

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES



MEMOIRE
En vue de l'obtention du Diplôme de
MASTER EN GENIE DES PROCEDES

**SPECIALITE : PROCEDES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS
ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

Intitulé de mémoire

**Évaluation de la qualité des eaux côtières de la
baie de Bou-ismail et essai de bioremédiation**

Présenté par :
Ben yahia Fatima Zahra

Encadré par :
Dr. Mesbaiah Fatma Zohra
Maitre de recherche B, CNRDPA

2016-2017

REMERCIEMENT

***En premier lieu, je remercie « الله » pour sa clémence et
qui m'a donné le courage, la volonté et la santé pour
réaliser ce modeste travail.***

***Je tiens à remercier très sincèrement D' MESBAIH FATMA
ZAHRA mon encadreur et directeur de thèse. Qu'il trouve
ici l'expression de mon profond respect et de ma profonde
gratitude, pour son orientation, sa disponibilité, ses
encouragements, ses précieux conseils qui m'ont été
indispensable. Je lui serai reconnaissante de la confiance
qu'il m'a témoignée. Ce fut un grand plaisir de travailler
avec lui, durant la préparation de ce mémoire.***

***Je témoigne ma gratitude à l'ensemble de l'équipe de
laboratoire du CNRDPA et à leur tête Mr le Directeur qui
m'ont permet d'accéder à leur laboratoire.***

***Je remercie également les membres de jury ; président et
examineurs qui ont bien voulu assister, examiner et
juger ce travail***

***J'exprime également à tous mes enseignants de
département de génie des procédés et à leur tête le chef
de département***

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents avec toute ma reconnaissance.

Je dédie ce travaille a la mémoire de mon très chère père,

que j'aurai tellement aimé qu'il soi présent pour moi

aujourd'hui.

A ma chère maman qui n'a jamais cessé de ménager ses

efforts pour que j'atteigne ce niveau..

Je dédie aussi cette modeste réalisation à :

Mes frères : abdelkader et abderezek et mahfoud ,younes

Ma chère sœur : Djamila qui m'a toujours encouragé et

conseillé

A tous mes amis : hanan.soumia,fouzia,hayet, nawal et

toute les personne qui à côner.

ملخص

الدراسة الحالية هي مساهمة في دراسة نوعية المياه الساحلية لخليج بواسماعيل، وقد تم أيضا دراسة قدرة الكائنات الحية الدقيقة على تحلل الاخضر المرمر. وتبين النتائج المتحصل عليها أن المحطة 2 هي الأكثر تلوثا، كما تسجل تركيزات عالية من الاملاح والمواد العالقة وتعاني أيضا من تلوث بكتيري عال ، وتظهر هذه النتائج الحاجة إلى الرصد المنتظم وأهمية تركيب محطة لمعالجة النفايات. أظهرت سلاطات(1س) قدرتها على استخدام الاخضر المرمر كمصدر للكربون والطاقة تقريبا 90% تقريبا من الصبغة تدهورت بعد 24ساعة من الحضانة عند 35 درجة مئوية. ويتأثر تدهور الاخضر كمنبع للكربون و الطاقة، يتم تسجيل الحد الأقصى من الانحطاط عندما يكون التركيز الأولي 50 ملغم / لتر ودرجة الحموضة في المتوسط = 9. كلا السلاطات تحمل ارتفاع الملوحة (75 غرام / لتر كلور الصوديوم)، وتظهر هذه النتائج إمكانية استخدام كلا السلاطين في معالجة التصريف الملوثة بالاخضر المرمر

الكلمات الدالة: التلوث، البيئة البحرية، التحلل البيولوجي ، الاخضر المرمر

Resumé

La présente étude est une contribution à l'étude de la qualité des eaux côtières de la baie de Bou-Ismaïl, la capacité des microorganismes à dégrader le vert de malachite a été aussi étudiée. Les résultats obtenus montrent que la station 2 est la plus polluée, des concentrations élevées des sels nutritifs et des MES ont été enregistrées. Cette station connaît aussi une forte contamination bactérienne ou les taux de CT, CF et EF dépassent les normes. Ces résultats montrent la nécessité d'un suivi régulier et l'importance d'installer une station de traitement des rejets. Les souches 1C et SD ont montrés leur capacité d'utiliser le vert de malachite comme source de carbone et d'énergie (presque 90% de colorant a été dégradé après 24h d'incubation à 35°C). La dégradation du vert de malachite est fortement influencée par le pH initial du milieu et la concentration initiale de colorant. Le maximum de dégradation est enregistrée lorsque la concentration initiale est de 50 mg /l et le pH du milieu =9. Les deux souches tolèrent des salinités élevées (75 g/l de NaCl). Ces résultats montrent la possibilité d'utiliser les deux souches dans le traitement des rejets contaminés par le vert de malachite.

Mots clés : Pollution, milieu marin, biodégradation, vert de malachite, bioremédiation

Abstract

The present study is a contribution to the study of the quality of the coastal waters of Bou-Ismaïl Bay, the ability of microorganisms to degrade malachite green has also been studied.

The results obtained show that station 2 is the most polluted, high concentrations of nutrient salts and SM have been recorded. This station is also experiencing high bacterial contamination; TC, FC and FE levels exceed standards. These results show the need for regular monitoring and the importance of installing a wastewater treatment plant. Strains 1C and SD showed their ability to use malachite green as a source of carbon and energy (almost 90% of dye was degraded after 24 h of incubation at 35 ° C). The degradation of malachite green is strongly influenced by the initial pH of the medium and the initial dye concentration. The maximum degradation is recorded when the initial concentration is 50 mg / l and the pH of the medium = 9. Both strains tolerate high salinities (75 g / l NaCl). These results show the possibility of using both strains in the treatment of discharges contaminated with malachite green.

Key words: Pollution, marine environment, biodegradation, malachite green, bioremediation

رأسة الحالية هي مساهمة في دراسة نوعية المياه الساحلية لخليج بو إسماعيل، وقد تم أيضا دراسة قدرة الكائنات الحية الدقيقة على
تحلل خضراء الملوخية

Sommaire

Introduction

Chapitre I

I.1. Généralités sur le milieu marin.....	1
I.2. Propriétés des eaux côtières.....	1
I.2.1 Propriétés physico-chimiques.....	2
▪ T, PH , salinité ,OD,CE ,les selle nutritif (nitrite ,amonium ,phosohore).....	4
▪ matière en suspension (MES).....	4
I.2.2 Paramètres microbiologiques.....	4
▪ Les Coliformes totaux (CT), Coliforme fécaux (CF), les strapteaux fécaux (SF)...	5
I.3. Pollution marine.....	5
I.3.1 Définition.....	5
I.3. 2.Nature de pollution.....	5
▪ Pollution chimique.....	5
▪ Pollution microbiologique.....	5
▪ La pollution physique.....	6
I.3.3 Source de pollution.....	6
▪ Pollution agricole, Pollution urbaine ou domestique, Pollution industrielle.....	6
I.4. Les colorants synthétiques.....	6
I.4.1 Définition.....	6
I.4.2 Classification des colorants.....	7
▪ Classification chimique.....	7
▪ Classification tinctoriale.....	8
I.4.3 Toxicité des colorants.....	9
▪ Toxicité sur la santé humaine.....	9
▪ Toxicité sur les milieux aquatiques.....	10
I.4.4 Traitement des effluents colorés.....	10
I.4.4.1 Méthodes physiques.....	10
I.4.4.2 Méthode physico-chimique: coagulation – floculation.....	12
I.4.4.3Méthodes chimiques.....	12
I.4.3.4 Traitements biologiques.....	12
Chapitre II : Matériels et méthodes.....	15
▪ Localisation Géographique.....	15

▪ Sources de pollution dans la zone de Bou-Ismaïl.....	16
▪ Choix des stations.....	16
II.2 Echantillonnage.....	17
II.3 Analyses physico-chimique.....	17
▪ Mesure Température, pH, Salinité, Conductivité ,oxygène dissous.....	17
▪ Mesure des sels nutritifs (NH_4^+ , NO_2 , H_3PO_4) ;MES.....	18
II.4 Analyse bactériologique de l'eau de mer	19
II.5 Biodégradation des colorants.....	20
II.5 .1 Biodégradation de vert de malachite.....	21
II.5 .1 Biodégradation de vert de malachite.....	21
▪ Effet de l'ajout de glucose.....	22
▪ Effet de la concentration initiale du colorant.....	23
▪ Effet de la salinité du milieu	23
▪ Effet PH.....	23
▪ Suivi de la dégradation.....	24
 Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1 Etude des propriétés physico-chimiques.....	25
III.2. Etude bactériologique.....	32
III.3 Biodégradation des colorants.....	37
Conclusion général.....	42
Référence bibioigraqhique	

Les annexes

Liste des abréviations

CNRDPA : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture.

CF : coliformes fécaux.

CT : coliformes totaux.

SF : streptocoques fécaux.

OD :oxygène dessous.

CE : conductivité électrique.

GPS : géographi point situation.

JORA : journal officiel.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

S‰ : salinité pour mille.

T : température.

pH : potentiel hydrogène.

VM : vert de malachite

Souche SD : sidement

Souche 1C : souche contaminé par les hydrocarbure

MSM : milieu à base des selles minéraux

MES :matière en suspension

Chapitre I

I.1. Généralités sur le milieu marin

Le milieu marin représente un enjeu considérable en termes de développement socioéconomique. Ces dernières décennies, la pollution des océans à travers le monde est devenue un sujet de préoccupation croissante à l'échelle internationale. La mer méditerranée est soumise à un problème grave de pollution dû à l'accroissement des apports anthropogéniques côtiers de ses pays riverains en voie d'industrialisation.

Les activités de l'homme est liées directement à la mer ont pris une place prépondérante, notamment dans les collectivités côtières ; cependant, elles sont tributaires de la santé et de la productivité du milieu marin. Les zones côtières sont des espaces fragiles et très sollicités. Ils sont exposés à des énormes risques: la pression démographique, la croissance des zones urbaines, associée à une expansion rapide de l'industrie et du tourisme et à une exploitation intensive des ressources marines. Cela a suscité une prise de conscience de la communauté internationale concernant le développement durable de ces espaces et leurs ressources naturel [3]

I.2. Propriétés des eaux côtières

Les eaux côtières sont à l'interface entre les eaux marines du large et les eaux douces venues de la terre (cours d'eau, ravines, eaux souterraines). Leur qualité se caractérise à travers des paramètres physicochimiques (température, salinité...), et biologiques (état des peuplements qui y vivent tels que plancton, algues, corail...).

I.2.1. Propriétés physico-chimiques

▪ Température

La température est un important paramètre physique de l'environnement puisqu'elle contrôle en partie la solubilité des gaz, la densité, la viscosité et d'autre part elle conditionne les activités métaboliques au niveau cellulaire. C'est aussi un facteur indispensable pour le métabolisme végétal et animal car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz et la dissociation des sels, donc sur la détermination de la conductivité électrique et du pH. C'est une mesure quantitative concernant la chaleur. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). [4]

▪ Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau, et essentiellement de la présence des carbonates issus de l'échange de dioxyde de carbone (CO_2) à l'interface air-mer, ainsi que de la dissolution du calcaire. En théorie, le pH est défini comme le cologarithme décimal de l'activité de l'ion H^+ . Le pH dépend de la teneur en dioxyde de carbone; c'est à dire une modification de CO_2 (Respiration, photosynthèse, échange air-océan) entraînera donc une modification du pH. En plus des processus physiques, chimiques, biologiques, l'accumulation de matières organiques d'origine continentale et la contamination par des rejets urbains ou industriels contribuent à la modification du pH naturel. [5]

- **Salinité (S)**

La salinité représente la proportion des sels minéraux dissous dans l'eau de mer. La mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique. D'identifier les masses d'eau d'origine différentes et de suivre leur mélange au large comme la côte ou dans les estuaires. [6]

Dans les océans, la salinité est voisine de 35 et décroît de l'équateur aux pôles. Toutefois, certaines mers présentent des salinités assez différentes, par exemple la Méditerranée: 38-39 ‰. [7]

- **L'oxygène dissous (OD)**

L'oxygène dissous se réfère à la molécule de dioxygène O_2 en solution dans l'eau. C'est un paramètre important du milieu qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. Sa solubilité dans l'eau dépend. L'oxygène dissous est un paramètre d'une extrême importance pour apprécier l'impact d'une pollution organique. En effet, les bactéries dites aérobies consomment l'oxygène de l'eau pour dégrader la matière organique. Cependant, une valeur normale d'oxygène n'exclut pas la présence de pollution. [1]

- **Conductivité électrique (C)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques. La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous, du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Mesuré sur le terrain, ce paramètre permet de caractériser l'eau. La conductivité d'un échantillon peut être déterminée par

comparaison avec la conductivité d'une eau de mer standard (eau de mer normale) dont la salinité est de 35 ‰ [5]

- **sels nutritifs**

Les sels nutritifs constituent un "outil" très important pour l'étude chimique et dynamique des masses d'eaux océaniques. Les sels nutritifs dissous dans l'eau de mer sont transportés par les courants océaniques d'une part et constituent une base alimentaire du cycle biologique de la biomasse océanique d'autre part.

