources Hydrauliques de la wilaya d’Ouargla : Rapports techniques.
- Antunes A., Rayney FA. Wanner G. Taborda M. Pa’tzold J. Nobre MF. Da Costa M. ET Huber R. (2008).** A new lineage of halophilic, wall-less, contractile bacteria from a brine filled deep of the Red Sea. *Journal of Bacteriology*, 190:3580-3587.
- Antón, J., Oren, A., Benlloch, S., Rodríguez-Valera, F., Amann, R., Rosselló-Mora, R. 2002.** *Salinibacter ruber* gen. Nov sp. Nov. a novel, extremely halophilic member of the Bacteria from saltern crystallizer ponds. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(2), 485-491.
- Attab. S. (2011)-** Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d’épuration Haoud berkaoui par l’utilisation d’un filtre à sable local. *Mag. Univ d’Ouargla*.
- Baati, H., Amdouni, R., Gharsallah, N., Sghir, A. and Ammar, E. (2009).** Isolation and characterization of Moderately Halophilic Bacteria from Tunisian Solar Saltern. *Curr Microbiol.* 60, 157-161.

Benhadj, M., Gacemi-Kirane, D., Menasria, T., Guebla, K., Ahmane, Z. 2018. Screening of rare actinomycetes isolated from natural wetland ecosystem (Fetzara Lake, northeastern Algeria) for hydrolytic enzymes and antimicrobial activities. *Journal of King Saud University-Science*, 31, 706-712.

Bonnard ET Gardel, 2003. Vallée d'Ouargla. Etude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviométriques ET d'irrigation. Mesure complémentaire de l'impact de la remontée de la nappe phréatique. Volet d'étude d'impact sur l'environnement. Mission : collecte ET analyse des données. Lausanne, P 26.

Bountoux J. (1993)- Introduction à l'étude des eaux douces (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson) qualité et santé 2eme édition CEBEDOC éditeur. Paris.167p.

Boutaiba, S., Hacène, H., Bidle, K.A. and Maupin-Furlow, J.A. (2011). Microbial diversity of the hypersaline Sidi Ameur and Himalatt Salt Lakes of the Algerian Sahara. *Arid Environments*.75 (10), 909-916.

Bryant, R.G., Rainey, M.P. 2002. Investigation of flood inundation on playas within the Zone of Chotts, using a time-series of AVHRR. *Remote Sensing and Environment* 82 :360–375

Dubost, D. 2002. Écologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. CRSTRA, Biskra.

Castenholz R.W. (2001). General characteristics of the cyanobacteria. In: Boone DR, Castenholz RW (Eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol 1, 2nd edn. Springer, New York, 474-487.

Cormenzana, A., Monteoliva-Sanchez, M. (2006). *Halorubrum ezzemoulense* sp. Nov, a halophilic archaeon isolated from Ezzemoul sabkha, Algeria. *Int J Syst Evol Microbiol.*, 56, 1583-1588.

Denger K., Warthmann R., Ludwig W., Schink B. (2002). *Anaerophaga thermohalophila* gen. nov. sp. Nov. à moderately thermohalophilic, strictly anaerobic fermentative bacterium. *Int J Syst Evol Microbiol* 52:173–178.

Dhliwayo T., 2008. Alternative products in the inhibition of the plant pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* on potato production, Masters of Technology in agriculture at the Nelson Mandela Metropolitan University, 55-93.

Donachie S.P., Bowman J.P., Alam M. (2004). *Psychroflexus tropicus* sp. Nov. an obligately halophilic Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides group bacterium from a Hawaiian hypersaline lake. *Int J Syst Evol Microbiol* 54: 935–940.

Dubost, D. 2002. *Écologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes.* CRSTRA, Biskra.

