République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIR-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: toxicologie industrielle et environnementale

Réf.……..

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Le suivi de la zone côtière de Tichy à travers le dosage de quelques métaux lourds.

Présenté par:

ALOUACHE Linda & ATMAOUI Fahima

Soutenu le : 23 Juin 2018

Devant le jury composé de :	**Grade**	
Mr SAADALI	**MAA**	**Président**
Mme IKHLOUFI	**MAA**	**Encadreur**
Mme IHAMOUCHEN	**MCB**	**Examinateur**

Année universitaire 2017/2018

Remerciement

En premier lieux nous remercient le bon Dieu, Pour la volonté et la patience qu'il nous a donnée pour réaliser ce travail.

Nous exprimons notre sincère et chaleureux remerciement à, notre promotrice ***Mme IKHLOUFI M****, pour le temps pour l'aide qu'elle nous a apportée, pour sa patience, sa confiance, son encouragement et L'attention qu'elle a bien voulu consacrer au bon déroulement de notre travail.*

On tient aussi à remercier les membres de jury; en tant que président ***Mr SAADALI*** *et* ***MME IHAMOUCHEN*** *en tant qu'examinateur d'avoir accepté de juger ce Travail.*

Je remercie très profondément ***Mme Mankou N****, de permis d'effectuer notre partie pratique au sein de son laboratoire au département science biologique de l'environnent.*

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Linda& Fahima

Dédicace

Grâce à notre bonne volonté, notre acharnement, dieu tout puissant nous a donné la force et le courage pour la réalisation de notre mémoire.

Je dédier ce travail à mes très chers parents pour toute l'affection qu'ils nous ont donnée, leur soutien moral et financier.Que dieu les gardes pour nous.

A Mes chers frères et À mes très chères sœurs.

À toute ma grande famille sans exception.

A Mon cher Marie qui m'a toujours encouragé et à ma belle famille.

À ma chère binôme Linda avec toute sa famille Alouache.

Et enfin une spéciale dédicace à tous nos amis et collègue pour leurs soutiens tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Et tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin.

Fahima

Dédicace

Grâce à notre bonne volonté, notre acharnement, dieu tout puissant nous a donné la force et le courage pour la réalisation de notre mémoire.

Je dédier ce travail à mes très chers parents pour toute l'affection qu'ils nous ont donnée, leur soutien moral et financier.Que dieu les gardes pour nous.

A Mes chers frères et À mes très chères sœurs.

À toute ma grande famille sans exception.

A Mon cher Marie qui m'a toujours encouragé et à ma belle famille.

À ma chère binôme avec toute sa famille Atmaoui.

Et enfin une spéciale dédicace à tous nos amis et collègue pour leurs soutiens tout au long de l'élaboration de ce mémoire.

Et tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin.

Linda

Liste des abréviations

ACP : Analyse Composante Principale.

AEE : Européen Environnent Agency.

Cm : centimètre.

CO : Cobalt.

Cu : Cuivre.

DDT : Dichloro diphenyl trichloroéthane.

DEB : Direction de l'environnement de Bejaïa.

DO : oxygéné dissous.

Fe : Fer

GESAMP : Groupe d'experts sur les aspects scientifique de la pollution marins.

HCl : Acide Chlorhydrique

HNO_3 : Acide Nitrique.

ISO : Organisation international de normalisation.

JORA : journal official .

Moy : moyenne.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONU : Organisation des nations unies**.**

Pb : Plomb.

PH : Potentiel Hydrogène

PNUE : Programme de Nations Unies pour l'Environnement.

SAAF : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à flamme.

Sal : Salinité

SONMB : Station Office National Météorologique de Bejaia.

T min : température minimal.

TDE : Tétrachlorodiphenylethane

TDS : Solide Dissoute Totale.

Tmax : température maximal.

UNESCO : United Nations Educationnel, Scientific and Cultural Organisation.

Zn : Zin**c**

Liste des figures

Figures	Titres	Page
Figure1 :	tableaux périodiques des éléments chimiques	8
Figure 2 :	: source des métaux lourds dans le milieu marine	10
Figure 3 :	la situation géographique de la commune de Tichy	15
Figure 4 :	Carte qui présente les points de prélèvement dans la zone d'étude.	19
Figure 5 :	La spectrométrie d'adsorption atomique à flamme.	23
Figure 6 :	La variation spatiotemporelle de la température (C°) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	25
Figure 7 :	La variation spatiotemporelle d'oxygène dissous (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	26
Figure 8 :	La variation spatiotemporelle de la salinité (%) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	27
Figure 9 :	La variation spatiotemporelle de la conductivité (µs/cm) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	28
Figure 10 :	La variation spatiotemporelle de pH dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	29
Figure 11 :	la variation spatiotemporelle de Tds (g/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	30
Figure 12 :	La variation spatiotemporelle des concentrations du plomb (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	31
Figure 13 :	La variation spatiotemporelle des concentrations du Zinc (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy	32
Figure 14 :	La variation spatiotemporelle des concentrations de Fe (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.	33
Figure 15 :	La répartition de l'inertie entre les axes des paramètres physico-chimiques et des métaux dans l'eau de mer de Tichy selon le plan F1× F2	34
Figure 16 :	La répartition des variables (paramètres physico-chimiques et des métaux) dans l'eau de mer du Tichy selon le plan F1× F2	35
Figure 17 :	la répartition des individus en fonction des F1et F2.	37