- a) L ammonium (NH_4^+)**

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions relatives dépendent du pH, de la température et de la salinité. Dans les eaux marines et estuariennes, l'ammonium est très prédominant. La forme NH_3 est plus toxique pour la vie aquatique. L'azote ammoniacal provient des excréments animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés. Il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes. [6]

- b) Le phosphore (PO_4^{-2})**

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, orthophosphates, est essentiel à la vie aquatique. Dans l'eau de mer, les orthophosphates sont présents sous forme PO_4^{-3} (10%), HPO_4^{-2} (90%) et H_2PO_4^- (1%). Les teneurs en orthophosphates sont normalement assez faibles en surface en milieu océanique et côtier non pollué et ils augmentent avec la profondeur. Les fortes concentrations en orthophosphates représentent un indice d'enrichissement d'origine domestique et agricole, sont considérées comme l'origine du phénomène d'eutrophisation. [6]

- c) Nitrite (NO_2^-)**

C'est une forme oxygénée de l'azote peu stable, qui s'insère dans le cycle de l'azote entre l'azote ammoniacal (NH_4^+) et l'azote nitrique (NO_3^-). La présence des nitrites est due soit à l'oxydation bactérienne des sels ammoniacaux (voie aérobie), soit à la réduction des nitrates (voie anaérobie) ; ainsi on peut trouver dans le milieu des nitrites issus de la présence de nitrates par défaut d'oxygène dissous. Les nitrites tout comme les sels ammoniacaux sont des indicateurs typiques de pollution des eaux. Une eau renfermant des nitrites peut être considérée comme suspecte voire toxique pour les poissons même à de faibles concentrations [1]

- **matière en suspension (MES)**

Selon Ivanoff, 1972 : « En plus des substances dissoutes, les eaux de mer contiennent des matières en suspension de toutes tailles et de toutes formes, minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature, soit biogénique (bactéries, phytoplancton, zooplancton, poissons), soit terrigène (apports fluviaux, produits de l'érosion des côtes, débris déversés par l'homme), soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques et tombant dans la mer), soit enfin météorique ». En océanographie, on considère comme dissous ce qui passe au travers d'un filtre dont la porosité est d'environ 0,5 um (Strickland & Parsons, 1972). Par conséquent, le matériel particulaire est le matériel retenu sur ce même filtre. [7]

I.2.2. Paramètres microbiologiques

- **Les Coliformes totaux (CT)**

Ils regroupent un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobactériaceae, bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, oxydase négatif, facultativement anaérobies, et capables de fermenter le lactose avec production de gaz en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C. Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Erwinia*). [8]

- **Coliforme fécaux (CF)**

Ils possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais leurs croissances s'effectuent à une température de 44 °C. Ils réalisent une fermentation d'acide mixte, elle produit de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C. *E. coli* est considéré comme un hôte normal de la microflore digestive de l'homme et de nombreuses espèces animales. *E. coli* est l'espèce type du genre « *Escherichia* ». Appelée communément « colibacille », cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram négatif aérobies. [9]

- **Streptocoques fécaux (SF)**

Les streptocoques sont des cocci à Gram positif allongés au ovales, groupés ou en courtes chaînes. Ils sont anaérobies facultatives micro aérophiles, immobiles, sporulés et catalase négative. Ils croissent à 37°C pendant 48h. [10]

I.3. Pollution marine

I.3.1. Définition

Selon **GESAMP** (Groupe d'Experts des Nations Unies sur les Aspects scientifiques et de la Pollution Marine), la pollution marine signifie l'introduction d'un agent polluant dans l'environnement marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets nuisibles tels que les dommages aux ressources vivantes, les dangers pour la santé humaine, l'entrave aux activités de la pêche, la diminution de la qualité de l'eau de mer utilisée » . [11]

I.3. 2.Nature de pollution

- **Pollution chimique**

Ce type de pollution est engendré par des rejets de produits chimiques d'origine industriel et domestique .Ces polluants sont de deux catégories :

- Les micropolluants chimiques organique : hydrocarbures, pesticides, détergents et autre, ces polluants sont appelés les polluants organique permanents (POPs).
- Les micropolluants chimiques inorganiques : représentés essentiellement par les métaux lourds est des substances à concentrations excessives. [12]

- **Pollution microbiologique**

Des quantités considérables de bactéries sont apportées au milieu marin par l'intermédiaire des eaux usées, soit après passage en station d'épuration, soit directement. Les apports peuvent aussi provenir du lessivage de terre agricole de ce fait, s'il a été prouvé qu'une eau est soumise à une pollution par des matières fécales, il existe un risque quelle contienne des microorganismes pathogènes de cette origine.

- **La pollution physique**

On parle de pollution physique lorsque le milieu marin est modifié dans sa structure physique par divers facteurs (rejets d'eau douce, sources de radioactivités), aussi la pollution physique est le résultat du rejet d'eau de mer utilisée pour le refroidissement des diverses installation industrielles .[13]

I.3.3. Source de pollution

- **Pollution agricole**

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques dans les eaux de surface et souterraines .Ces contaminants comprennent à la

fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricole, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux notamment des nitrates

- **Pollution urbaine ou domestique**

C'est une pollution due principalement aux rejet domestique (eaux domestiques, eaux collectives des lavage, huiles de vidange, médicaments périmés matières fécales ...ets). Elle est liée aux grandes concentrations urbaines.

Les eaux usées des habitations et des commerces entraînent la pollution urbaine de l'eau, les polluants urbains sont représentés par les déchets domestiques .Les déversements hospitaliers, les lessives.les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de ma petite industrie et divers produits toxiques dans se débarrassent les habitants d'une agglomération. Le flot déversé est très variables en fonction d'importance de l'agglomération et son activité

- **Pollution industrielle**

Ce sont des eaux très différentes des eaux usées domestique. Elles ont des caractéristiques qui varient d'une industrie à une autre .En plus de matières organiques (azotées ou phosphorées), elles peuvent contonir (raffineries), des métaux (traitements de surface, métallurgie), des acides, des bases et divers produits chimiques (industrie chimique divers), de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) et des matières radioactives (centrales nucléaire, traitement des déchets radioactifs) .[5] Parmi ces polluants : les colorants.

I.4. Les colorants synthétiques

I.4.1. Définition

Les colorants sont des composés minéraux ou organiques capables d'absorber certaines radiations du spectre de la lumière et de réfléchir les radiations complémentaires. Cette propriété résulte, pour les composés organiques, de l'introduction de groupes d'atomes dits chromophores ($-NO$, $N=N$, $=C=S$, $=C=N$, $C=O$). Les molécules ainsi transformées deviennent chromogènes. Ces chromogènes n'acquièrent des propriétés tinctoriales que par association avec d'autres groupements d'atomes introduits eux aussi dans la molécule et dénommés autochromes ($-OH$, $-O-CH_3$, $-NH_2$, $-N(CH_3)_2$). La multiplicité et la complexité de ces colorants, résident dans les variétés de chacun de ces groupes, ainsi que de leurs associations selon la nature des fibres atteindre. .[14]

I.4.2. Classification des colorants

Les colorants synthétiques sont classés selon leur structure chimique et leur méthode d'application aux différents substrats (textiles, papier, cuir, matières plastiques, etc.).

▪ Classification chimique

Le classement selon la structure chimique repose sur la nature du groupe chromophore. Selon la classification chimique, les principaux groupes sont regroupés dans le tableau 1

Tableau I.1 : Classification chimique des colorants .[15]

Colorants	Caractéristiques et propriétés générales
Azoïques	<ul style="list-style-type: none">- Présence du groupe fonctionnel AZO ($-N=N-$) qui peut être répété plusieurs fois dans la molécule pour former les diazoïques, trisazoïques, etc...;- Toxiques, cancérogènes et récalcitrants aux traitements biologiques;- Constituent 50 % de la production mondiale des colorants;- Se répartissent en colorants acides, basiques, directs et réactifs solubles dans l'eau ...etc.
Anthraquinoniques	<ul style="list-style-type: none">Les plus importants après les colorants azoïques;- Forme générale dérivée de l'anthracène;- Leur chromophore est un noyau quinonique sur lequel peuvent s'attacher des groupes hydroxyles ou amino;- Couvrent toute la gamme de nuances jaune-orange-rouge;- Solidité à la lumière et vivacité des coloris surtout dans le bleu et le turquoise
Indigoïdes	<ul style="list-style-type: none">Forme générale dérivée de l'indigo;- Résistance remarquable aux traitements de lavage;
Polyméthiniques	<ul style="list-style-type: none">Présence de groupements hétérocycliques donneurs et accepteurs d'électrons aux extrémités d'une chaîne polyméthinique;- Faible résistance à la lumière et bons sensibilisateurs photographiques (particulièrement les cyanines).
Nitrés et nitrosés	<ul style="list-style-type: none">Présence d'un groupe nitro ($-NO_2$) en position ortho par rapport à un groupement électrodonneur (hydroxyle ou groupes aminés);- Structure simple, très limitée en nombre et relativement pas cher.
Xanthènes	<ul style="list-style-type: none">Intense fluorescence;- Marqueurs lors d'accident maritime ou traceurs d'écoulement pour des rivières souterraines.

Thiazines	. Présence d'un anneau de quatre carbones, un azote et un atome de soufre
Phtalocyanines	Structure complexe basée sur l'atome central de cuivre ; - Employés dans l'industrie de pigments pour peinture et dans la teinture des fibres textilesQ

▪ **Classification tinctoriale**

Si la classification chimique présente un intérêt pour le fabricant de matières colorantes, le teinturier préfère le classement par domaines d'application. Ainsi, il est renseigné sur la solubilité du colorant dans le bain de teinture, son affinité pour les diverses fibres et la nature de la fixation. Celle-ci est de force variable selon que la liaison colorant-substrat est du type ionique, hydrogène, de Van der Waals ou covalente. On distingue différentes catégories tinctoriales définies cette fois par les auxochromes .Les principaux groupes de cette classification sont rassemblés dans le tableau 2

Tableau I.2 : Classification tinctoriale des colorants .[15]

Colorants	Caractéristiques et propriétés générales
Directs	- Capables de former des charges positives ou négatives électrostatiquement attirées par les charges des fibres; - Affinité élevée pour les fibres cellulosiques sans application de mordant (teindre directement le coton); - Prix modéré, facilité d'application et faible solidité aux traitements de lavage.
Colorants de cuve	Insolubles dans l'eau; - Utilisés pour l'application de l'indigo qui nécessite la préparation d'une cuve de bonne résistance aux agents de dégradation
Réactifs	- Présence de groupes chromophores issus essentiellement des familles azoïques, anthraquinoniques et phtalocyanines; - Présence d'une fonction chimique réactive de type triazinique ou vinylsulfone assurant la formation d'une liaison covalente forte avec les fibres; - Solubles dans l'eau
Colorants à mordant	Présence d'un ligand fonctionnel capable de réagir fortement avec un sel d'aluminium, de chrome, de cobalt, de cuivre, de nickel ou de fer pour donner différents complexes colorés avec le textile
Basiques ou cationiques	- Solubles dans l'eau (car ils sont des sels d'amines organiques);

	<ul style="list-style-type: none"> - Forment des liaisons entre leurs sites cationiques et les sites anioniques des fibres - Faible résistance à la lumière.
Acides ou anioniques	<ul style="list-style-type: none"> - Solubles dans l'eau grâce à leurs groupes sulfonates ou carboxylates; - Affinité élevée aux fibres textiles; - Permettent de teindre les fibres animales (laine et soie) et quelques fibres acryliques modifiées (nylon, polyamide).
Dispersés	<ul style="list-style-type: none"> Très peu solubles dans l'eau; - Application sous forme d'une fine poudre dispersée dans le bain de teinture.

I.4.3. Toxicité des colorants

Les colorants sont des composés difficilement biodégradables par les micro-organismes, ils sont toxiques ou nocifs pour l'homme et les animaux.

- **Toxicité sur la santé humaine**

Plusieurs travaux de recherche sur les effets toxiques des colorants sur la santé humaine ont été développés. En effet, des chercheurs ont montré que les colorants aminés sont souvent aptes à provoquer des irritations de la peau et des dermites. Des effets similaires avec production d'eczéma et d'ulcération ont été observés chez les ouvriers d'usine de fabrication des colorants de la série du triphénylméthane .

Des réactions allergiques, asthme quelquefois et surtout des dermites eczémateuses ont été observés avec divers colorants aminés azoïques, anthraquinoniques, ainsi qu'avec certains colorants du groupe des naphthalènes .

Les colorants de synthèse à base d'amines entraînent des risques cancérigènes, des tumeurs urinaires et plus spécialement les tumeurs bénignes et malignes de la vessie . En 1913, pour la première fois, on se rendit compte qu'il y avait une relation entre la production d'aniline et l'apparition de cancers de la vessie : ces maladies ont particulièrement touché les ouvriers allemands.

D'autres recherches ont signalé que la tartrazine développe un certain nombre de réactions adverses chez certains individus comme le purit, l'œdème, l'urticaire, l'asthme et la rhinite. Les colorants azoïques sont aussi responsables d'apparition d'Hématomes chez l'homme.

Les colorants métallifères sont parmi les substances qui représentent de grands risques pour la santé de l'homme. Ils peuvent également causer des dégâts sur les réseaux d'assainissement et des perturbations des traitements biologiques dans les stations

d'épuration à cause de leur toxicité élevée. L'utilisation des colorants à base d'arsenic tels que le vert de Scheele (arsénite de cuivre), vert de Schweinfurt (acétoarsénite de cuivre) provoquent des troubles digestifs : digestion pénible, nausées, diarrhée et peuvent être à l'origine des irritations de peau, des muqueuses oculaires et pulmonaires et surtout de cancer.

La granulomatose pulmonaire est signalée chez les femmes utilisant des laques colorées et parfumées plusieurs fois par jour pendant des années

▪ **Toxicité sur les milieux aquatiques**

Un certain nombre de colorants présente un caractère toxique sur le milieu aquatique provoquant la destruction directe des communautés aquatiques.

- La fuchsine, en concentration supérieure à 1mg/l, exerce un effet de ralentissement sur l'activité vitale des algues.

- Les rejets des usines de teinturerie et de textile sont à l'origine de diverses pollutions telles que : l'augmentation de la DBO₅ et la DCO, diminuant la capacité de réaération des cours d'eau et retardant l'activité de photosynthèse.

Le poisson est un très bon modèle de l'essai de toxicité, non seulement parce qu'il est un bon indicateur des conditions générales des eaux, mais aussi parce qu'il est une source d'alimentation importante de l'homme.

Ainsi, l'analyse des données disponibles de la toxicité, par rapport au poisson, sur plus de 3000 produits commercialisés par des firmes membres de l'Association des colorants indique qu'environ 98% ont des valeurs de concentration létale CL50 supérieures à 1 mg/L, concentration à laquelle la pollution colorée d'une rivière peut être observable. Les 2% restants se décomposent sur 27 structures chimiques différentes y compris 16 colorants basiques parmi lesquels 10 sont de type triphénylméthane. Le colorant noir de luxanthol utilisé pour la teinture de la viscose, est déjà toxique pour de jeune Guppies à la concentration de 5 mg/l, mais ne le devient, pour le Hotu, qu'à partir de 75mg/L . Par contre, l'éosine, la fluorescéine et l'auramine, très utilisées en hydrologie pour les essais de coloration, se sont montrées inoffensives pour la Truite et le Gardon en concentration jusqu'à 100 mg/L .[16].

I.4.4. Traitement des effluents colorés

I.4.4.1. Méthodes physiques

▪ **Adsorption sur charbon actif et autres matériaux**

L'adsorption est un procédé d'élimination des polluants organiques ou minéraux présents dans des effluents aussi bien liquides que gazeux. Plusieurs modèles théoriques

ont été élaborés pour décrire les mécanismes de ces phénomènes. Nous y reviendrons par la suite. Par ce procédé, le polluant est transféré de la phase fluide vers la surface du solide. Même avec le charbon actif considéré comme l'adsorbant le plus efficace, ce mode de traitement reste très limité pour l'élimination de tous les colorants. Seuls les cationiques, colorant à mordant, dispersés ou dits de cuve et réactifs sont éliminés par cette technique

- **Filtration sur membrane**

Dans ce procédé, les polluants sont retenus par une membrane semi perméable dont le diamètre des pores est inférieur à celui des molécules à éliminer. Cette technique est largement utilisée dans le dessalement de l'eau de mer. Selon la qualité de l'eau désirée, on distingue la microfiltration, l'ultrafiltration ou la nanofiltration ou encore l'osmose inverse. La nanofiltration s'applique surtout au traitement des bains de teinture de colorants réactifs en agissant comme un filtre moléculaire tandis que la microfiltration retient les matériaux colloïdaux tels que les colorants dispersés ou de cuve grâce à une «membrane écran» L'ultrafiltration ne s'applique qu'à la réduction de DCO et des solides en suspension, et ne se montre réellement efficace qu'en combinaison avec la coagulation/floculation. Actuellement, des recherches sont menées dont le but de mettre en œuvre des membranes nouvelles à prix abordable. En effet, ces procédés restent très limités dans leurs applications car ils nécessitent des investissements importants à cause en grande partie du prix des matériaux utilisés.