Fernández AB, Ghai R, Martin-Cuadrado AB, Sánchez-Porro C, Rodriguez-Valera F, Ventosa A, 2014. Prokaryotic taxonomic and metabolic diversity of an intermediate salinity hypersaline habitat assessed by metagenomics. *FEMS Microbiol Ecol* 88: 623-635.

Garrity G.M., Bell J.A. ET Lilburn T. (2005). Phylum XIV Proteobacteria phyl nov. In: Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J.T., Garrity G.M (Eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol 2, 2nd edn, (The Proteobacteria), part B (The Gammaproteobacteria). Springer, New York: 1.

Garrity G.M., Holt J.G. (2001). Taxonomic outline of the archaea and bacteria. In: Boone D.R., Castenholz R.W (Eds) *Bergey is manual of systematic bacteriology*, vol 1, 2nd edn, The Archaea and the deeply branching and phototrophic Bacteria. Springer, New York: Pp. 155–166.

Gauthier M.J., Lafay B. Christen R. Fernandez L. Acquaviva M. Bonin P. et Bertrand J.C. (1992). 107 gen. Nov, sp. Nov. à new, extremely halotolerant, hydrocarbon degradingmarine bacterium. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 42 : 568-576.

Gerday, C. and Glansdorff, N. (2007). *Physiology and biochemistry of extremophiles.* ASM press, Washington, DC. P. 450.

Grant W.D., Kamekura M., McGenity T.J, and Ventosa A., 2001. Order I Halobacteriales Grant and Larsen 1989b, 495vp. In: Boone D.R., Calstenholz R.W., Garrity G.M. (ed) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (Vol. I, 2nd Ed) .Springer-Verlag, Berlin.

- Ivanova E.P. ET Mikhailov V.V. (2001).** A new family, Alteromonadaceae fam. nov, including marine proteobacteria of the genera Alteromonas, Pseudoalteromonas, Idiomarina and Colwellia. *Mikrobiologiya*, 70:15-23.
- Khadraoui A., Taleb S. (2008)-** Qualité des eaux de sud Algerien. Pollution et impact sur le milieu. Ed. Khyam. 367p.
- Kharroub, K., Ouesada, T., Ferrer, R., Fuentes, S., Aguilera, M., Boulahrouf, A., Ramos-Marchal N. et BOURDON J. L., 1982-** Les milieux de cultures pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. *Ed. Doin*, Paris.
- Klouche Khelil N, Aissaoui N, Nas F, Cayol JL, Ghellai L (2013)** novel halotolerant bacterium isolated from El Goléa lake in Algeria and antimicrobial potential of this strain. *J Agric sci Technol A3*: 825-834.
- Kim K.K., Lee K.C. Oh H-M. ET Lee J-S. (2010).** Halomonas stevensii sp. Nov. Halomonas hamiltonii sp. Nov. and Halomonas johnsoniae sp. Nov, isolated from à renal care centre. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 60:369-377.
- Kushner D.J., 1993.** Growth and nutrition of halophilic bacteria, In: Vreeland R.H., Hochstein L.I. (Ed) *The Biology of Halophilic Bacteria* .Boca Raton, CRC Press.
- Larsen H., 1962.** Halophilism. In: Vreeland R.H. and Hochstein L.I. (Ed) *The Biology of Halophilic Bacteria* .Boca Raton, CRC Press.
- Lee D.H., Kim I.S. (2005).** Gramella echinicola gen. Nov. sp. Nov, a novel halophilic bacterium of the family Flavobacteriaceae isolated from the sea urchin Strongylocentrotus intermedius. *Int J Syst Evol Microbiol* 55:391–394.
- León MJ, Fernández AB, Ghai R, Sánchez-Porro C, Rodriguez-Valera F, Ventosa A, 2014.** From metagenomics to pure culture: isolation and characterization of the moderately halophilic bacterium spiribacter salinus gen. Nov., Sp. Nov. *Appl Environ Microbiol* 80: 3850-3857.
- Ludwig W., Schleifer KH. Et Whitman WB. (2008).** Revised road map to the phylum Firmicutes. In : de Vos P, Garrity GM, Jones D, Krieg NR, Ludwig W, Rainey FA, Schleifer

K-H, Whitman WB (eds) Bergey's manual of systematic bacteriology, vol 3, 2nd edn, The firmicutes. Springer, New York, pp. 1-13.