Liste des tableaux

Tableaux	titres	Page
Tableau I	Principaux type de pollution des eaux, la nature des polluants et leur origine	4
Tableau II	La précipitation moyenne mensuelle en (mm) pour la région de Tichy de l'année 2017	16
Tableau III	La température moyenne de la région de Tichy pour l'année 2017	16
Tableau IV	Evaluation de la pollution globale entre 1998 et 2015	17
Tableau V	Les paramètres physicochimiques des stations pour la 1^{ier} compagne	24
Tableau VI	Les paramètres physicochimiques des stations pour la 2eme compagne	24
Tableau VII	Les paramètres physicochimiques des stations pour la 3eme compagne	25
Tableau VIII	Concentration de Plomb (mg/l) au niveau des sites de prélèvement	31
Tableau IX	Concentration de Zinc (mg/l) au niveau des sites de prélèvement	32
Tableau X	Concentration de Fer (mg/l) au niveau des sites de prélèvement	33
Tableau XI	Corrélation entre les variables	36

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction………..1

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1. Généralité sur la pollution …….....3

I.1.1.Définition de la pollution…….3

I.1.2.Définition des polluants……...3

I.1.3. Pollution marin ……..3

I.1.3.1.Définition de la pollution marine …….....3

I.1.3.2.Types de la pollution marine……..4

I.1.3.3. Origine de la pollution marine……..……...….4

I.1.3.3.1. Effluents urbaines…….……4

I.1.33.2. Effluents industrielles et émission…….……5

I.1.3.3.3. Rivières et cours d'eau……..5

I.1.3.3.4 .Décharges côtières incontrôlées……....5

I.1.3.3.5.Transports maritimes……..…5

I.1.3.4.Les principales pollutions marines……..….6

I.1.3.4.1.Les pollutions des fonds côtières……..….6

I.1.3.4.2. L'eutrophisation du littorale……....6

I.1.3.4.3. Pollution pétrolière……..6

I.1.3.4.4. Pollution bactérienne…….……7

I.2 .Généralités sur les métaux lourds…….....7

I.2.1. Définition des métaux lourds …….....7

I.2.2. Origine des métaux lourds……8

I.2.2.1 L'Origine naturelles……8

I.2.2.2 .Origine Anthropique…….9

I.2.3. Classification des métaux lourds……..…9

I.2.3.1 Les métaux essentiels…….....9

I.2.3.2 Les métaux non essentiels……..9

I.2.4. Les métaux lourds dans le milieu marins……...10

I.2.4.1 Répartition des métaux lourds en milieu marins…….....10

I.2.4.2 Devenir des métaux dans le milieu marins……..…11

I.2.5. Les métaux étudiés ……..…11

I.2.5.1 Le plomb……...….11

I.2.5.2. Le Zinc ……..12

I.2.5.3. Le Fer ……13

Chapitre II : matériels et méthode

II.1. Description de la zone d'étude……..……15

II.1.1. Situation géographique……..……15

II.1.2.Climatologie…….15

II.1.2.1. La pluviométrie……...16

II.1.2.2. La température……...16

II.1.2.3. Le vent…….17

II.1.3. La population…….……17

II.1.4. Les sources de la pollution dans la zone d'étude…….17

II.2. Echantillonnage……..18

II.2.1. Chois des points de prélèvement…….…….….18

II.2.2. Préparation de matériels…….……..19

II.2.3. Méthode de prélèvement……..….20

II.3.Les paramètres mesure sur le terrain……..20

II.3.1. La température ……20

II.3.2. La conductivité électrique…….....20

II.3.3 .Le Ph……..21

II.3.4. L'oxygène dissous……..21

II.3.5. La salinité……21

II.3.6. Total des solides dissous ……..21

II.4. Les traitements des échantillons……..22

II.4.1. Matérielles utilisé……..…22

II.4.2. préparation de matériel……22

II.4.3. Minéralisation……22

II.5. Dosage des métaux lourds par la Spectroscopie d'absorption atomique(SAA)…..23