I.4.4.2. Méthode physico-chimique: coagulation – floculation

Sous le terme de coagulation floculation, on entend tous les processus physicochimiques par lesquels des particules colloïdales ou des solides en fine suspension sont transformés par des flocculats chimiques en espèces plus visibles et séparables (les flocs). Les flocs formés sont ensuite séparés par décantation et filtration puis évacués. Les coagulants inorganiques tels que l'alun donnent les résultats les plus satisfaisants pour la décoloration des effluents textiles contenant des colorants dispersés, de cuve et soufrés, mais sont totalement inefficaces pour les colorants réactifs, azoïques, acides et basiques Par ailleurs, la coagulation floculation ne peut être utilisée pour les colorants fortement solubles dans l'eau. D'importantes quantités de boue sont formées avec ce procédé: leur régénération ou réutilisation reste la seule issue mais demande des investissements supplémentaires. [17]

I.4.4.3.Méthodes chimiques

Les techniques d'oxydation chimiques sont généralement appliquées pour

- Le traitement des organiques dangereux présents en faibles concentrations,
- En prétraitement avant les procédés biologiques pour diminuer la charge polluante
- Le traitement d'eaux usées chargées de constituants résistants aux méthodes de biodégradation.
- En post-traitement pour réduire la toxicité aquatique

Les deux réactifs les plus souvent cités pour ce type de traitement sont H₂O₂ et le Chlore. Le peroxyde d'hydrogène est un oxydant fort et son application pour le traitement des polluants organiques et inorganiques est bien établie .Mais l'oxydation seule par H₂O₂ n'est pas suffisamment efficace pour de fortes concentrations en colorant, on propose de traiter les colorants azoïques par hypochlorure de sodium. Cependant, si la molécule initiale est détruite, les halogènes sont susceptibles de former des trihalométhanes comme sous-produits de dégradation lesquels sont cancérigènes pour l'homme .[17]

Bien que les méthodes physiques, chimiques et physicochimiques soient très rapides, elles se sont avérées très coûteuses et peu efficaces compte tenu des normes exigées. En effet, plusieurs études ont montré que ces méthodes sont, d'une part, efficaces contre certaines des molécules colorantes et pas sur d'autres et, d'autre part, qu'elles chargent le milieu naturel avec des polluants organiques parfois plus toxiques que les molécules d'origines. Il est à noter aussi que ces méthodes sont très coûteuses et nécessitent un équipement bien sophistiqué. Ce constat a permis aux chercheurs et aux industriels de s'orienter vers la recherche d'autres méthodes qui soient plus efficaces et moins coûteuses : ce sont les procédés biologiques. Traitements biologiques

I.4.3.4. Traitements biologiques

▪ Décoloration par les champignons

La dégradation des colorants par les champignons été rapportée pour la première fois par Glenn et Gold en 1983. la dégradation des colorants par les champignons est extracellulaire

▪ Décoloration par les actinomycètes

Les actinomycètes, en particulier l'espèce *Streptomyces*, produisent les peroxydases extracellulaires qui jouent un rôle primordial dans la biodégradation de la lignine. Ces peroxydases sont impliquées dans l'oxydation de la lignine. Zhou et Zimmermann (1993) ont testé séparément l'aptitude de 159 actinomycètes à dégrader les colorants synthétiques. Cette étude a été réalisée, dans des conditions aérobie sur des effluents textiles similaires contenant séparément des colorants réactifs de structures différentes (le rouge réactif 147 et le bleu réactif 116).

▪ **Décoloration par les levures**

Dans la littérature, les études portant sur la dégradation des colorants azoïques par des levures sont très limitées en raison de la difficulté à les manipuler et des inconvénients majeurs qu'elles procurent. En effet, outre la difficulté à les cultiver, l'efficacité des levures vis-à-vis des colorants est très faible (la cinétique de décoloration est lente et peut prendre plusieurs dizaines de jours) car les levures (*Candida zeylanoides*, *Issatchenkia occidentalis*) nécessitent de s'adapter, c'est-à-dire de s'acclimater avant d'aborder la décoloration proprement dite.

▪ **Décoloration par des algues**

L'action décolorante des algues a fait l'objet d'un nombre très limité de travaux. Une étude réalisée pour montrer que les espèces *Chlorella*, *Oscillatoria* et *Spirogyra* étaient capables de dégrader les colorants azoïques. Leur action décolorante dérive de l'expression d'une azoréductase (enzyme responsable de la fission de la liaison azote-azote) aboutissant à la production des amines aromatiques correspondantes qui sont par la suite complètement oxydées.

▪ **Décoloration par les bactéries**

De nombreuses études ont montré la capacité des bactéries à dégrader les colorants. Contrairement aux champignons et aux actinomycètes, qui dégradent les colorants par voie extracellulaire, les bactéries agiraient plutôt par voie intracellulaire. L'action décolorante dépendrait alors non seulement de l'activité enzymatique cytoplasmique mais aussi de la filtration des molécules à travers la membrane cellulaire. Dans la littérature, la dégradation complète ou « minéralisation » de colorants azoïques par les bactéries est décrite par la succession de deux étapes essentielles : une azoréduction anaérobie suivie d'une oxydation aérobie des amines aromatiques formées lors de

l'étape précédente. L'azoréduction est décrite comme l'étape clé de la minéralisation des colorants, notamment cette étape est suffisante pour la décoloration des molécules. On distingue alors deux catégories de bactéries décolorantes selon leur comportement vis-à-vis de l'oxygène : aérobie et anaérobie . [2]

Tableau I.3 : différents souches et leur colorant dégradé .[2]

Souche	Type	Colorant dégradé	Référence
Phanerochaete sordida	Champignons	mélange de quatre colorants réactifs : bleu 5, orange 14, rouge 120 et vert 5	Hara zono et Nakamura (2005)
Candida zeylanoides	Levures	colorants azoïques	Ramalh o et al. (2002)
Chlorella, Oscillatoria	Algues	colorants azoïques	Jinqi et Houtian (1992)
Bacillus thuringiensis	Bactérie	Vert de malachite	Oulomide et al.2013

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Généralités sur la zone d'étude

▪ Localisation Géographique

Notre site d'étude comme le montre la Figure 1 ci-dessous correspond à la baie de Bou-Ismaïl (ex : Golf de Castiglione), qui est limitée à l'est par le promontoire de RAS-ACRATA et à l'ouest par le cap du mont CHENOUA. Il a une superficie de 509 km². La baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par un climat subhumide, un hiver humide et un été chaud et sec.

▪ Sources de pollution dans la zone de Bou-Ismaïl

La région de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole. Sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. A cela s'ajoute les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer. Ces eaux drainent celles de ruissellement des terres agricoles ainsi que celles des effluents urbains et industriels (rejet du Groupement Tonic Emballages). De plus, il y'a d'autres de types de pollutions dues à l'activité de la pêche . [18]

D'après une étude faite par le CNRDPA (Tableau le site le plus pollué est la zone industrielle de Bou Ismaïl où une forte pollution chimique a été constatée. Elle est essentiellement due aux rejets industriels dans la baie.

Tableau II.1: Récapitulatif d'étude faite par le CNRDPA sur la willaya de TIPASA

Activité Industrielle	Nature des rejets	Impact environnemental
Bou-Ismaïl	Eaux usées et domestiques	Impact sur le milieu marin et
Zone industrielle de Bou-Ismaïl	Déchets solides, chutes de carton, papier, peinture, colorant, produits agro-alimentaires, produits pharmaceutique	catastrophe écologiques
Daouada	Rejets domestiques	Impact sur milieu marin

Embouchure d'oued Mazafran	Prédominants Rejets industriels	Pollution d'oued Mazafran Risque de déperdition faunistique et floristique Risque de pollution biologique
Baie Chenoua Oued Nador	Rejets domestiques et agriculture	Risque de pollution biologique Eutrophisation

▪ **Choix des stations**

Le choix des stations a été effectué en fonction de l'implantation des activités humaines et industrielles, les quatre stations choisies sont les suivantes :

- **S1** : Rejet Tonic industrie. C'est une industrie spécialisée dans la production d'emballage à Bou ismail.
- **S2** : mélange rejet Tonic avec l'eau de mer
- **S3** : Port de Bouharone est un port de pêche et de plaisance.
- **S4** : Plage de Berrard est une plage autorisée à la baignade caractérisée par la présence d'un site conchylicole.



Rejet TONIC (S₁)



CNRDPA (S₂)



Figure II.1. : Stations de prélèvements (source originale)

II.2. Echantillonnage

Les échantillons d'eau de mer ont été récoltés à partir de chaque station et à un seul niveau de profondeur (à 50 cm de surface). Le prélèvement a été réalisé avec des bouteilles et flacons selon le protocole suivant :

- Remplir en totalité un flacon de 250 ml stérile qui sera destiné à la bactériologie. Fermer immédiatement sous l'eau pour éviter toute contamination microbienne.
- Remplir en totalité une bouteille de 1 litre qui sera destinée aux analyses physico-chimiques.

Indiquer sur une fiche les informations suivantes : Date du prélèvement, conditions météorologiques (vent, sens du courant de surface), lieu exact du prélèvement (position GPS) et le numéro de code de l'échantillonnage.

Les échantillons de l'eau de mer sont transportés dans un coffret isotherme (glacière) dont la température ne dépasse pas +4 °C. A l'arrivée au laboratoire du CNRDPA les échantillons sont analysés immédiatement afin de minimiser les modifications des caractéristiques des échantillons.

II.3. Analyses physico-chimiques

- **Mesure Température, pH, Salinité, Conductivité ,oxygène dissous**

Les paramètres physico-chimiques des stations étudiées à savoir : température, salinité, pH, oxygène dissous sont lus *in situ* à l'aide d'un multi paramètre de marque WTW Wissenschaftlich

▪ **Mesure des sels nutritifs (NH_4^+ , NO_2 , H_3PO_4)**

Pour les sels nutritifs (azote ammoniacale, nitrite et phosphore), les dosages ont été effectués au laboratoire physico-chimie du CNRDPA en appliquant la méthode « Spectrophotométrie d'absorption moléculaire » pour la détermination de l'absorbance.

Ammonium (NH_4^+) Méthode de Koreleff 1969 selon .[6]

- Prendre 100 ± 5 ml d'échantillon, ajouter 3 ml du réactif 1 (solution de phénol-nitroprussiat de sodium), boucher et agiter pour bien homogénéiser.
- Ajouter directement 3 ml du réactif 2 (Solution d'alcaline d'hypochlorite).
- placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h ou mieux pendant une nuit à température ambiante.
- Mesurer l'absorbance à 630 nm

Le résultat est donné en DO, puis extrapoler en concentration mg/l, en utilisant une courbe d'étalonnage.

▪ **Nitrite (NO_2^-)**

Méthode fondée sur la réaction de Griess adapté à l'eau de mer .[19]

- Prendre 50 ± 1 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif 1 (Solution de sulfanilamide), mélanger et laisser reposer 2 à 8 min.
- Ajouter 1 ml du réactif 2 (Solution de N-Naphtyléthyléthyldiamine) et mélanger à nouveau, attendre au moins 10 min mais pas plus de 2h .
- Mesurer l'absorbance à 543 nm.

En utilisant la courbe d'étalonnage, on obtient la concentration (mg/l) qui correspond à la DO obtenu.

Phosphore (PO_4^{3-}) Méthode de Murphy Riley(1962) [6]

- Préparer le mélange des réactifs : Réactif1 (Solution de molybdate d'ammonium), Réactif 2 (Acide sulfurique), Réactif 3 (solution d'acide ascorbique), Réactif 4 (Solution d'oxytatrate de potassium et d'antimoine).
- Préparer des échantillons de 100 ml; ajouter 10 ±0.5 ml de mélange et homogénéiser aussitôt; attendre 5min et mesurer l'absorbance à 885nm.

Après mesurer l'absorbance et en utilisant la courbe d'étalonnage, la concentration des phosphores est exprimée en mg/l.

▪ Matière en suspension

On évalue le poids sec du résidu obtenu par filtration de l'échantillon d'eau, après séchage à l'étuve à 105° C pendant 1 heure .[6]).

- placer chaque filtre sur les boites pétri
- placer les boites pétris à l'étuve à 105°C pendant 1heure
- Peser le filtre pour avoir M₀ en g.
- placer un filtre et le centré dans le dispositif de filtration
- verser l'échantillon sur le filtre et appliquer le vide sans crée de pression, puis filtrer progressivement tout le volume mesure V(v=500ml)
- mettre les boites de pétri contenant les filtre à l'étuve à 105°C pendant 1heure
- laisser refroidir et n'en sortir les filtre que juste avant pesée M₁ en g

Le taux des MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression : $MES = (M_1 - M_0)1000/V$

Où

V : Le volume en ml d'échantillon.

M₀: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation.

M₁ : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

II.4. Analyse bactériologique de l'eau de mer

Nous avons opté pour la méthode de filtration sur membrane pour estimer la charge bactérienne contenue dans l'eau de mer. C'est la méthode de concentration la plus utilisée au laboratoire, pour sa facilité et sa reproductibilité.

▪ Dispositif de filtration

- Deux bec-Bunsen de manière à ménager une zone de travail stérile, et à pouvoir stériliser le matériel.
- Boîtes de Pétri avec les milieux de culture spécifiques pour chaque germe.
- Membranes d'ester de cellulose, filtrantes, de marque MILLIPORE, quadrillées et stériles (en emballage individuel) de porosité de 0.45µm et de 47 mm de diamètre susceptibles de retenir les bactéries ;
- Deux Incubateurs (l'un réglé à 37°C et l'autre à 44 °C), Pompe à vide, pinces stérilisées et pipettes pasteur.
- **Recherche et dénombrement des coliformes totaux (C.T)**
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe a vide pour permettre le passage de l'eau a travers la membrane.
- Retirer la membrane a l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de pétri 45mm de diamètre contenant de la gélose TTC Tergitol.
- Incuber la boîte dans une étuve de 37° C pendant 24h.
- Après 24h d'incubation, les coliformes totaux sous forme de petites colonies jaunes orangés, lisses, légèrement bombées.
- **Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (C.F) :**
- Suivi les mêmes étapes que celles de recherche des coliformes totaux .Mettez la membrane dans une boîte pétri contenant de la gélose TTC Tergitol.
- Incuber la boîte dans une étuve de 44°C pendant 24h.
- Après 24h d'incubation, les coliformes fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes orangés, lisses, légèrement bombées.
- **Recherche d'Escherichia coli (E.coli)**

Ensemencer quelques colonies caractéristiques de la boîte utilisée pour le dénombrement des coliformes fécaux dans un tube à essai contenant un petit volume de milieu urée-indole ,et dans le milieu gélose TSI (Triple Sugar Iron) et incuber à 37°C pendant 18-24 heures

La gélose TSI

- culot jaune : glucose fermenté
- pente inclinée jaune : lactose et/ou saccharose fermenté(s)
- apparition de gaz dans le culot.
- formation d'une coloration noire entre le culot et la pente ou le long de la piqure.

L'urée-indole

- après 24h d'incubation ajouter 2 à 3 gouttes de kovacs.
- Le kovacs réagit avec l'indol pour former une coloration rouge.