Magot M., Ollivier B. ET Patel BK. (2000). Microbiology of petroleum reservoirs. *Antonie Leeuwenhoek* 77:103-116.

Menasria, T., Aguilera, M., Hacène, H., Benammar, L., Ayachi, A., SiBachir, A et al. 2018. Diversity and bioprospecting of extremely halophilic archaea isolated from Algerian arid and semi-arid wetland ecosystems for halophilic-active hydrolytic enzymes. *Microbiological Research*, 207, 289-298.

Miranda-Tello E., Fardeau ML. Jouliau C. Magot M. Thomas P. Tholozan JL. et Ollivier B. (2007). *Petrogahalophila* sp. Nov. à thermophilic, moderately halophilic, fermentative bacterium isolated from an offshore oil well in Congo. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57:40-44.

Nedashkovskaya O.I., Kim S.B., Lysenko A.M., Frolova G.M., Mikhailov V.V., Bae K.S., Makhdoumi-Kakhki A., Amoozegar M.A., Ventosa A. (2012). *Salinibacter iranicus* sp. Nov. and *Salinibacter luteus* sp. nov. Isolated from a salt lake, and emended descriptions of the genus *Salinibacter* and *Salinibacter ruber*. *IJSEM* : 1-26 (sous presse).

Nübel U., Garcia-Pichel F. et Muyzer G. (2000). The halotolerance and phylogeny of cyanobacteria with tightly coiled trichomes (*Spirulina turpin*) and the description of *Halospirulina tapeticola* gen. nov. sp. Nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50:1265-1277.

O.N.M. (2018). Données climatiques de la Région de Ouargla- 2008-2018-. Office National de Météorologie.

Oren, A. (1999). Bioenergetic aspects of halophilism. *Microbiol Mol Biol Rev.*, 63, 334-348.

Oren A. (2002). Diversity of halophilic microorganisms: Environments, phylogeny, physiology, and applications. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 1(28), 56-63.

Oren, A. 2004. Halophilic microorganisms: Physiology and phylogeny. In *Origins* Springer, Dordrecht (pp. 413- 426).