II.5.1. La spectrophotométrie d'adsorption atomique (SAA)……..23

II.5.2. Principe…….……..……23

Chapitre III : Résultats et Discussions

III.1. Les paramètres physico-chimique de l'eau de mer ……...……24

III.1.1. La température …….……25

III.1.2. L'oxygéné dissous …….26

III.1.3. La salinité……...……26

III.1.4 la conductivité ……...……27

III.1.5.Le pH……28

III.1.6. Totale des solides dissous……..……29

III.2. Dosage des métaux lourds étudié (Pb, Zn, Fe) ……..……30

III.2.1. Le plomb……30

III.2.2. Le Zinc……31

III.2.3. Le Fer ……33

III. 3. Analyse en composants principales (ACP)……..…….34

III.4. Impact potentielle des métaux lourds étudié ……37

Conclusion …….…...39

Références bibliographiques

Résumé

INTRODUCTION

Introduction

Les zones côtières algériennes sont caractérisées par la diversité de leur faune et de leur flore marine, et par la concentration de nombreuses ressources et opportunités. Cependant, elles sont confrontées, depuis maintenant plusieurs années, à divers types de pollution la rendant de plus en plus pauvre et infréquentable. Cet état de faits, bien désolants, sont le fruit d'un développement anarchique des activités anthropiques **(BOUTARCHA. ,2009).**

Les multiples activités humaines occasionnent des rejets de substances chimiques vers le milieu aquatique terrestre ou marin. Ces rejets sont de nature et d'origines variées qu'ils soient diffus comme les eaux de ruissellement des zones urbanisées et des zones rurales ou comme retombées atmosphériques ou au contraire collectées comme les émissaires des eaux usées urbaines et des effluents industriels. L'ensemble de ces apports contaminants toxiques peut constituer une menace pour l'équilibre des écosystèmes aquatiques, et pour la santé de l'Hommesi l'on tient compte des ressources en eau destinées à la consommation humaine et de la salubrité chimique et microbiologique des espèces consommables, pêchées ou collectées du milieu aquatique **(TALEB et BOUTIBA., 2007).**

Les métaux lourds sont des micropolluants de nature à entraîner les nuisances même quand ils sont rejetés en quantités très faibles et ils peuventaffecter la salubrité du milieu marin tant qu'ils ne subissent pas de dégradation biologique ou chimique. **(Merzouki*et al*., 2009).**

Les milieux aquatiques sont très sensibles aux éléments en traces par la coexistence de deux phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification. Ces éléments en traces se concentrent au fur et à mesure des absorptions dans la chaîne alimentaire (eau vers plancton vers poisson herbivore vers poisson carnivore vers homme...). **(Miquel., 2001).**

Les plages de la commune de Tichy sont de plus en plus menacées par la pollution qui affecte d'années en année de nouveaux sites touristiques surtout pendant la saison estivales. La majorité de ses plages ne sont plus propres surtout durant cette période.

Pour étudier de près cette situation, nous avons entrepris une étude sur les eaux de mer à travers plusieurs points d'échantillonnage sur les côtes de la wilaya de Bejaia. Le choix est porté sur la zone côtière de Tichy sachant que tous le littoral de la wilaya de Bejaia est affecté

d’une façon ou d’une autre par le développement des zones urbaines côtières, l’augmentation de la population et les rejets agricoles, urbains et industriels, etc.**(Bouras et *al* ,2010).**

Ce mémoire de fin de cycle réalisé en vue de l’obtention du diplôme de master 2 en Toxicologie industrielle et environnementale.

Notre travail est structuré en trois parties :

- **Chapitre I :**nous avons consacrée une synthèse bibliographique sur la pollution marine et les métaux lourds ;
- **Chapitre II :** matériels et méthodes :nous évoquons une description de la zone d’étude et les différents matériels et méthodesmises en œuvre tout au long de ce travail ;
- **Chapitre III :**à partir des résultats obtenus, nous avons dans ce chapitre fait une discussion dans laquelle nous avons interpréter nos résultats.

Et enfin nous terminons par une conclusion générale.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralité sur la pollution

I.1.1. Définition de la pollution

La contamination au sens stricte utilisé pour décrire le fait qu'un certain produit chimique est présent dans certain habitat et/ ou les organismes vivant a concentration supérieur à la normale par des cause non naturelle.

La pollution est définit comme toute forme de contamination dans un écosystème, cette dernière à un impact sur les organismes dans cet écosystème, en changeant le taux de croissance et de la reproduction des espèces **(Potter,2013).**

Selonle dictionnaire encyclopédique de sciences de l'eau **(Ramade, 1998)** " la pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physicochimique du milieu naturel, et de l'abondance des espèces vivantes".