▪ Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La streptométrie par filtration est tout comme la colimétrie par filtration, une méthode rapide, simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

▪ Mode opératoire

- Suivi les même étapes de préparation de la rampe de filtration pour la colimétrie.
- Filtrer 100ml d'eau à analyser dans les conditions d'asepsie et après homogénéisation.
- Enlever la membrane par une pince stérile.
- Mettre la membrane dans une boîte pétrie contenant la gélose de Slanetz (milieu de culture sélectif pour les streptocoques fécaux).
- Incuber la boîte à 37°C pendant 48h.

On compte les colonies rouges Bordeu.

II.5. Biodégradation des colorants

Dans cette partie du travail nous avons utilisé des microorganismes marins isolés localement à partir d'un sédiment contaminé par le rejet industriel/ urbain à Bou-Ismaïl. La figure 2 montre le biotope utilisé pour l'isolement



Figure II.2 : Biotope d'isolement

Le milieu utilisé pour l'isolement est un milieu minimum a base des sels, les colorants ont été ajoutés comme source de carbone et d'énergie (Rouge de Congo, Méthyle orange, Bleu de méthylène et Vert de malachite : 50 mg/l). L'incubation a été effectuée à 35°C.

▪ **Préparation de milieu msm**

- Ont met 50ml demilieu msm dans 4 flacan de 250 ml
- Stirlises les flacans de milieu msm dans l'autoclave

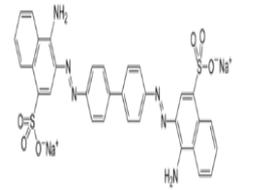
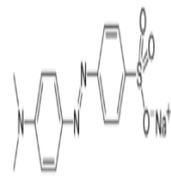
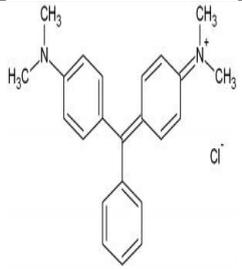
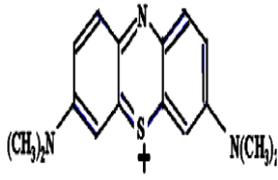
▪ **Méthode de dégradation des collorant**

- Deux bec benzen de maiere à ménager une zone de travaile stérile
- En ajoute dans chaque flacan de milieu msm 50mg/l de chaque collorant (Rouge de Congo, Méthyle orange, Bleu de méthylène et Vert de malachite) à partire des sollutions mére 1g/l
- Ajouter 3g de la souche isolé dans chaque flacan). L'incubation a été effectuée à 35°C.

Le tableau 6 regroupe les caractéristiques des 4 colorants utilisés

Tableau II.3 : Propriétés physico-chimiques des colorants étudiés

Nom	Rouge Congo	Méthyle Orange	Vert de malachite	Blue de méthylène
Famille	Azoïque	Azoïque	triphénylméthane	Xanthines
Formule brute	$C_{32}H_{22}N_6Na_{20}O_6S_2$	$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	$C_{23}H_{25}ClN_2$	$C_{16}H_{18}N_3SCl$
Masse molaire	696,66	327,33	364,91	319 ,86
Solubilité dans l'eau	20à 25 °C	5,20 à 20 °C	24 à 110 °C	à 20 °C
λ_{max} (nm)	500	465	618	664
Pka	4.0	3.4	pKa1 = 1,3 et pKa2 = 12,5	

Sturcure				
----------	---	---	--	---

II.5 .1 Biodégradation de vert de malachite

Parmi les colorants testés, le vert de malachite est le colorant le plus dégradé (utilisé) les souches marines. Il est sélectionné pour la suite de travail. (Les travaux est fait dans zone stérile)

▪ Effet de l'ajout de glucose

Afin d'évaluer l'effet du glucose comme source de carbone supplémentaire de carbone et d'énergie,

- 4flacant contient 50ml de mélieu MSM stirile.
- Ajoute dans chaque flacant 50mg/l de collorant vert de malachite.
- Ajoute dans 2flacant 2% de la souche SD.
- Ajoute dans 1^{ère} flacant 1g de glucose.
- Ajoute dans 3^{ème} et 4^{ème} flacant 2% de la souche 1C.
- Ajoute dans 3^{ème} flacant 1g de clucose.
- L'incubation à 35°C.

▪ Effet de la concentration initiale du colorant

La concentration du vert de malachite initiale du colorant est un facteur très important qui affecte le processus de décoloration. Différentes concentrations ont été testées à savoir, 10, 25, 50, 75 et 100 mg/l. Les cultures ont été incubées à 35°C.

▪ Effet de la salinité du milieu

Différentes concentrations de NaCl ont été testées à savoir, 10, 30, 50, 75 mg/l. Les cultures ont été incubées à 35°C.

▪ effet de PH

varait le ph de milieu MSM à savoir, 5,6,7,8,9 . Les cultures ont été incubées à 35°C.

- **Suivi de la dégradation**

La dégradation du vert de malachite a été suivi par la mesure de la DO du surnagent à 618 nm, par spectroscopie UV-Vis. Le pourcentage de dégradation est calculé en utilisant la formule suivante

$$\text{Dégradation} = 100 * (A_i - A_f) / A_i$$

Ou : A_i = Absorbance initiale ; A_f = Absorbance finale

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Etude des propriétés physico-chimiques

Les résultats obtenus des 5 sorties de début de mois avril et fin avril et le mois mai, juin et août dans la baie de Bou –Ismail sont présentés pour estimer la pollution côtière au niveau de différentes stations de prélèvement : S1 (rejet tonique), S2 (mélange rejet eau de mer), S3 port Bouharone, S4 (Bérard)

III.1.1. Température

Les variations thermiques correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.1

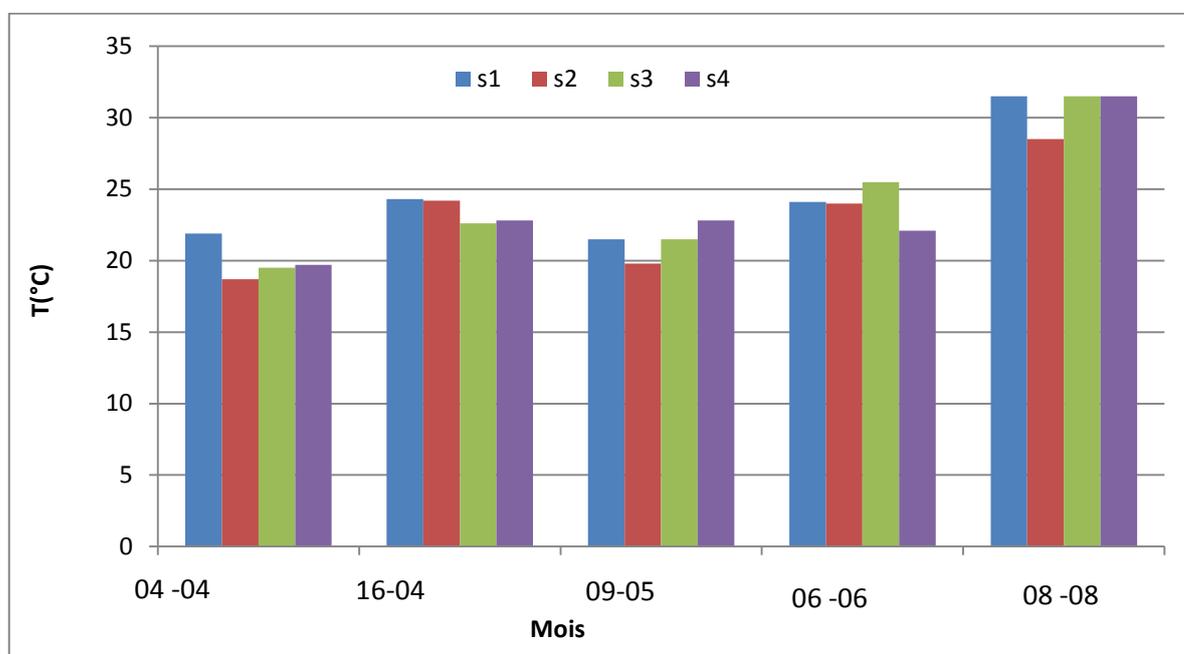


Figure III.1 : les variations mensuelles de la température

Les valeurs de température de rejets tonique S1 qui sont comprises entre 20.5 et 31.5 °C et conformes aux normes (JORAD 2006) sauf le mois de août et 31.5 ces valeurs sont proches de celles trouvées par [20] (19.7-24.1 °C)

Pour les échantillons d'eau de mer, les températures sont comprises entre 18.7 et 31.5 °C et sont aussi conformes aux normes (OMS) sauf le mois de août dans S3 et S4 et 31.5, elles sont liées à la température de la saison et donc tous les résultats liés à la température de la saison et admises selon la norme. Les mêmes résultats sont reportés [21] des valeurs entre 17.5 et 20.3 °C ont été enregistrées pour la station S3.

III.1.2. Salinité

Les variations de la salinité correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.2

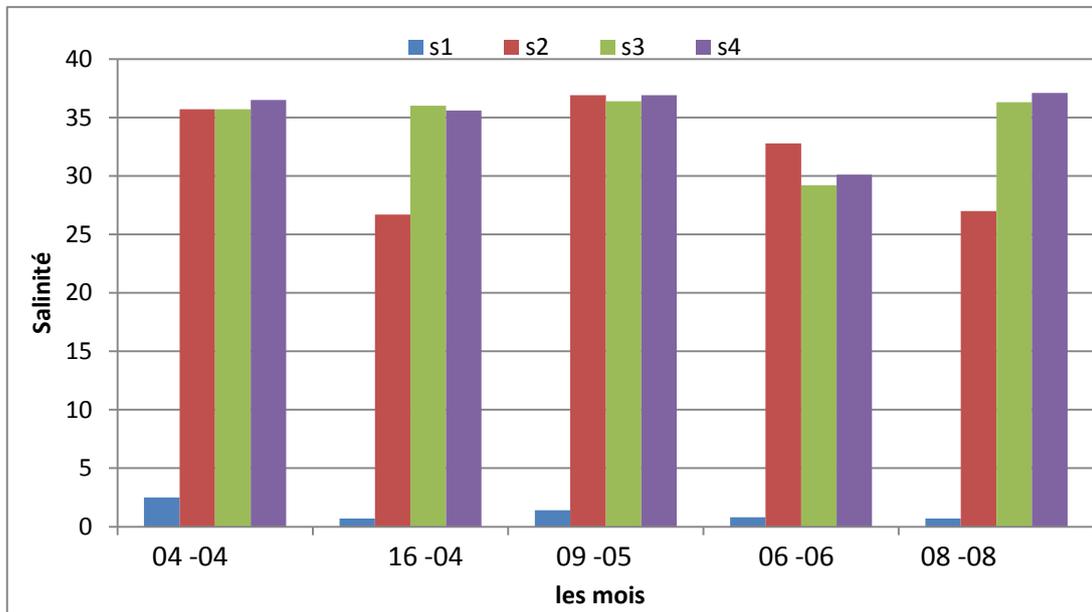


Figure III.2 : Variation mensuelle de la salinité.

Les valeurs de la salinité sont comprise entre le maximum dans la S4 (Bérard) 37.1 ‰ au mois Août est et un minimum dans S2 et 26.4 ‰ car les prélèvements sont effectués sont très proches des points de rejet Tonic (en activité).et pour les valeurs de S1, la valeur maximum 2.4‰ au 04 avril et minimum 0.7‰ le mois Août et le 16 Avril. Les résultats ne sont pas proches a ceux trouvés par .[22], les résultats de S3 et proche avec ceux trouvées par .[21]

III.1.3. Le pH

La variation du pH correspondante au site et à la période d'étude est représentée dans la figure III.3

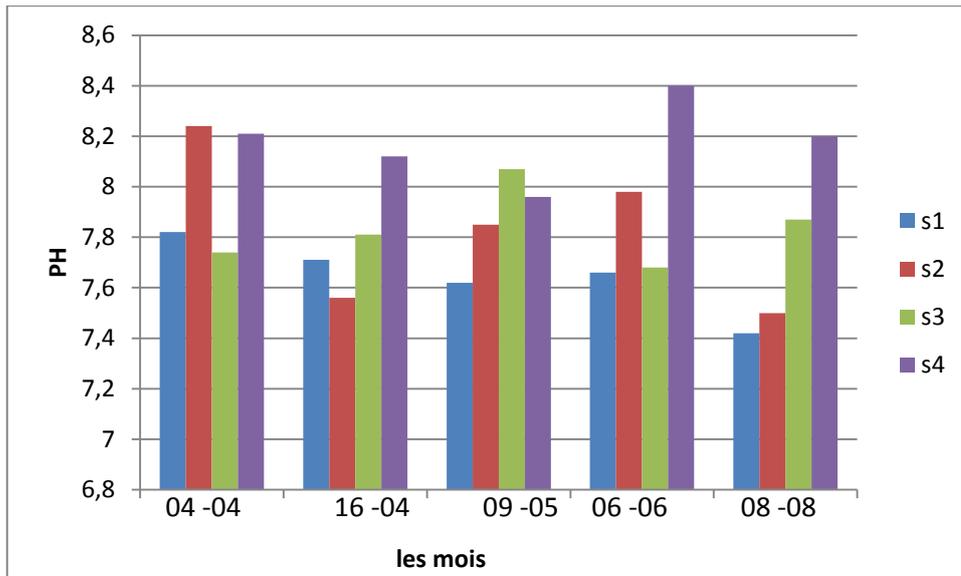


Figure III.3: Variation mensuelle de potentiel hydrogène.

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous formes ioniques plus toxiques. Par contre des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniaque et sont donc toxiques pour les poissons.

L'examen de ces résultats montre que les valeurs de pH de rejets qui varient entre 7.42 et 7.82 sont en général dans les normes (**JORA 2006**) et les mêmes résultats ont été rapportés par [20], des valeurs entre 7.87 et 8.34 ont été enregistrées. Pour les échantillons de l'eau de mer, les valeurs du pH sont comprises 7.50 et 8.40, Ces derniers sont conformes aux normes. (**OMS**)

III.1.4. Oxygène dissous (OD)

Les variations de l'oxygène dissous correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.4

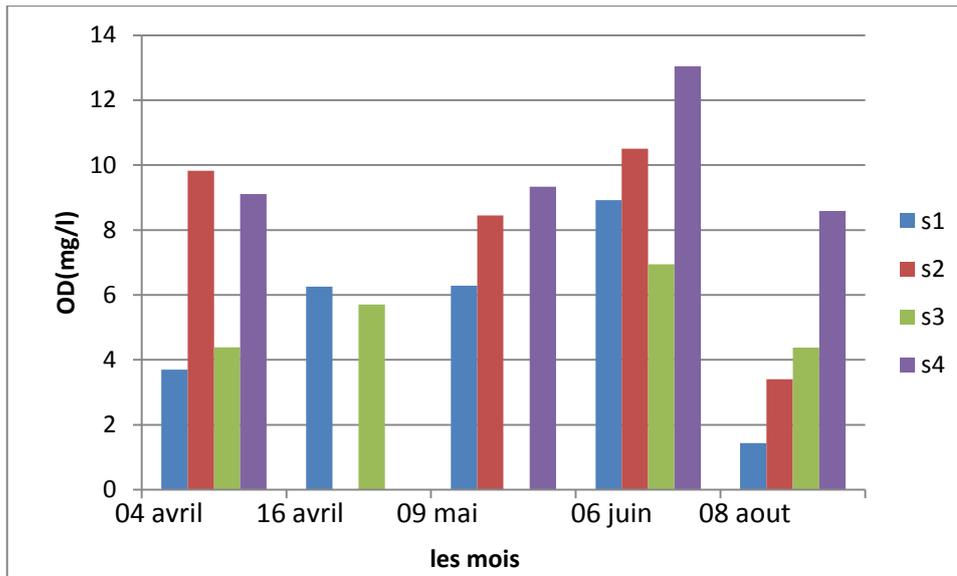


Figure III.4: Variation mensuelle de l'oxygène dissous.