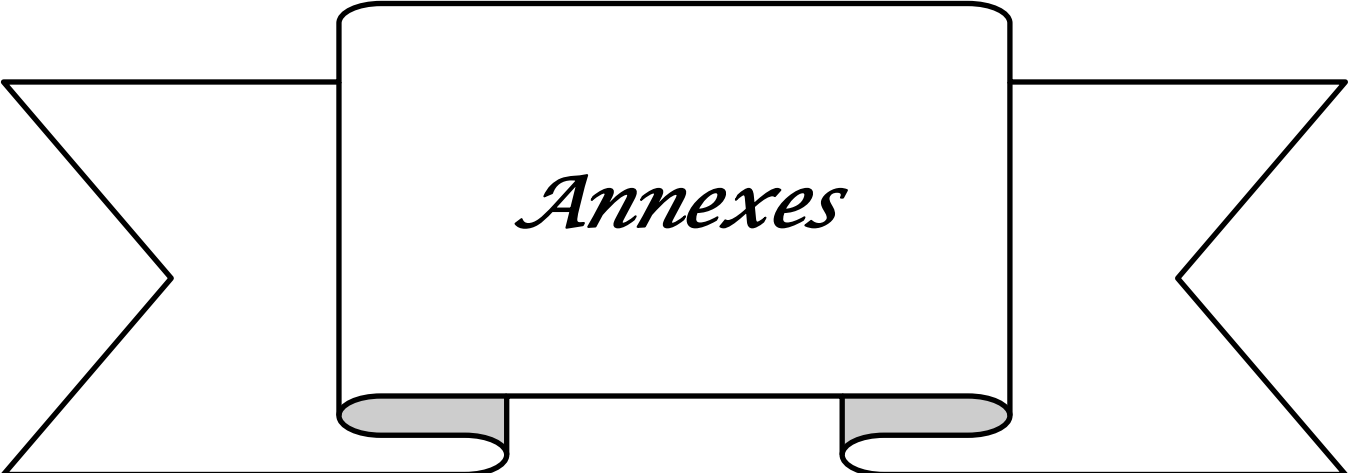
- Oren A. (2004).** A proposal for further integration of the cyanobacteria under the Bacteriological Code. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54:1895-1902.
- Oren A. (2008).** Microbial life at high salt concentrations: phylogenetic and metabolic diversity. *Saline Systems*, 2(4), 1-13.
- Oren, A. 2008.** Microbial life at high salt concentrations: phylogenetic and metabolic diversity. *Saline systems*, 4(2), doi: 10.1186/1746-1448-4-2
- Oren, A. 2011.** Diversity of halophiles. *Extremophiles handbook*, 309-325.
- Ramade F. (2000)-** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.
- Richard C. (1996)-** Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.
- Rodriguez-Valera, F. 1988.** Characteristics and Microbial ecology of hypersaline Environments. In *Halophilic Bacteria*.1988; vol. 1, pp. 3-30. Edited by F. Rodriguez-Valera. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Rodier J., Legube, Merlet N. (2009).** L'Analyse de l'eau. 9^eédition Dunod, 579.
- Romanescu, G., Stoleriu, C. C., Enea, A. 2013.** Definition of Lakes and Their Position in the Romanian Territory. In *Limnology of the Red Lake, Romania* (pp. 1-34). Springer, Dordrecht.
- Rothschild LJ, Mancinelli RL, 2001.** Life in extreme environments. *Nature*.409: 1092-1101. 10. 1038/35059215.
- Samraoui, B., Samraoui, F. 2008.** An ornithological survey of Algerian wetlands: Important Bird Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58:71– 96.
- Satyanarayana, T., Madhukumar, C., and Shivaji, S. (2005).** Extremophilic microbes: Diversity and perspectives: *Current science*, 89, 78-90.

Schleifer K.H. (2009). Phylum XIII. Firmicutes Gibbons and Murray 1978, 5 (Firmicutes [sic] Gibbons and Murray 1978, 5). In: Whitman WB (Ed) Bergey's manual of systematic bacteriology, vol 3, 2nd edn, The Firmicutes. Springer, New York, p 19.

Singh P., Jain K. Desai C. Tiwari O. ET Madalwar D. (2019). Microbial Community Dynamics of Extremophiles/Extreme Environment; in: Microbial Diversity in the Genomic Era, 323-332.

Vaisman N., Oren A. (2009). *Salisaeta longa* gen. Nov. sp. Nov. à red, halophilic member of the Bacteroidetes. *Int J Syst Evol Microbiol* 59:2571–2574.

Yachai M. (2009). Carotenoid production by halophilic Archaea and its applications. Thesis of Doctorat, university Prince of Songkla. P. 173.



Annexes

Annexes

Annexe 1 : Matériels non biologique

❖ Appareillage :

- Autoclave
- Bain marie
- Balance
- Incubateur
- Microscope optique
- PH mètre.
- Conductimètre.
- Réfrigérateur
- Compteur de colonies

❖ Verrerie :

- Pipette pasteur
- Des flacons en verre
- Entonnoir
- Lame et lamelle

❖ Petit matériel :

- Boîte pétri
- Bec benzène
- Thermomètre
- API 20 E
- Gants

Annexe 2 : Echelle d'interprétation des analyses physicochimiques de l'eau

Tableau 01 : Echelle de pH de l'extrait aqueux au 1/5 (Soltner, 1989)

pH	Eau
$5 < \text{pH} < 5,5$	Très acide
$5,5 < \text{pH} < 5,9$	Acide
$6 < \text{pH} < 6,5$	Légèrement acide
$6,6 < \text{pH} < 7,2$	Neutre
$7,3 < \text{pH} < 8$	Alcalin
$\text{pH} > 8,5$	Très alcalin

Tableau 02 : Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (Aubert, 1978).