I.1.2. Définition des polluants

Sont des substances naturelles ou d'origine anthropique que l'homme introduit dans un biotope donné dont il modifie et augmente la teneur dans l'eau, l'air ou les sols dans le cas où elle y était spontanément présente **(Ramade, 1998).**

I.1.3. Pollution marine

I.1.3.1. Définition de la pollution marine

La pollution marine définie par le Groupe d'experts sur les aspects scientifiquesde la pollution marine (GESAMP), dans le cadre de l'ONU, Convention sur le droit de la mer (UNCLOS) 1982,comme "L'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement marin (y compris les estuaires) entraînant de tels effets délétères effets nocifs sur les ressources biologiques, les dangers pour la santé humaine, activités marines, y compris la pêche, la dégradation de la qualité de l'eau de mer, et réduction des équipements " **(Potter, 2013).**

I.1.3.2. Type de la pollution marine

De nombreux critères ont été retenus afin de réaliser une classification de pollution marine, Un des critères les plus évidents consiste à grouper les agents polluants selon leur nature, comme nous montre le tableau suivant :

Tableau I : principaux types de pollution des eaux, la nature des polluants, et leur origine **(Ramade, 2007).**

Type de pollution	**Nature**	**Sources**
➢ **Physique**		
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrale thermique
Pollution radioactif	Radio-isotope	Installation nucléaires
➢ **Chimique**		
Engrais	Nitrates, phosphates	Agriculture, lessives
Eléments toxiques	Mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic….	Industries, agriculture, pluies acide, combustion
Pesticides	Insecticides, herbicide, fongicide	Agriculteur, industries
Organochlorée	PCB, solvants	Industries
Composé organiquesde synthèses	Nombreuses molécules	Industries
Détersifs	Agents tensio-actifs	Effluents domestiques
Matières organiques fermentescibles	Glucide, lipides, protides, acides nucléiques	Effluents domestiques, agricoles, industries
Hydrocarbures	Pétrolé et dérivés	Industrie pétrolière, transport
➢ **Microbiologiques**	Bactéries, virus, champignons	Effluents urbains et délavage

I.1.3.3.Origine de la pollution marine

I.1.3.3.1. Effluents urbaines

Les rejets des effluents urbains souvent encore sans traitement préalable de ces eaux usées dans des stations d'épurations adaptées, conduisent à des apports massifs de matières organiques mortes aux eaux marines côtières **(Ramade, 2011).** La composition des eaux usées municipales peut êtretrès variable, et reflète la gamme des contaminants émispar les différentes sources domestiques, industrielles,commerciales et institutionnelles**(UNESCO, 2017).** Ces effluents affectent directement ou indirectement lasanté humaine, la stabilité de l'écosystème marin etl'économie du littoral (impact sur le tourisme et lapêche) **(AEE, 2006).**

I.1.3.3.2. Effluents industrielles et émissions

Les usines qui choisissent de s'implante sur le littorale **(PNUE,1996)**, rejettent souvent leur eaux usées dans les réseaux municipaux au bien directement dans l'environnement **(UNESCO, 2017)**. Les rejets industriels directs dans la mer sont dispersés, la faune et la flore marine sont gravement atteintes par ces rejets. Les émissions atmosphériques atteignent la surface de la mer en dépôts secs ou après lessivage par les pluies. Ce dépôt est le principal responsable de la pollution par certains métaux **(PNUE,1996).**

I.1.3.3.3. Rivières et cours d'eau:

La très grande majorité des polluants est entrainée par ruissellement et drainage dans les cours d'eaux**.** Les cours d'eau charrient d'parée leur chemin de grandes quantité de matières polluants qui proviennent des effluent industrielle ou urbain, des substances naturelleou de synthèse déposé dans les sols, tous ces polluant acheminées jusqu'au milieu marin **(Bouhadiba, 2010).**

I.1.3.3.4. Décharge côtières incontrôlées:

L'élimination sauvage des déchets sous la forme de détritus, les déchets solides sont, dans la plupart des pays, déposés dans des décharges après un traitement sanitaire minimal. Ces décharges sauvages se trouvant souvent en banlieue des villes ou littéralement sur le feront de mer et constituent des sources de maladie et de détritus pour les régions environnants.

Les lixiviats provenant des sites de décharges qui polluent la nappe phréatique et/ ou le milieu marin côtier avec des polluants organiques et des métaux lourds **(AEE, 2006).**

I.1.3.3.5. Transports maritimes

Le transport maritime est surtout connu du grand public par les dégâts et les pollutions spectaculaires qu'il inflige à la mer, on estime que 4 à 6 millions de tonnes de pétrole arrivent ou sont déversés chaque année dans les océans, l'institut français de l'environnement évoque quant à lui des dégazages sauvages à hauteur de 600 000 tonnes par an d'hydrocarbures déversée en mer méditerranée, et de trois millions de tonnes par an en mer du nord (**Christian , Alain , 2004**).

I.1.3.4. Les principales pollutions marines

I.1.3.4.1. La pollution des fonds coutier

Au niveau des émissaires d'égout notamment, une altération des fonds côtiers, principalement marquée par l'envasement, avec de fortes teneurs en matières organiques et métaux lourd, aussi par la disparition de la faune benthique ou sa limitation à quelque espèces résistantes.