Les concentrations en oxygène dissous constituent, avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.

La teneur en oxygène dissous trouvée pour l'échantillon de la station S1 est comprise entre 1.44 et 8.92 mg/l. Ces résultats sont supérieurs à la norme (**JORA**) (5mg/l). pour les prélèvements d'eau de mer les valeurs sont comprise entre 3.40 et 13.4 mg/l .Ces résultats sont supérieures à la norme (**OMS**) (5mg/l) sauf le mois Aout dans S2 (3.40 mg/l) et dans S3 (4.38mg/l) et dans S1 (1.44 mg/l), le mois avril dans s₃ (4.39mg/l) et dans s₁ (3.7mg/l) tout ces résultats sont inférieurs à la norme. Une forte concentration enregistrée au mois de Juillet au niveau de S4 (la filière conchylicole à Birrard) (13.04mg /l) des valeurs proches (14mg/l) ont été enregistrées au niveau de la même station4 .[9]

III.1.5. Conductivité

Les variations de conductivité électrique correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.5

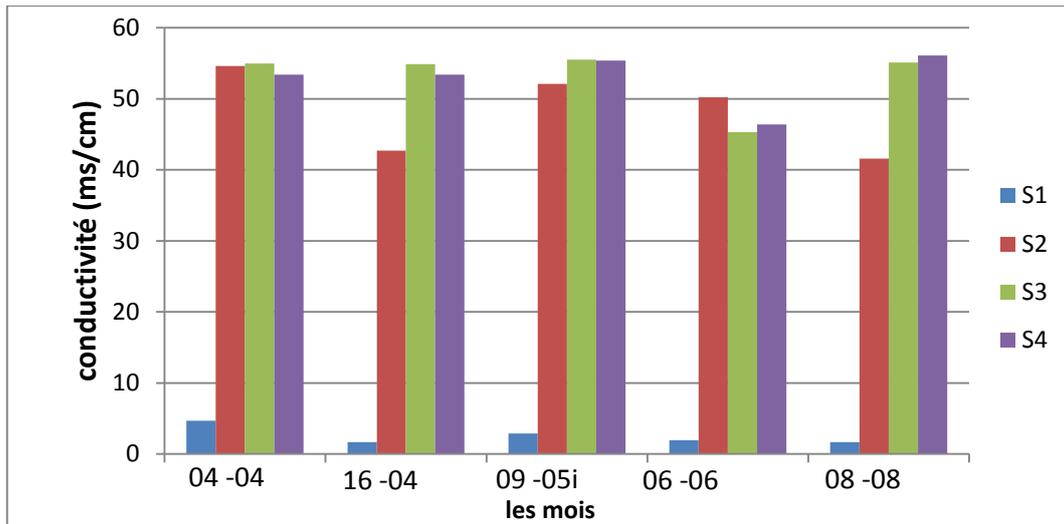


Figure II.5 : Variation mensuelle de conductivité électrique

Les valeurs de conductivité de rejet varient entre 1.67 et 4.69 ms/cm et pour les prélèvements d'eau de mer les valeurs sont comprises entre 41.6 et 56.1 ms/cm la valeur minimum est enregistrée dans S2 (41.6 ms/cm) et la valeur maximale est enregistrée dans S4 (56.1 ms/cm). Plus une eau est salée, mieux elle conduit le courant

III.1.6. Matière en suspension : Les variations de MES correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.6

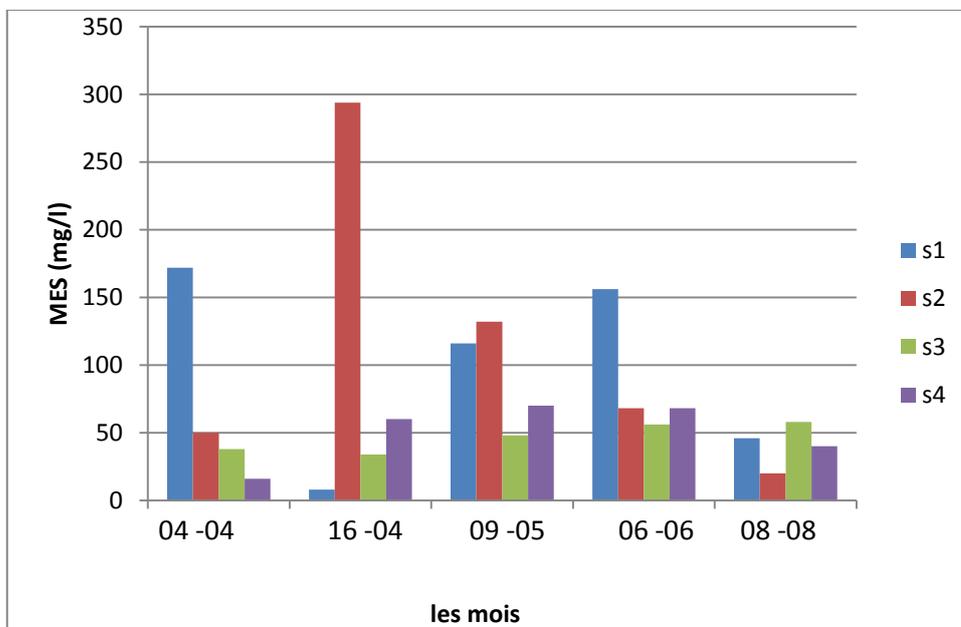


Figure III.6: Variation mensuelle de MES

Les concentrations en MES au niveau de rejet S1 et comprise entre valeur minimum 8 mg/l est conforme les normes (35mg/l) (**JORA**) et valeur maximum 172 mg/l est supérieure à la norme. Pour la station S2, la valeur minimale enregistrée le mois d'Aout est de 20mg/l est conforme à la norme (35mg/l) (**OMS**), alors que la valeur maximale est enregistrée le mois avril est de 294mg/l, cette valeur est influencée par le rejet tonic S1. Pour la station S4, la valeur minimale est enregistrée durant le mois Avril (16 mg/l) et la valeur maximale est enregistrée durant le mois de Mai (70mg/l), cette dernière dépasse la norme. Pour la station S3, les valeurs de MES dépassent aussi la norme (OMS) mais elles sont inférieures aux valeurs enregistrées pour les stations S2 et S4 puisque les eaux au niveau du port sont calmes et stagnantes à l'exception de la passe d'entrée.

III.1.7. Nitrite

Les variations de nitrite correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.7

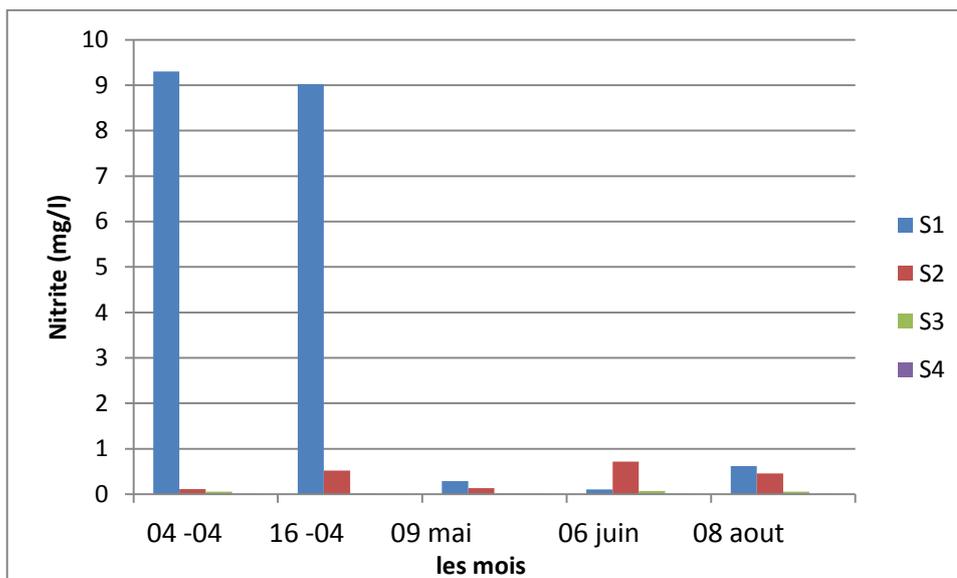


Figure III.7 : Variation mensuelle de nitrite

Les concentrations des nitrites de S1 (rejet tonic) varient entre 0.109 mg/l durant le mois Juin et 9.3 mg/l au mois Avril. Des résultats similaires ont été rapportés .[23]) sauf le mois avril ou des valeurs, ont été rapportées. Pour la station S2, les concentrations de nitrites varient entre 0.0719 mg/l (mois juin) et 0.52 mg/l (mois d'Avril). Les faibles concentrations en nitrites rencontrées au niveau des S3 et S4

varient entre 0.00609 mg/l (Aout) au niveau de la station S3 et 0.0581 mg/l au (Avril) au niveau de la même station sont conformes à la norme (3mg/l)(OMS).

III.1.8. Ammonium

Les variations de l'ammonium correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées dans la figure III.8

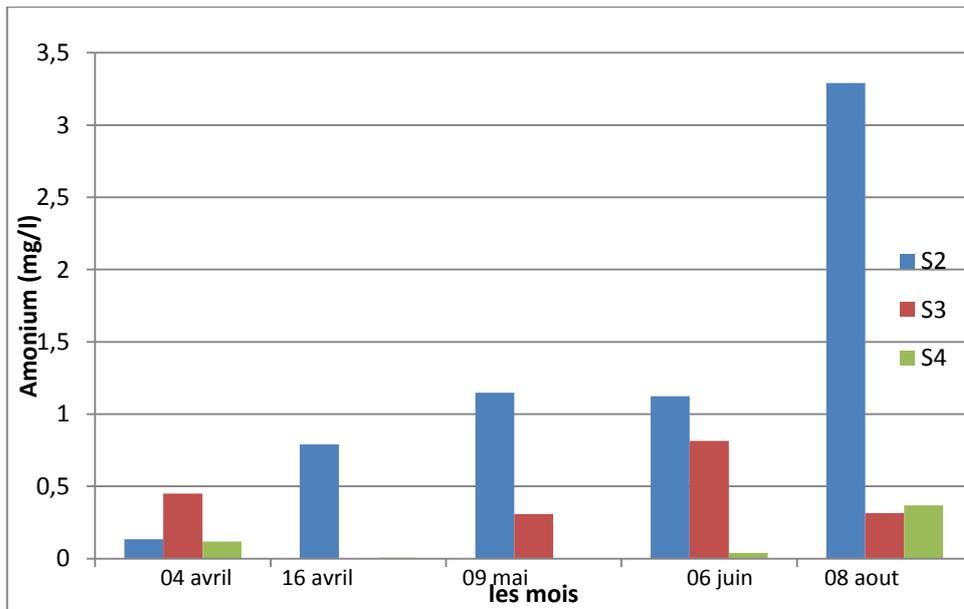


Figure III.8: Variation mensuelle de l'ammonium

Les teneurs de l'ion ammonium dans le rejet industriel (S1) sont comprises entre 0.514 et 22.7 mg/l, ces valeurs sont conformes à la norme (30mg/l) (JORA), les valeurs enregistrées pour la station S2 sont comprise entre 0.134 et 3.29 mg/l, ces valeurs dépassent quelque fois la norme (1.5mg/l) (OMS). Pour les stations S3 et S4 tout les valeurs respectent la norme (1.5mg/l) (OMS) la concentration maximum 0.3699 mg/l au mois Aout dans S3 et la valeur minimale 0.0029 au mois avril dans S3 et le mois mai dans S4 sont similaires aux résultats rapportés par. [9]

III.1.9. Phosphore

Les variations de phosphore correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées sur la figure III.9

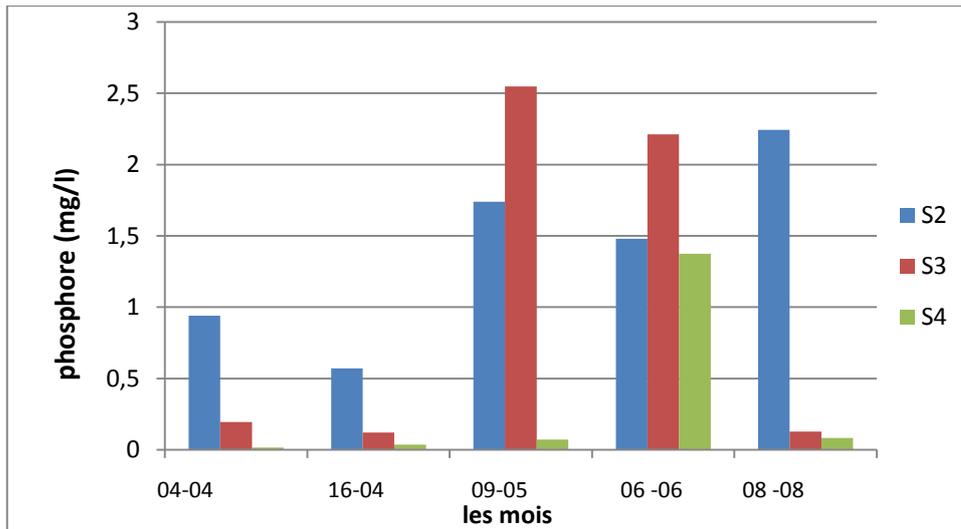


Figure 11I.9: Variation mensuelle du phosphore

Les concentrations de phosphore de S1 varient entre 2.69 mg/l (Avril) et 15.7 mg/l (Mai) dépassent quelque fois la norme (10mg/l) (**JORA 2006**). Pour la station S2, les valeurs varient entre 0.094 mg/l (Avril) et 2.142 mg/l (Aout). Ces valeurs dépassent quelque fois la norme (2mg/l) (**OMS**). Pour S3 tout les valeurs respectent les normes et varient entre 0.120 mg/l au mois Mai et 2.548 mg/l au mois Juin. Les mêmes observations ont été rapportées par [9] ou la concentration du phosphate varie entre 0.00214 et 1.6811mg/l au niveau de la station 4.