CE (dS/m) à 25 °C	Degré de salinité
$\leq 0,6$	Sol non salé
$0,6 < \text{CE} < 1,2$	Sol peu salé
$1,2 < \text{CE} < 2,4$	Sol salé
$2,4 < \text{CE} < 6$	Sol très salé
$\text{CE} \geq 6$	Sol extrêmement salé

Annexe 3 : Composition chimique des milieux de culture et solutions utilisés

1. Gélose nutritive :

Ingredients	Quantité
Extrait de viande	1 g
Extrait de levure	2 g
Peptone	5 g
NaCl	5 g
Agar	15 g
Eau distillée	1000ml
pH=7.4	

2. Bouillon nutritif :

Ingredients	Quantité
Tryptone	10 g
Extrait de viande	5 g
Peptone	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Eau distillée	1000ml
pH=7.2	

Réactifs et solutions :

- Eau physiologique stérile
- Violet de Gentiane
- Lugol
- Alcool 90°C
- Fuchsine basique
- Eau distillée
- l'eau oxygénée
- HCl et NaOH
- Huile de paraffine
- Réactifs de Kovac
- Réactif de TDA
- Réactif VP 1 et VP 2
- Glycérol

Annexe 4 : Résultats des galeries API20E



Figure 01 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S1)



Figure 02 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S2)



Figure 03 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S3)



Figure 04 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S4)



Figure 05 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S5)



Figure 06 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S6)



Figure 07 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S7)



Figure 08 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S8)



Figure 09 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S9)



Figure 10 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S10)

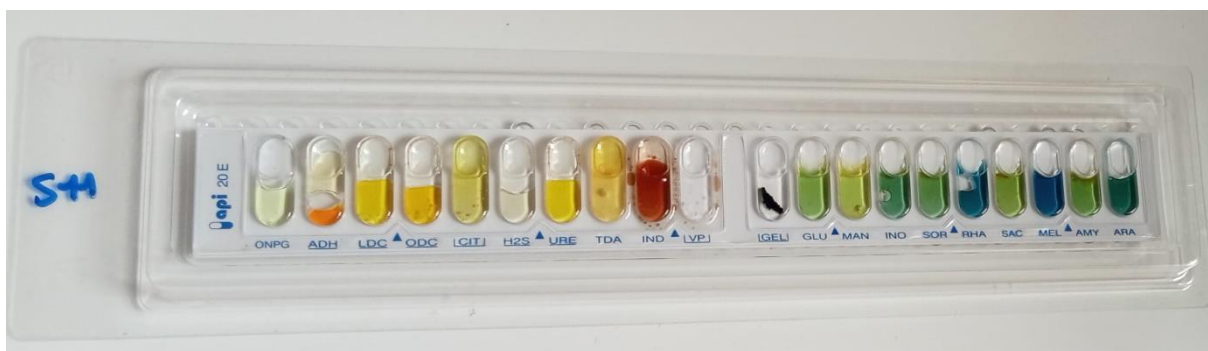


Figure 11 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S11)



Figure 12 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S12)



Figure 13 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S13)



Figure 14 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S14)