I.1.3.4.2. L'eutrophisation du littoral

L'eutrophisation est cause par les produits azotés qui provenant de l'agriculteur et d'élevage. C'est conséquences avant tout esthétique (marées vertes), parfois sanitaire.

L'eutrophisation de la mer ne peut être limité qu'a des sites localisés, en raison de la très faible richesse naturelle en fertilisants de l'océan **(Gaujous, 1995).**

I.3.4.3. La pollution pétrolière

La pollution pétrolière est très dangereuse sur le milieu marin, elle perturbe l'équilibre environnemental de la mer, comme la vie des poissons et les autres êtres vivants, les plages et les établissements récréatifs et économiques.

La pollution accidentelle en mer est généralement associée au naufrage d'un navire pétrolier, visualisée par le cormoran mazouté qui toute dans un ultime effort de s'échapper de la masse de pétrole qui flatte à la sur face de la mer.

Il y a une différence entre les déversements accidentels (pollution accidentelle) et les rejets volontaires ce que appelle les opérations de déballastage (le nettoyage et le rejet des résidus des ballasts, des cuves…).

La pollution par les hydrocarbures est diversifiée selon la nature des produits déversés et les caractéristiques des milieux atteints **(Marchand, 2003).**

I.3.4.4. La pollution bactérienne

C'est de loin le problème le plus important du point de vue économique et sanitaire, il porte sur la pollution des plages (de l'eau et du sable) l'incidence sur les maladies de peau et sur les gastroentérites des baigneurs qui est pratiquement certaine ainsi que sur la contamination des élevages **(Gaujous, 1995).**

I.2. Généralité sur les métaux lourds

I.2.1.Définition :

Un métal est une matière ,issue le plus souvent d'un minerai ou d'un autre métal, dotée d'un éclat particulier, bon conducteur de chaleur et d'électricité, ayant des caractéristiques de dureté et de malléabilité, se combinat ainsi aisément avec d'autre élément pour former des alliages utilisables dans l'industrie, l'orfèvrerie....

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas metalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5grammes par cm^3.on retrouve dans certaines publications anciennes l'appellation de « métal pesant ».Quarante et un métal correspondent à cette définition générale auxquels il faut ajouter cinq metalloïdes ces métaux sont présent dans le tableau ci- après :

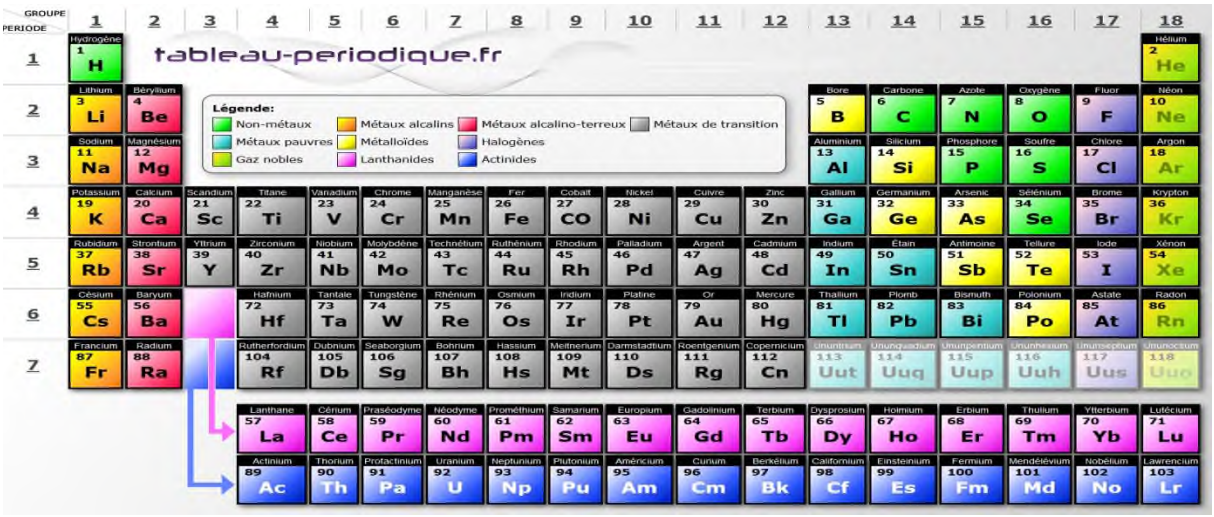

Figure1 : tableaux périodiques des éléments chimiques **(Google, 2018)**

L'appellation métaux lourds est cependant est une appellation courants qui n'a ni fondement scientifique, ni application juridique.