III.2. Etude bactériologique

III.2.1. Coliformes totaux (CT)

Les variations de coliformes totaux correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées sur la figure III.10

D'après les résultats obtenus, on constate que le nombre des coliformes totaux est supérieur aux valeurs limite (**JORA1993**) pour la majorité des prélèvements de S1 et S2 sauf le mois Avril dans S2 (298 germe)). Par contre, au niveau des stations S3 et S4 tout les valeurs sont conformes aux valeurs guide (**JORA 1993**)

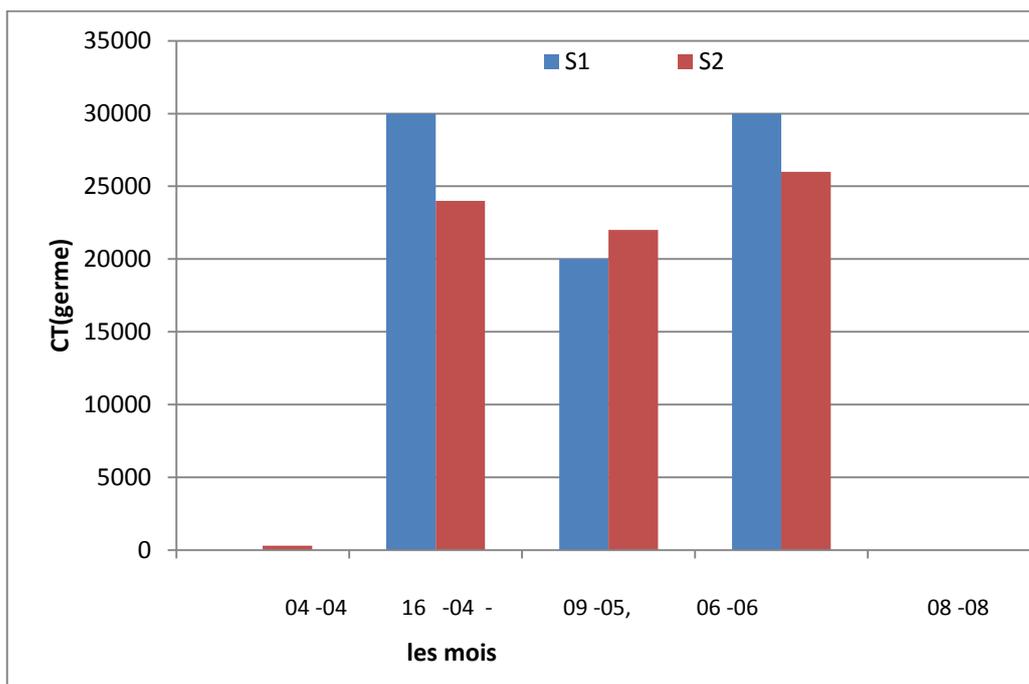
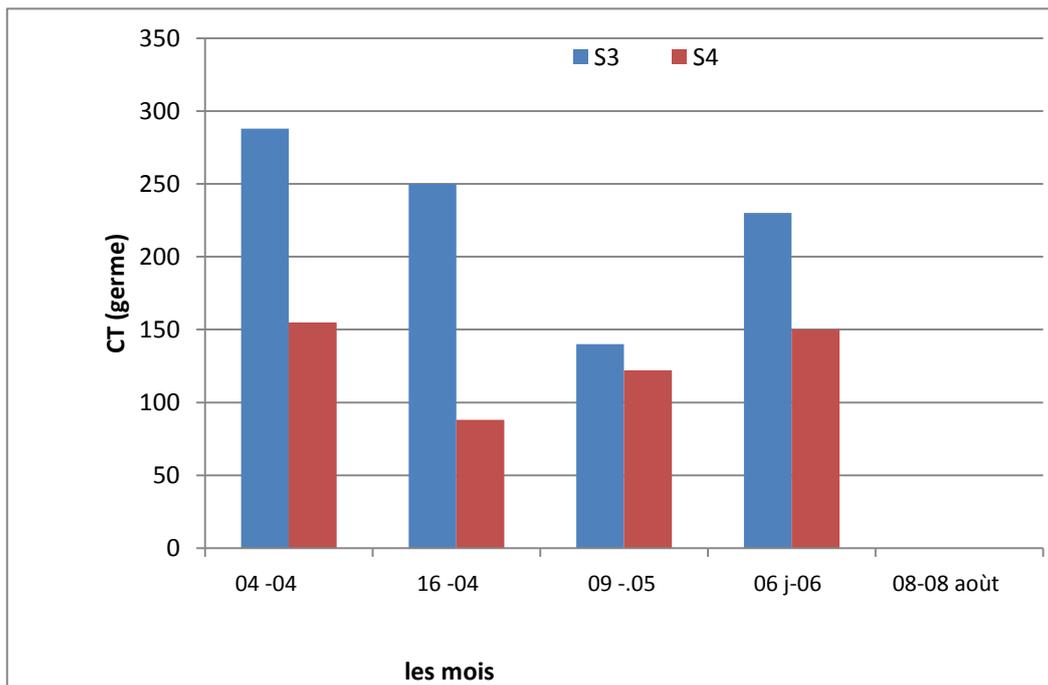


Figure III.10 : Variation mensuelle des coliformes totaux

III.2.2. Coliformes fécaux

Les variations de coliformes fécaux correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées sur la figure III.11

D'après les résultats obtenus, on constate que le nombre des coliformes fécaux est supérieur aux valeurs limite pour la majorité des prélèvements de S1 et S2 sauf le mois Avril dans S1 (200 germe) et S2 (220 germe) et la valeur maximum 30000 germe au mois Avril dans S2 et au mois Aout dans S1 . Par contre S3 et S4 tout les valeurs sont conforme les valeurs guides (JORA 1993) ces valeurs comprise entre valeur minimum au mois Juin dans S4 et la valeur maximum au mois Aout 210 germe dans S3.

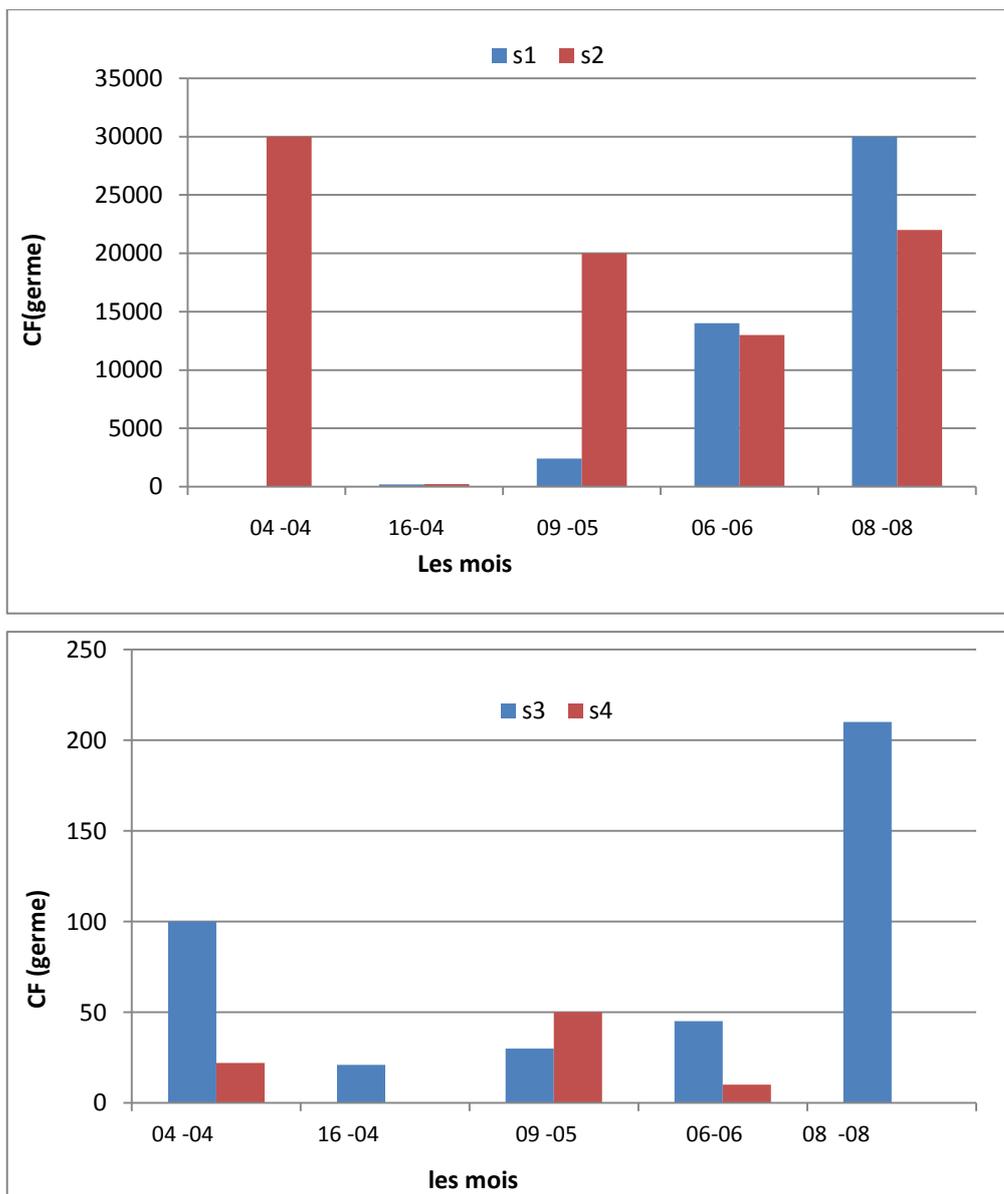


Figure III.11 : Variation mensuelle des coliformes fécaux

III.2.3. Les streptaux fécaux

Les variations des streptaux fécaux correspondantes au site et à la période d'étude sont représentées sur la figure III.12

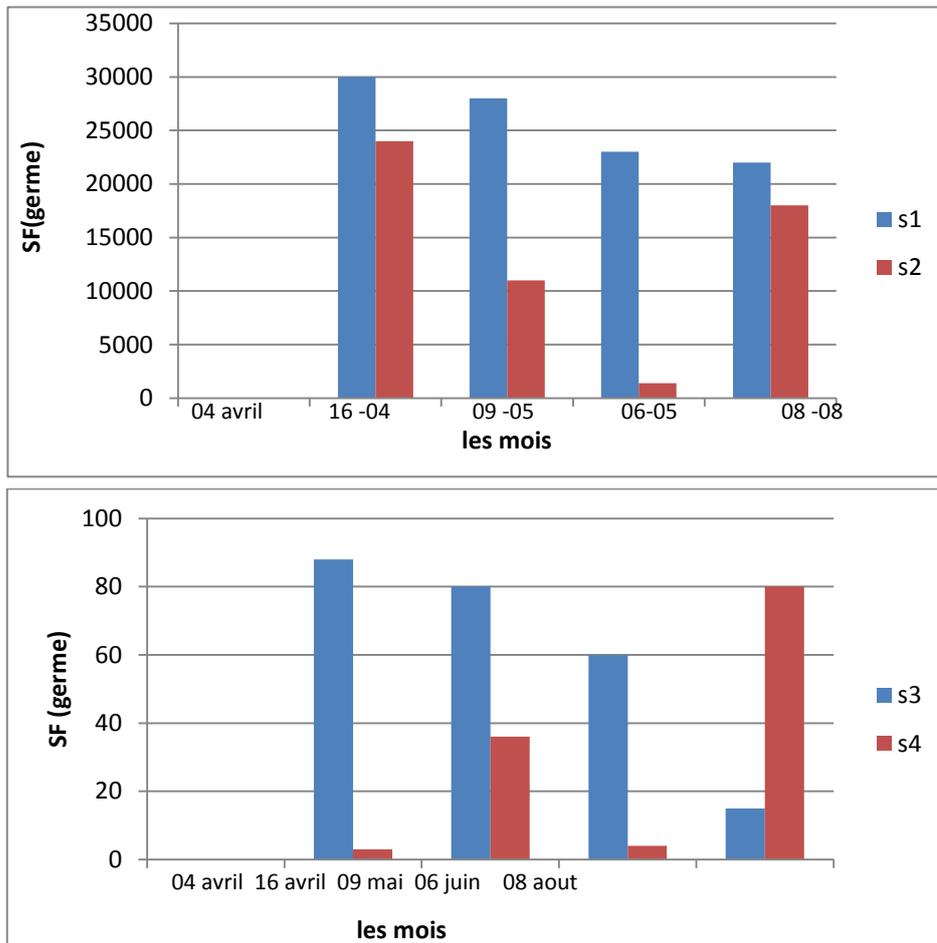


Figure III.12 : Variation mensuelle des streptaux fécaux

D'après les résultats obtenus, on constate que le nombre des streptocoques fécaux est supérieur aux valeurs limite pour la majorité des prélèvements de S1 et S2 ces valeurs comprise entre la valeur maximum au mois aout 30000 germe dans S2 et la valeur minimum au mois avril dans S1 Par contre tout les valeurs de S3 et S4 sont conformes les valeurs guide et comprise entre 88 germes dans S3 et 3germes dans S4 (JORA 199

III.2.4. Confirmation de la présence d'E. Coli

		GELOSE TSI					Urée-indole	E Coli
		LAC	SAC	GLU	GAZ	H ₂ S		
04/04/2017	S2	+	+	+	+	-	+	+
	S3	+	+	+	+	-	+	+
	S4	+	+	+	+	-	+	+
16/04/2017	S1	+	+	+	+	-	+	+
	S2	+	+	+	+	-	+	+
	S3	+	+	+	+	-	+	+
09/05/2017	S1	+	+	+	+	-	+	+
	S2	-	-	-	-	-	-	-
	S3	+	+	+	+	-	+	+
	S4	+	+	+	-	-	+	+
06/06/2017	S2	+	+	+	+	-	+	+
	S3	+	+	+	+	-	+	+
	S4	-	-	-	-	-	-	-
08/08/2017	S1	+	+	+	-	-	+	+
	S2	+	+	+	+	-	+	+
	S3	+	+	+	+	-	+	+

+ : défini présence, - : défini absence

La présence de E-coli dans tous les mois et toute la station sauf le mois mai dans S2 et mois juin dans S4 et absence

III.3. Biodégradation des colorants

III.3.1. Capacités biodégradatives de la souche SD

Quatre colorants ont été utilisés pour tester les capacités biodégradatives de la souche SD, les résultats ont présentés sur la figure III.13

Les résultats obtenus montrent que la souche SD est capable d'utiliser le vert de malachite et le rouge de Congo comme source de carbone et d'énergie. Alors qu'un faible taux de décoloration a été enregistré pour le méthyle orange et le bleu de méthylène.

L'un des paramètres qui affecte le taux de dégradation ou bien la décoloration d'un colorant est la structure de ce dernier.