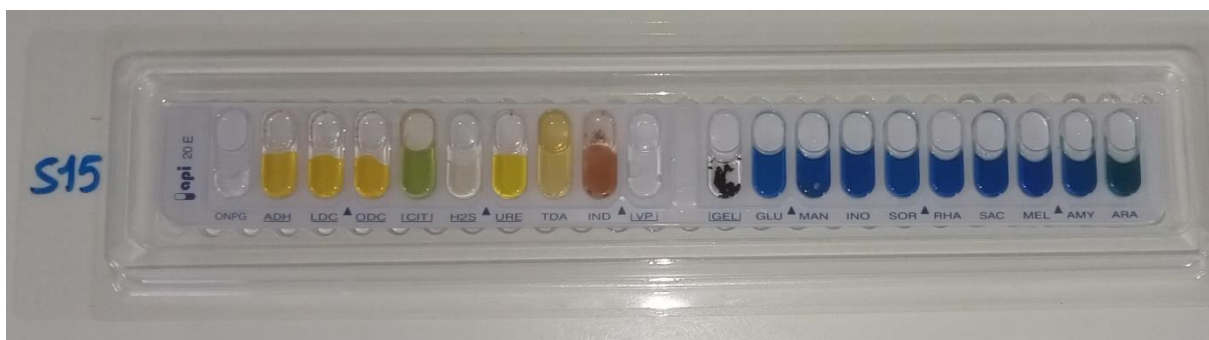


Figure 15 : Résultats de l'API 20E pour la souche (S15)

API 20 E

CE 07223 C

REF : _____

Origine / Source / Herkunft /
Origen / Origen / Προέλευση /
Ursprung / Oprindelse / Pochodzenie :

BIO MÉR I E U X

1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H ₂ S	URE	TDA	IND	LVPJ	IGELI	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY	ARA	OX	NO ₂	N ₂	MOB	McC	OF-O	OF-F																					

Autres tests / Other tests / Andere Tests /
Otras pruebas / Altri test / Outros testes /
Άλλες εξετάσεις / Andra tester /
Andre tests / Inne testy :

Ident. / Ταυτοποίηση :

Imprimé en France / Printed in France

Figure 16 : Fiche des résultats de la galerie API 20 E.

Annexe 5 : Résultats de test d'antagoniste



Photo 1 : Activité antifongique de la souche 1 contre 2 champignons-cibles.

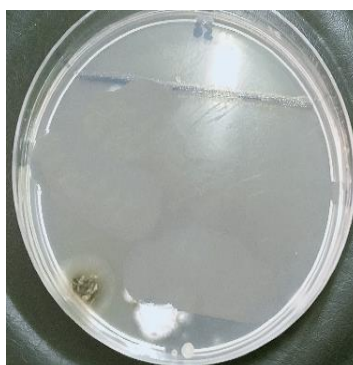


Photo 2 : Activité antifongique de la souche 2 contre 2 champignons-cibles.



Photo 3 : Activité antifongique de la souche 4 contre 2 champignons-cibles.



Photo 4 : Activité antifongique de la souche 5 contre 2 champignons-cibles.



Photo 5 : Activité antifongique de la souche 6 contre 2 champignons-cibles.

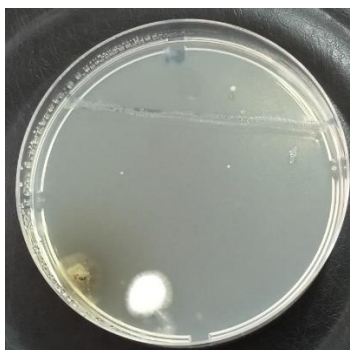


Photo 6 : Activité antifongique de la souche 7 contre 2 champignons-cibles.



Photo 7 : Activité antifongique de la souche (S8) contre 2 champignons-cibles.

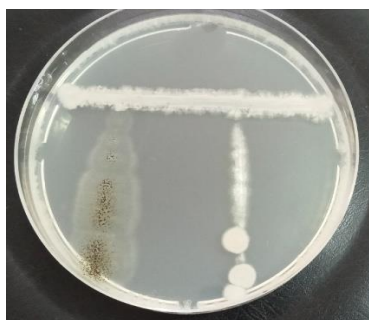


Photo 8 : Activité antifongique de la souche 9 contre 2 champignons-cibles.