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ».ils sont aussi « la trace » du passé géologique et de l'activité de l'homme. **(Miquel, 2001).**

I.2.2. Origines des métaux lourds

Les métaux lourds peuvent provenir de plusieurs sources d'origine naturelles ou anthropiques. La dernière phase de la circulation d'un polluant dans la biosphère est constituée par la contamination des êtres vivants et, parfois, par la bioaccumulation dans l'organisme de ces derniers **(Baghdadi Mazini, 2012).**

I.2.2.1. Origine naturelles

Les métaux lourds sont présents naturellement dans notre environnement, surtout dans la croûte terrestre où ils contribuent à l'équilibre de la planète **(HUUS. 2011)**Parmi les importantes sources naturelles, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. La contribution des volcans peut se présenter sous forme d'émissions volumineuses mais sporadiques dues à une activité explosive, ou d'émissions continues de faible volume, résultant notamment de l'activité géothermique et du dégazage du magma. Les principales sources de mercure atmosphérique, par exemple, proviennent du dégazage des terres et des océans**. (Calamarib et Naeve, 1994).**

I.2.2.2. Origine Anthropique :

Les principaux types de pollutions anthropiques responsables de l'augmentation des flux de métaux, sont la pollution atmosphérique (rejets urbains et industriels), la pollution liée aux activités agricoles et la pollution industrielle **(Kebir, 2012).**

Une quantité très importante des métaux lourds est introduite dans l'environnement par ces diverse activités ont cité :

- La combustion de combustibles fossile (pétrole et charbon dans l'industrie, le chauffage et les transports).
- L'extraction de minerais.
- La métallurgie (industrie du fer et de l'acier et des métaux non ferreux).
- Les engrais et pesticides.
- L'incinération des déchets ménagers. **(Gombert et *al*.2005).**

I.2.3. Classification des métaux lourds

Les éléments traces, et les métaux lourds en particulier, peuvent être toxique, néanmoins nombre d'entre eux, tels que Cu, Co, Mn, Zn, B sont aussi indispensables à la croissance des organismes vivants **(Olivier, 2005).**

I.2.3.1. Les métaux essentiels

Un métal est considéré comme essentiel lorsqu'il remplit des fonctions biochimiques bien précises dans l'organisme et que son absence entraîne l'apparition des symptômes pathologiques qui disparaissent lorsque le composé est à nouveau présent. **(Chalghmi, 2015).**

Les éléments essentiels peuvent provoquer deux sortes de réactions différentes : si un organisme ne contient pas suffisamment de l'un des éléments sous la forme d'un composé acceptable, une fonction peut être inhibée. Si un élément se trouve en concentration trop élevée, il peut avoir un effet toxique**. (Bliefert, Perraud, 2001).**

I.2.3.2. Les métaux non-essentiels

Un élément métallique est dit non-essentiel lorsqu'on ne lui connait aucune fonction biologique particulière. Généralement ces composés entraînent des effets toxiques délétères à

partir de concentrations pouvant être très faibles **(Chalghmi, 2015),** tels que le plomb, le cadmium, le mercure, l'arsenic, le nickel dont la présence est indésirable pour l'organisme **(Bourrelier et *al,* 1998).**

I.2.4. Les métaux lourds dans le milieu marin

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en de très faibles quantités. Ils sont acheminés dans les écosystèmes marins par voie atmosphérique et par le biais des cours d'eau. Ces éléments peuvent être incorporés dans les sédiments, les eaux, les matières en suspension et les organismes marins (**BaghdadiMazini, 2012).**

Ces polluants ont la particularité d'être toxique et non biodégradable, il s'accumulant dans les différents niveaux de la chaine alimentaire ce qui représente un danger pour l'homme.

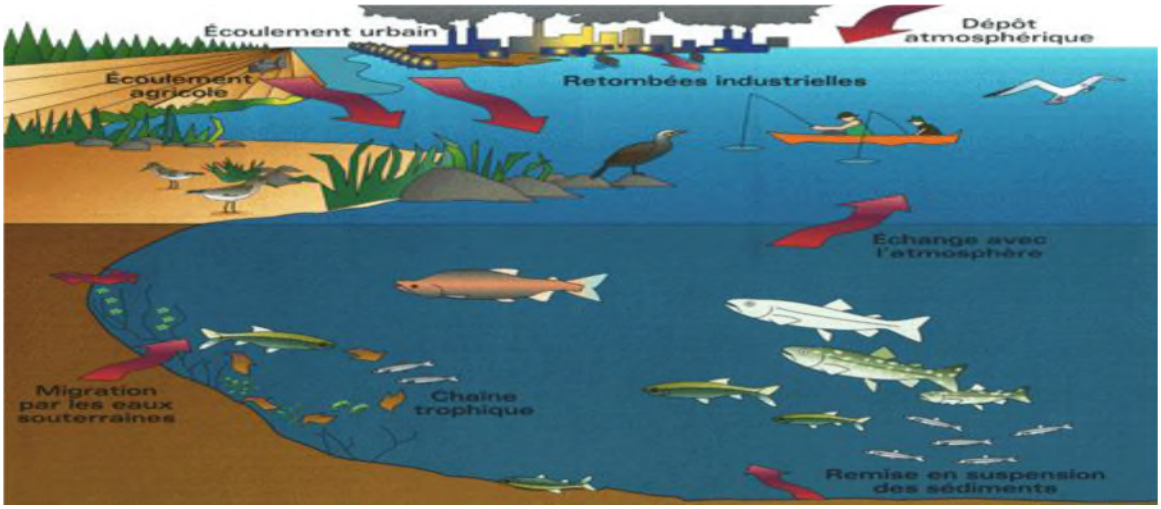

Figure 2 : source des métaux lourds dans le milieu marine**. (BaghdadiMazini, 2012).**