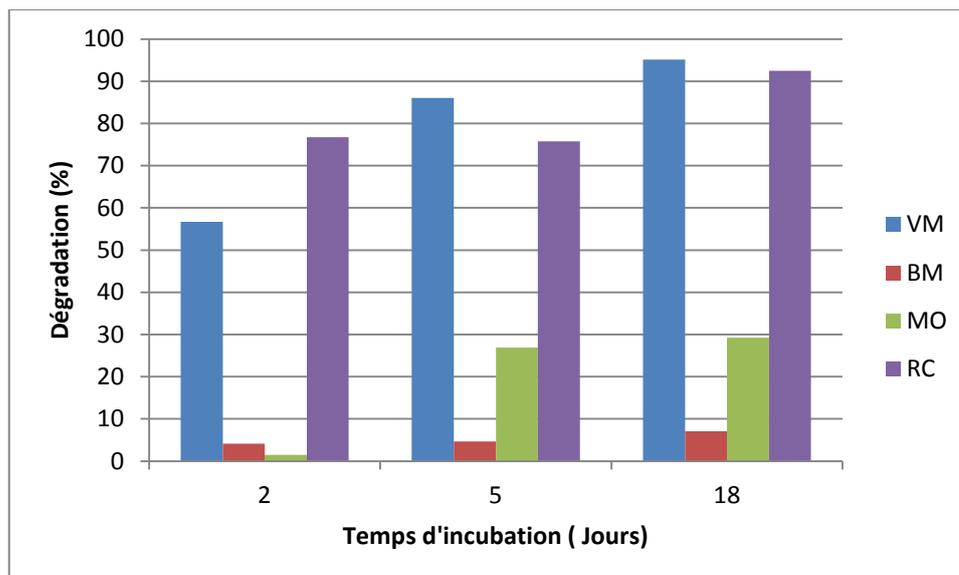


Figure III.13 : Dégradation des quatre colorants par la souche SD

Une précipitation du colorant rouge de Congo a été remarquée lors du suivi de la décoloration du milieu, pour la suite de ce travail nous avons choisi le vert de malachite pour étudier l'effet des conditions de culture sur la dégradation des colorants. Et pour voir si l'origine de la souche utilisée a un effet sur sa capacité de dégradation, nous avons comparé la capacité de la souche SD isolé à partir un biotope déjà contaminé par les colorants avec les capacités de la souche 1C isolé à partir un biotope contaminé par

les hydrocarbures sachant que cette dernière a montré sa capacité d'utiliser le vert de malachite comme substrat.

III.3.2. Effet de co-substrat

Le glucose a été ajouté pour voir son effet sur la décoloration du vert de malachite par les deux souches SD et 1C.

Les résultats obtenus sont regroupés sur la figure III.14

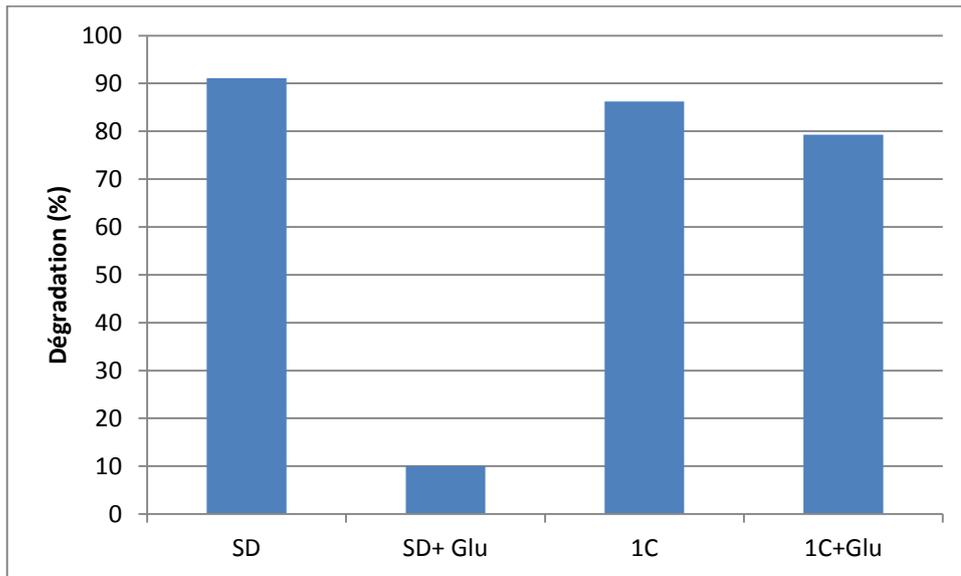


Figure III.14 : Effet du glucose sur la dégradation du vert de malachite

Les souches 1C et SD utilisent le vert de malachite comme source de carbone et d'énergie, la présence d'une deuxième source de carbone dans le milieu affecte négativement la dégradation de vert de malachite par la souche SD, le taux de dégradation passe de 91.11% après 24h d'incubation à 10% lorsque le glucose est ajouté dans le milieu ce qui indique que la souche SD utilise le glucose comme source de carbone préférentielle ce qui retarde la dégradation de vert de malachite. D'autre part nous remarquons une diminution du taux de dégradation de vert de malachite par la souche 1C lorsque le glucose est ajouté au milieu, mais pas de la même importance remarquée pour la souche SD, le taux de dégradation passe de 94.36% après 48h à 86.56% en présence du glucose.

Les travaux de [24] ont montré que la dégradation de vert de malachite par *Kocuriarosea* MTCC 1532 a été affectée par l'ajout de co-substrat (urée ; saccharose ; peptone et glucose), le taux de dégradation diminue de 100% jusqu'à 31% en présence du glucose.

III.3.3. Effet de la concentration initiale

La concentration du colorant joue un rôle très important lors le processus de dégradation, différentes concentrations ont été testées, les résultats sont regroupées sur la figure III.15

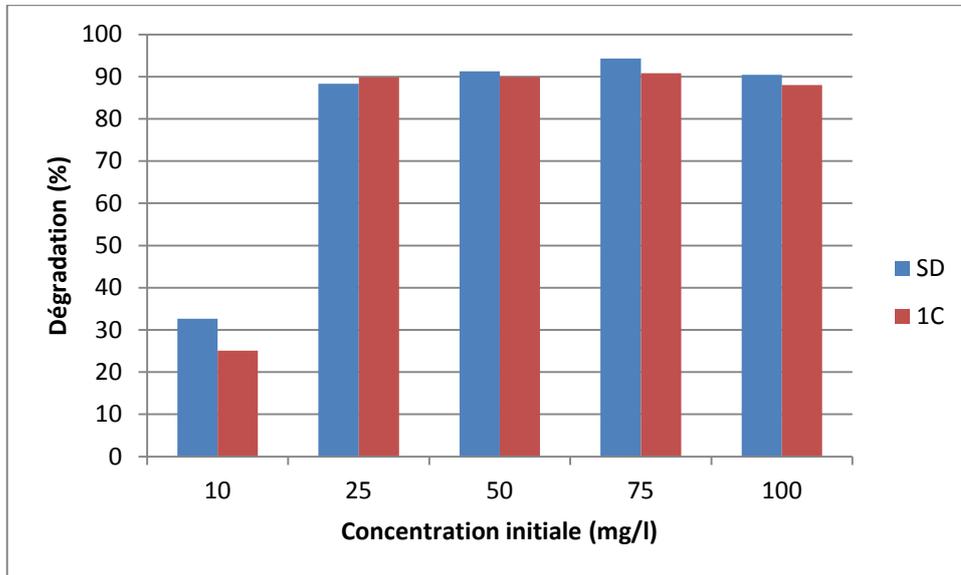


Figure III.15 : Effet de la concentration initiale sur la dégradation du vert de malachite

Les résultats montrent que les deux souches tolèrent des concentrations élevées en colorant, l'augmentation de la concentration de 25 à 100 mg/l n'a pas un effet significatif sur le pourcentage de dégradation du vert de malachite. Des faibles concentrations du vert de malachite peuvent retarder le processus de dégradation, Olukanni .[25] et al, 2013 ont rapport que le pourcentage de dégradation du vert de malachite par *B. thuringiensis* RUN1 augmente lorsque la concentration augmente de 10 à 40 mg/l mais il diminue lorsque cette dernière augmente de 40 à 80 mg/l.

III.3.4. Effet du pH du milieu

Le pH initial du milieu peut affecter le processus de dégradation du vert de malachite, le pH du milieu est ajusté aux différentes valeurs et les résultats obtenus sont regroupés sur la figure III.16

La dégradation du vert de malachite est fortement influencée par le pH initial du milieu, les résultats obtenus montrent que les deux souches testées dégradent mieux le vert de

malachite dans des milieux neutres ou basiques. Un faible taux de dégradation est enregistré dans un milieu acide.

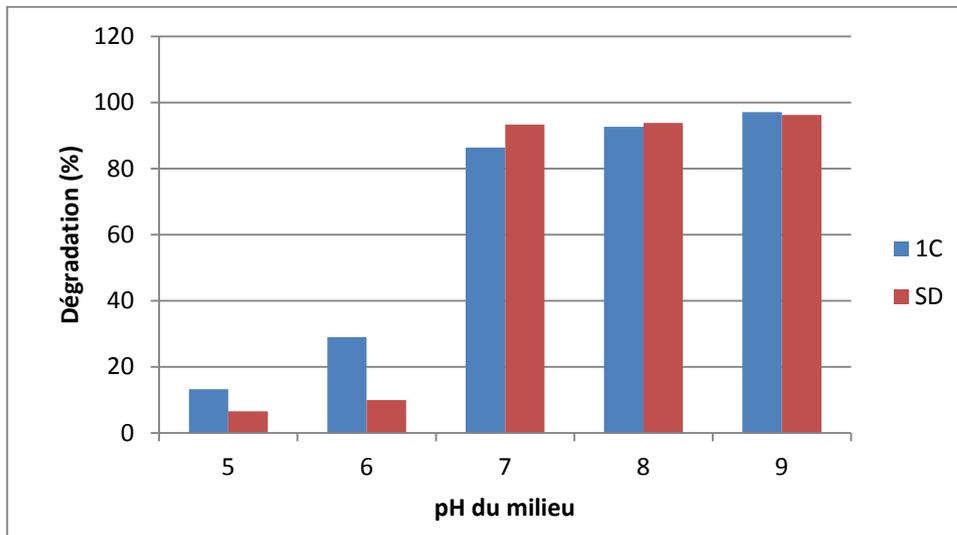


Figure III.16 : Effet du pH sur la dégradation du vert de malachite

Les travaux de [26] ont montré que la dégradation de vert de malachite par *M. roridum* IM 6482 est maximale en milieu acide. De même [27] ont rapporté que la dégradation du vert de malachite par *Aspergillus flavus* est maximale lorsque le pH du milieu est de 5 ; par contre, [28] ont rapporté que la dégradation par *Sphingomonas paucimobilis* est optimale à pH = 9.

III.3. Effet de la salinité

L'effet de la salinité du milieu sur la dégradation de vert de malachite a été étudié, les résultats sont regroupés sur la figure III.17

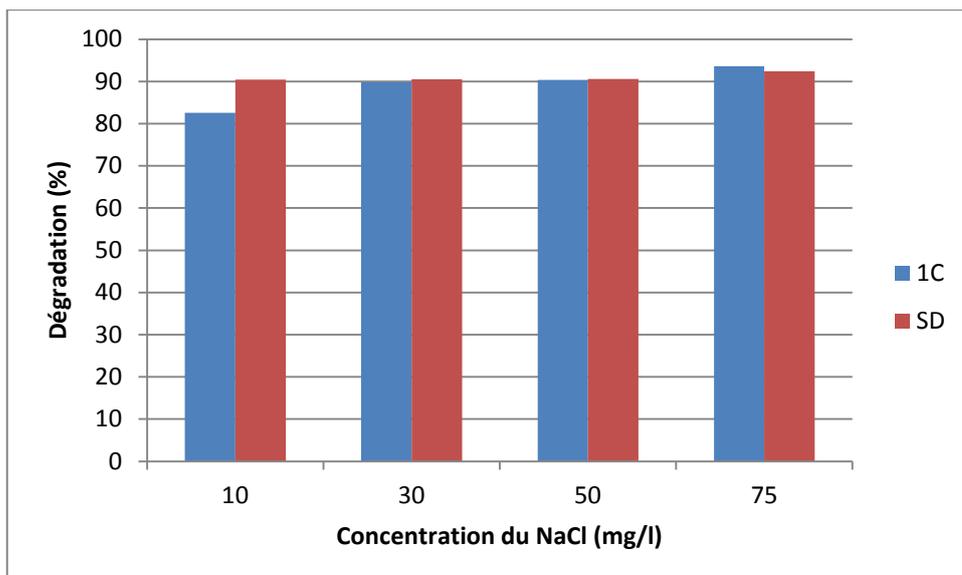


Figure III.17 : Effet de la salinité sur la dégradation du vert de malachite

CONCLUSION GENERALE

La baie de Bou-Ismaïl ; comme tout le littoral Algérien connaît un problème de pollution. La plupart des rejets domestiques et industriels sont déversés dans la mer sans aucun traitement préalable.

Les résultats des paramètres physico-chimiques (T, salinité, OD, CE, pH, MES et sels nutritifs) montrent que certaines valeurs dépassent quelque fois les normes et surtout à la station S2 qui est proche au point de déversement du rejet tannique ou des valeurs des MES et des sels nutritifs très importantes ont été enregistrées.

De même pour les paramètres bactériologiques (CT, CF, SF) ; les valeurs enregistrées au niveau de la station 2 dépassent les valeurs limites ; donc il y a un risque sanitaire.

Les colorants font partie des contaminants chimiques les plus rencontrés dans les rejets industriels (papier et textile). La station 2 est souvent touchée par la pollution par les colorants (rejet tannique) ; les résultats obtenus ont montré que les souches autochtones ont la capacité de dégrader le vert de malachite (colorant modèle). La dégradation est influencée par la concentration initiale de vert de malachite et le pH du milieu alors que la dégradation est possible à différentes salinités.

Pour la suite de notre travail nous proposons de compléter le volet contrôle par l'analyse de certains paramètres comme : DBO₅, DCO ; nitrates, métaux lourds ; les hydrocarbures, la chlorophylle et d'autres germes pathogènes.

Pour le volet dégradation ; nous proposons de compléter l'étude de la dégradation de vert de malachite en déterminant les métabolites de dégradation et d'utiliser d'autres moyens d'analyse comme l'IRTF pour confirmer la dégradation ; nous proposons aussi d'étudier la dégradation des autres colorants et d'identifier la souche SD.

Liste des Figures

Figure II.1:	Stations de prélèvements (source originale)	17
Figure II.2:	: Biotope d'isolement	23
Figure III.1	les variations mensuelles de la température	24
Figure III. 2:	Variation mensuelle de la salinité	25
Figure III.3 :	Variation mensuelle de potentiel hydrogène.	26
Figure III.4:	Variation mensuelle de l'oxygène dissous.	27
Figure III.5:	Variation mensuelle de conductivité électrique	28
Figure III.6:	Variation mensuelle de MES	29
Figure III.7:	Variation mensuelle de nitrite	30
Figure III.8:	Variation mensuelle de l'ammonium	31
Figure III.9:	Variation mensuelle du phosphore	32
Figure III.10:	Variation mensuelle des coliformes totaux	33
Figure III.11:	Variation mensuelle des coliformes fécaux	34
Figure III.12:	Variation mensuelle des entérocoques fécaux Stations de prélèvements (source originale)	35
Figure III.13:	Dégradation des quatre colorants par la souche SD	36
Figure III.14:	Effet du glucose sur la dégradation du vert de malachite	37
Figure III.15:	Effet de la concentration initiale sur la dégradation du vert de malachite	38
Figure III.16:	Effet du pH sur la dégradation du vert de malachite	39
Figure III.17:	Effet du salinité sur la dégradation du vert de malachite	40

Liste des Tableaux

Tableau I.1:	Classification chimique des colorants	7
Tableau I.2:	Classification tinctoriale des colorants	9
Tableau I.3:	déférents souches et leur colorant dégradé	14
Tableau II.1:	Récapitulatif d'étude faite par le CNRDPA sur la willaya de TIPASA	16
Tableau II.2:	Propriétés physico-chimiques des colorants étudiés	22

Introduction

Le littoral Algérien est de plus en plus affecté par l'activité humaine ; plus de 60 % de la population se trouve près du littoral. Cette forte densité entraîne des agressions permanentes notamment par le déversement des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles directement en mer sans traitement préalable

Ces derniers sont la source principale de la pollution microbiologique du milieu marin qui constitue une menace pour la santé publique lors de la baignade ou lors de la consommation des produits de la mer contaminés.