Photo 9 : Activité antifongique de la souche (S10) contre 2 champignons-cibles.

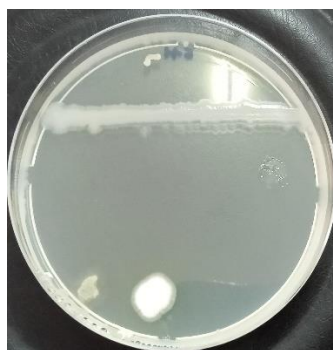


Photo 10 : Activité antifongique de la souche 11 contre 2 champignons-cibles.



Photo 11 : Activité antifongique de la souche 12 contre 2 champignons-cibles.

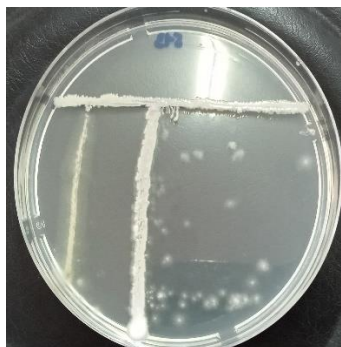


Photo 12 : Activité antifongique de la souche 13 contre 2 champignons-cibles.



Photo 13 : Activité antifongique de la souche 14 contre 2 champignons-cibles.

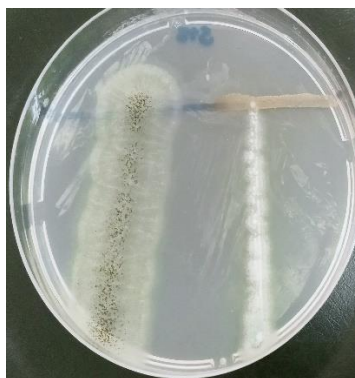


Photo 14 : Activité antifongique de la souche (S15) contre 2 champignons-cibles.

Résumé

Les milieux hypersalins sont représentés par les chotts, les sebkhas et les sols salins...etc., sont un exemple typique d'environnement extrême abritant une flore microbienne particulièrement intéressante.

Dans ce contexte, le but de ce travail est d'essayer de faire une caractérisation de quelques bactéries dans les eaux du chott d'Aïn El- Beida de la région d'Ouargla (Sud Algérie).

L'eau du Chott après avoir effectué quelques mesures physiques et chimiques, son pH varie entre 6.6 et 8.39, qui tend de la neutralité à l'alcalinité, la température mesurée est comprise entre 8°C et 10°C, la conductivité électrique a révélé des valeurs entre 2.4 à 6 ds/m traduisant une eau extrêmement salée, ces caractéristiques nous ont permis de sélectionner une microflore spécifique. Le dénombrement, nous a révélé une densité bactérienne qui varie entre 0.27×10^4 et 2.236×10^4 , ce qui explique que l'eau de cet écosystème est riche en microflore spécifique.

Les analyses microbiologiques de nos échantillons nous ont permis de sélectionner quinze souches, parmi lesquelles nous avons pu identifier les espèces suivantes : *Escherichia coli 2* (S5), *Flavobacterium meningosepticum* (S6), *Shigella spp* (S7), *Aeromonas salmonicida* (S13),

Les résultats du test de la tolérance à l'NaCl nous ont révélé que certaines souches isolées tolèrent une concentration à l'NaCl allant jusqu'à 35%, ce sont des bactéries euryhalines. Pour le test antagoniste, la souche (S8) semble avoir une forte capacité antifongique ce qui peut être expliqué que cette dernière possède un pouvoir compétitif important contre *Aspergillus carbonarius* et *Penicillium sp*.

L'exploration microbienne de cet écosystème spécifique extrême s'est avérée fructueuse, car nous avons pu détecter une diversité microbienne spécifique importante.