I.2.4.1. Répartition des métaux lourds en milieu marins

Une fois arrivés dans l'environnement aquatique, les métaux se répartissent entre les différents compartiments de l'environnement aquatique (l'eau, les solides en suspension, les sédiments et le biote). Les métaux présents dans l'environnement aquatique peuvent exister sous forme de complexes, de particules ou en solutions

I.2.4.2. Devenir des métaux dans le milieu marin

- **La Bioaccumulation**

C'est un processus d'absorption par lequel les êtres vivant peuvent accumuler dans leurs organismes des nutriments soit des substances présente naturellement dans son environnement ou des polluants organiques de synthèses. Chez les organismes aquatiques c'est la somme des absorptions par contacte et par ingestions, plus celle par voies transbranchiale chez les animaux aquatiques. **(Ramade, 2007).**

- **La Bioconcentration :**

C'est un processus par lequel une substance se trouve présente dans un organisme vivant à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant.il n'existe pas de différence entre les processus de bioaccumulation et de bioconcentration, la bioconcentration constituant un cas particulier de la bioaccumulation

- **La Bioamplification**

Si la concentration du contaminant connaît un accroissement au fur et à mesure qu'il circule vers les maillons supérieurs d'un réseau trophique on parle de bioamplification quipeut être considérée comme un cas particulier de la bioaccumulation **(Chalghmi, 2015).**

Les premières observations de ces phénomènes de bioamplification furent réalisées dès 1960 en milieu limnique, par Hunt et Bischoff. Ces chercheurs montrèrent que le TDE, un insecticide voisin du DDT, ce concentrait dans les chaines trophiques d'un lac de Californie, le Clear Lake **(Ramade, 2007).**

I.2.5. Les métaux lourds étudiés

I.2.5.1. Le plomb

- **Propriétés**

Le plomb est un des principaux polluants métalliques de l'atmosphère.il n'y en a que 0.0018% dans la croute terrestre.il possède une densité élevée (11.34 $g/cm^{3)}$ et un point de fusion bas. Il est mou et peut être travaillé avec des techniques simples, peu couteuses, notamment à l'état liquide (point de fusion 327 ^{0}C). **(Bliefert et Perraud, 2001).**

- **Effets sur la santé :**

L'exposition chronique au plomb provoque une toxicité rénale chez les adultes, et une neurotoxicité chez les jeunes enfants.

Il présente également une toxicité hématologique dont l'anémie est la principale manifestation. Les effets neurotoxiques (saturnisme) restent les plus préoccupants. Des études épidémiologiques ont montré qu'une exposition au plomb à faible dose au cours de la vie fœtale pouvait conduire à l'apparition des anomalies congénitales et qu'une telle exposition durant l'enfance pouvait entrainer un déficit neurocomportemental durable **(Tanouayi et *al,* 2015).**

- **Effets sur l'environnement**

Le plomb est un élément toxique à faible concentration, il n'intervient pas a aucun mécanisme biologique.

Le plomb sous forme inorganique exercerait sa toxicité en entrant en compétition avec des métaux essentiels au fonctionnement normal de la cellule. Le plomb tétra-éthyle, bien qu'instable dans l'eau de mer, pourrait être absorbé rapidement par les organismes. Une fois a l'intérieur des organismes, ces composés peuvent intervenir au niveau moléculaire.

Le plomb à des effets significatifs sur les écosystèmes aquatique, tel qu'effets sur la respiration, la croissance, la reproduction, le développement et leur comportement. **(COSSA et *al*, 1992).**

I.2.5.2. Le zinc :

- **Propriétés** :

Le zinc est une substance très commune présente naturellement dans l'air, l'eau et le sol **(Willem.2017).** Est un élément essentiel pour de très nombreuses fonctions physiologiques : croissance et différenciation cellulaire, fonction immunitaire, développement et fonctionnement du système nerveux**… (Bourrelier, Berthelin, 1998).**

- **Effet sur la santé**

Le zinc, sous sa forme métallique et à dose pondérable, présente une faible toxicité aigüe par voie orale. En faible revanche, trop de zinc provoque des problèmes de santé importants : crampes d'estomac, nausées et vomissement, irritation de la peau, anémie, dysfonctionnement générale de l'organisme, notamment du ponceras (qui sécrète un suc indispensable à la digestion), perturbation du métabolisme des protéines, source d'artériosclérose et de désordres respiratoire (en milieu professionnel, la contamination au zinc peut mener à un état comparable une grippe chronique nommé la fièvre du fondeur)... **(Willem.2017).**