La zone de Bou-Ismaïl n'échappe pas à ce fléau. Elle subit des agressions intensives dues au déversement continu des eaux résiduaires de façon anarchique [1]

La variété de sources de pollution dans la zone de Bou-Ismaïl (zone urbaine, industrielle et agricole), entraîne une menace immense pour le milieu marin à cause de l'introduction de ces deux types de polluants biodégradables et non biodégradables. C'est pourquoi une étude complète et profonde sur l'état des lieux de la zone de Bou-Ismaïl s'avère nécessaire et indispensable.

Dans ce contexte, la zone de Bou-Ismaïl ne possède aucune station de traitement des effluents urbains (en activité). De plus, les rejets industriels sont évacués directement dans la baie sans aucun traitement.

La présence des colorants dans les eaux est l'un des problèmes environnementaux majeurs. Ils peuvent être éliminés car c'est des polluants visibles et à faible concentration. Des études ont montré que plusieurs colorants synthétiques sont toxiques et mutagènes et le traitement biologique de ces colorants semble présenter un intérêt scientifique majeur. Les traitements physico-chimiques communs (adsorption, coagulation/floculation, précipitation etc.) sont couramment utilisés pour les effluents industriels. Malgré leur rapidité, ces méthodes se sont avérées peu efficaces compte tenu des normes exigées sur ces rejets. Le traitement biologique constitue une alternative fiable; en effet, plusieurs microorganismes sont capables de transformer les colorants synthétiques en sous-incolore [2]

L'objectif de cette étude est double : Il s'agit d'abord, de faire un contrôle et un suivi de l'état de pollution de la zone étudiée. Ensuite, de contribuer à proposer un traitement adéquat en utilisant des microorganismes autochtones pour dégrader les colorants (vert de malachite).

Ce travail est structuré en trois chapitres :

Dans le chapitre I nous présentons une synthèse bibliographique sur le milieu marin et les propriétés des eaux côtières, la pollution de milieu marin, et ensuite généralité sur les colorants synthétiques et les procédés du traitement.

Le chapitre II présente les protocoles de prélèvement, de conservation et d'analyse d'eau de mer et de rejets industriels en termes de paramètres physicochimiques bactériologiques, une deuxième partie est consacrée à la dégradation de vert de malachite.

Le chapitre III est consacré à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus relatifs au contrôle de la pollution, et aussi que les résultats de la dégradation de Vert de malachite par les microorganismes sélectionnés.

Enfin, ce mémoire se clôture par une conclusion générale et des recommandations à entreprendre pour la suite de ce travail.

Références bibliographiques

- [1] **TAZI Cherif TOUAHIR Nawal 2010.** Détermination de l'influence des rejets des eaux usées brutes sur la qualité bactériologique et physicochimique des eaux de mer. Cas d'EL KATTER (à proximité de port de Cherchell, wilaya de TIPAZA . mémoire d'ingénieur. ENSMAL.
- [2] **BEN. MENSEUR ET AL 2011 .** les colorants textiles sources de contamination de l'eau : criblage de la toxicité et des méthodes de traitement .revue des sciences de l'eau journal of water sciences.vol 24 n°3
- [3] **KASSAR Abderrahmane .** Suivi de la chlorophylle et du phytoplancton dans les zones côtières algéroises : Apport des mesures satellitaires à leur modélisation2011. memoire de magister . ecole nationale superieure des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral. p14.
- [4] **Rodier.J, 2005.** Analyse de l'eau : eaux naturelles ; eaux résiduaires ; eaux de mer ; 8ème édition.
- [5] **Houma-Bachari F., 2009.** Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir d'imagerie satellitaire. Thèse de doctorat en Science de l'univers et environnement, Université de Val de Marne, Paris XII, France,
- [6] **Aminot A ; chaussepied.M, 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO.
- [7] **Aminot A ET KEROULE R .2004.** hydrologie des écosystème marins .paramètres analyse ed infermer. P 42
- [8] **CAMILLE DELLAS .2003 .** surveillance sanitaire et microbiologique des eaux .lavoisier .p 65-66.
- [9] **SADI SADI ZAHIA 2011 .** Contrôle physico-chimique et bactériologique des eaux côtière. p7
- [10] **CHAFIKA .H.2005 :** surveince de la qualité bactériologique des eaux de baignade cas des plages d'Ain _Frain et de Kristel .mémoire magister .université d'Oran
- [11] **Michel M., et Roger K., 1995.** Contamination chimique en milieux aquatiques, 1^{ère} partie.
- [12] **AIT BOUAOUNE SONIA ET CHAK .K.2016 .**combinaison des données multi pour caractériser la pollution cotiere de la baie de BOU- ISMAIL .mémoire master

- [13] **SAADI .Z ET BENKAIDA .L 2012** .suivi de la qualité physico_chimique et microbiologique de l'eau de mer de trois fermes aquacoles dans la baie BOU _ISMAIL mammoire d'ing d'état en boilogie Université de Blida .p 4
- [14] **DAMARDJI BOUALEM .2010.** Mise en oeuvre de procede de degradation photocatalytique en phase hétérogène dans l'élimination de colorants organiques. THESE de DOCTORAT .USDB
- [15] **MOUMENI Ouarda.2013.** Traitement Sonochimique des Eaux Contaminées par le Vert de Malachite .Thèse de doctorat .. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA
- [1] **DRAI RABAH 2013.** Etude ,optimisation et modélisation de l'élimination du blu de méthylène et du vert de malachite par un déchet d'origine végétal (ammi visnaga) . Mémoire de master . Université de Blida p
- [17] **Lamri NAIDJA 2010.** Elimination du colorant organique II en solution aqueuse ,par voie photochimique et par adsorption .m&moire de magister en chimie .université mentouri de Constantine
- [18] **LEM. Laboratoire d'Etudes Maritime, 1998.** Etude de délimitation d'une zone
- [19] **Aminot A et kéroul R, 2007.** Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines ; 4ème édition. /Ifremer Brest, département Dynico –laboratoire écologie pélagique. d'extraction de sable en baie d'Alger
- [20] **BOUKENDAKDJI Hafida .2015** . Evaluation du pouvoir de réduction de quelques polluants organiques des eaux de rejets de la baie de Bou Ismail utilisant les micro algues . mémoire de master USD BLIDA.
- [21] **NAIT .MOUHAMED .HANENE.2016.** Contribution à l'évaluation du milieu dans la bai d'alger et la baie de BOU _ISMAIL .mémoire de master
- [2] **Belkacem.Y, 2010.**Intégration des mesures et des donnes satellitaires dans un système d'information géographique pour caractériser les eaux côtières. Thèse de Magister du l'Université des Sciences et de la Technologie «Houari Boumediene
- [2]**MEHNONE .MOUMAMED 2013.**contrôle de la pollution industriel dans la baie de BOU _ISMAIL :contribution à la dépollution par adsorption..mémoire de maste .
- [24] **G. Parshetti, S. Kalme, G. Saratale, & S. Govindwar 2006,** Biodegradation of malachite green by *Kocuria rosea* MTCC 1532. Acta Chimica Slovenica, 53(2006)4: 492.
- [25] **Olumade .d et al 2013** . Biodegradation of Malachite Green by Extracellular Laccase Producing *Bacillus thuringiensis* RUN1 . Journal of Basic & Applied Sciences, 2013 V 9

- [26] **Jasińska, A., Paraszkiwicz, K., Sip, A., & Długoński, J.** (2015). Malachite green decolorization by the filamentous fungus *Myrothecium roridum*—Mechanistic study and process optimization. *Bioresource technology*, 194, 43-48.
- [27] **Subramanian, J.T. Ramesh, and M. Kalaiselvam.** 2014 "DEGRADATION OF TRIPHENYLMETHANE DYE: MALACHITE GREEN BY ASPERGILLUS FLAVUS." (2014). Centre of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University, Parangipettai, Tamilnadu. India Volume 3, Issue 8, 44-50
- [28] **Lamia Ayed Æ Kamel Chaieb et al** 2009. Biodegradation of triphenylmethane dye Malachite Green by *Sphingomonas paucimobilis*. *World J Microbiol Biotechnol* (2009) 25:705–711

les annexes

Composition de milieu MSM

NH₄Cl.....0.4g , CaCl₂ 2H₂O;...0.05g , NaCl.....10g , MgCl₂BH₂.....0.033g

KH₂PO₄.....0.3g , K₂H PO₄.....0.3g , extrait de levure...0.1g ,ETM....1ml.

Résultats de concentration des sels nutritif (mg/g)

- tableau 1 : variations de phosphore

	S1	S2	S3	S4
04-04-2017	2.69	0.094	0.194	0.015
16-04-2017	11.3	0.057	0.120	0.036
09/05/2017	15.7	1.74	2.548	0.07115
06/06/2017	8.88	1.480	2.2106	1.375
08/08/2017	4.4922	2.142	0.1265	0.0835

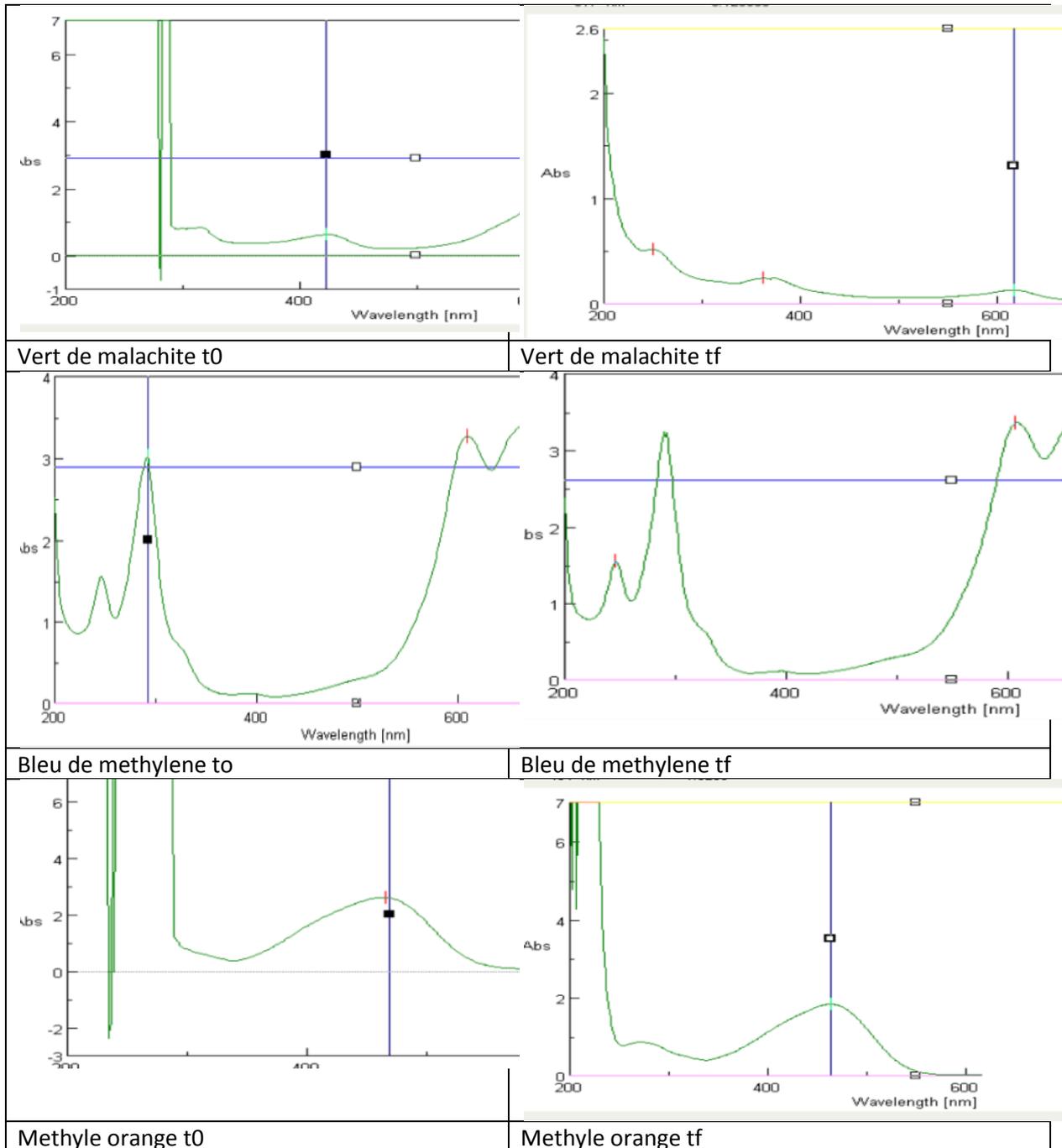
Tableau 2 : variations de nitrite

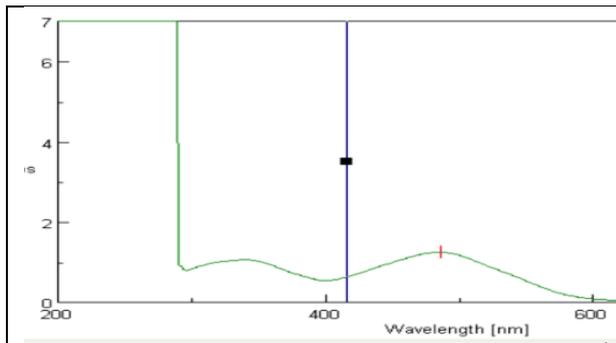
	S1	S2	S3	S4
N 04-04-2017	9.3	0.1155	0.0581	0.0086
16-04-2017	9.02	0.52	0.018	0.0024
09/05/2017	0.288	0.1318	0.0321	0.0055
06/06/2017	0.109	0.0719	0.0455	0.0106
08/08/2017	0.619	0.4596	0.0554	0.00609

Tableau 3 : variations de l'ammonium

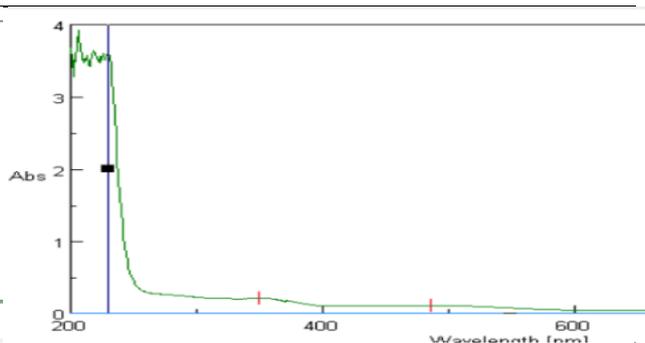
	S1	S2	S3	S4
04-04-2017	0.514	0.134	0.450	0.119
16-04-2017	0.123	0.79	0.0029	0.0058
09/05/2017	11.26	1.1479	0.3080	0.0029
06/06/2017	22.7	1.1233	0.814	0.0395
08/08/2017	7.1433	3.2916	0.31581	0.3699

Les spectre de chaque colorants





Rouge de Congo t0



Rouge de Congo tf