Mots clés : Eaux, Chott, Ouargla, Bactéries, Caractérisation, Euryhalins.

Abstract

Hypersaline environments, represented by the chotts, the Sebkhas and the saline soils...etc., are a typical example of extreme environment harboring a particularly interesting microbial flora. In this context, the aim of this work is to try to make a characterization of the bacteria in the waters of the chott of Aïn El-Beida in the region of Ouargla (South Algeria).

The water samples taken are characterized by a pH between 6.6 and 8.39, the water is neutral to alkaline water, with a temperature between 8°C to 10°C, and an electrical conductivity between 2.4 to 6 ds/m reflecting extremely salty water. These characteristics enabled us to select a microflora specific to this environment. The count revealed a bacterial density that varies between 0.27×10^4 to 2.236×10^4 , which may explain why the water in this ecosystem is rich in specific important microflora.

The microbiological analysis of our samples enabled us to select fifteen strains, among which we were able to identify the following species : *Escherichia coli 2*, *Flavobacterium meningosepticum*, *Shigella sp*, *Aeromonas salmonicida*

The results of NaCl tolerance have revealed to us that certain isolated strains tolerate a NaCl concentration up to 35%, these are euryhaline bacteria. With regard to the antagonist test, the strains (S8) has a strong antifungal capacity, which can be explained by the fact that latter has a significant competitive power against *Aspergillus carbonarius* and *Penicillium sp*.

The microbial exploration of this specific extreme ecosystem proved successful, as we were able to detect significant specific microbial diversity.

Key words: Waters, Chott, Ouargla, Bacteria, Characterization, Euryhaline.

ملخص

البيئات شديدة الملوحة، المتمثلة في الشطوط والسبخات والتربة المالحة، هي نموذج للبيئات المتطرفة التي تؤوي مجمع من الميكروبات المثيرة للاهتمام بشكل خاص .

في هذا السياق، يهدف هذا العمل إلى محاولة توصيف بعض أنواع البكتيريا في مياه شط عين البيضاء في منطقة ورقلة (جنوب الجزائر) . تتميز عينات المياه المأخوذة بكمون هيدروجيني يتراوح بين 6.6 و 8.39 ويعرف كونها معتدلة إلى قلوية، مع درجة حرارة بين 8 إلى 10 درجة مئوية، وموصلية كهربائية بين 2.4 و 6 ديسي منس/ متر تمثل مياه شديدة الملوحة، هذه الخصائص سمحت لنا باختيار نباتات دقيقة خاصة بهذه البيئة . كشف العد عن كثافة بكتيرية تتراوح بين 0.27×10^4 و 2.236×10^4 ، وهو ما قد يفسر سبب غنى المياه في هذا النظام البيئي بنباتات دقيقة معينة مهمة . مكنتنا التحليلات الميكروبيولوجية لعيناتنا من الكشف عن 15 سلالة معزولة، بما في ذلك الأنواع التالية:

Escherichia coli 2, *Flavobacterium meningosepticum*, *Shigella sp*, *Aeromonas salmonicida*

كشفت لنا نتائج اختبار تحمل كلوريد الصوديوم أن بعض السلالات المعزولة تتحمل تركيز كلوريد يصل إلى 35% وهذه هي بكتيريا euryhalins . فيما يتعلق باختيار المضاد، فإن السلالة (S8) لها قدرة مضادة للفطريات قوية، والتي يمكن تفسيرها من خلال حقيقة أن هذه الأخيرة لديها قدرة تنافسية كبيرة ضد

penicillium sp، *Aspergillus carbonarius*

اثبت الاستكشاف الميكروبي لهذا النظام البيئي المتطرف أنه مثمر، حيث تمكنا من اكتشاف تنوع ميكروبي محدد مهم .

الكلمات المفتاحية: المياه، الشط، ورقلة، بكتيريا، توصيف، euryhalins