- **Effets sur l'environnement**

Le zinc est un micronutriment essentiel à la vie d'un grand nombre d'organismes, mais toxique à plus forte dose. Leur accumulation est régulée par de nombreuses espèces aquatiques. Dans l'eau, le zinc est pesant sous forme hydratée, complexée par des ligands. Le zinc à une concentration comprise entre 10 et 40 µg/l s'avère néfaste sur la vie des organismes marins **(Willem.2017).**

I.2.5.3 Le fer

- **Propriétés**

Le fer est un élément chimique, de symbole Fe et de numéro atomique 26. Le noyau de l'atome de fer 56 est l'isotope le plus stable de tous les éléments chimiques, car il possède l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée. **(SalvarredyAranguren. 2008).**

- **Effet sur la santé**

Est un oligoélément fondamental qui entre dans la composition de l'hémoglobine des globules rouges, de la myoglobine des muscles, et dans de nombreuses réactions enzymatiques nécessaires à la respiration des cellules.

Le taux élevés de fer dans l'organisme provoquent des risques accrus de maladies cardiovasculaires et de cancers.

L'excès de fer dans l'organisme s'appelle hémosidérose. Cette affection provoque affaiblissement et troubles divers au niveau du cœur, des poumons, du foie, des glandes endocrines, de la peau, des muqueuses…..jusqu'à être très impliquée dans plusieurs maladies

neurodégénératives, dont l'Alzheimer ou pour les personnes prédisposées, l'hémochromatose (une maladie héréditaire) qui, si elle n'est pas traitée à temps se termine par un cancer du foie…**(Willem.2017).**

- **Effet sur l'environnement**

Le fer dans les eaux semble avoir un effet de stimulation sur la croissance algale vis à vis des poissons ; la toxicité du fer dépend du pH et est reliée au dépôt d'hydroxyde ferrique sur les branchies. Le fer à une concentration de 0.52 mg/L cause la mort des œufs de poissons.

Le fer est un oligo-élément indispensable à la vie et, de ce fait, il est indispensable dans le régime alimentaire de l'homme et des mammifères; néanmoins sa présence à de trop forte concentrations dans l'eau, si elle ne présente pas de problèmes de toxicité entraîne divers inconvénients : goût et odeur désagréable. **(Belabed. 2010).**

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIELS ET METHODES

II.1. Description de la zone d'étude

II.1.1. La situation géographique

La commune de Tichy est située sur la bande côtière de la wilaya de Bejaia à environ 18 Km à L'Est du chef lieu de wilaya. Elle s'étend sur une superficie de56.66 km^2.Administrativement, elle est limitée comme suit :

- Au Nord, par la mer méditerranée;
- Au Sud, par les communes de Kendira et de la wilaya de Sétif ;
- A l'Est, par la commune d'Aokas et de Tizi N'Berber ;
- À l'Ouest, par les communes de Boukhlifa.**(DEB .,2009)**

Figure 3 : La situation géographique de la commune de Tichy (Google, 2018).

II.1.2. Climatologie

Appartenant géographiquement à la zone littorale de la wilaya de Bejaia, la Zone de Tichy, est caractérisée par un climat humide de type méditerranéen, c'est-à-dire contrasté par une période pluvieuse en hiver et une période sèche en été.

En effet, les facteurs climatiques intervenant dans les processus de transformation (biodégradation) et la diffusion des polluants sont les pluies, les températures et les vents.

II.1.2.1 La pluviométrie

La commune de Tichy se situe dans la chaine montagneuse de l'ensemble des Babors. La répartition des pluies est en effet très inégale dans le cycle annuel comme le montre le tableau suivant **(DEB ., 2009) :**

Tableau II : La précipitation moyenne mensuelle en (mm) pour la région de Tichy de l'année 2017 **(SONMB., 2017)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluie en mm	288	51	64	71	0.6	10	3	0.1	19	38	214	143

II.1.2.2 La température

La température annuelle moyenne est dans les environs de 19.04 °C. D'après les données des températures de la région de Tichy, nous remarquons que les températures les plus basses sont enregistrées en hiver (mois de janvier), et les plus élevé au mois d'aout.

Tableau III : la température moyen de la région de Tichy pour l'année 2017 **(SONMB., 2017)**

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
T Max	15	19	21	21	24	29	31	32	29	26	21	19
T min	6	9	10	11	15	20	22	24	19	15	11	8
Moy	10.5	14	15.5	16	19.5	24.5	26.5	28	24	20.5	16	13.5

II.1.2.3 Le vent

A défaut de données locales, celles de Bejaia peuvent être considérées géographiquement similaires à quelques différences près, pour ce qui est des vents du sud, en raison de la situation d'abri de la plaine, du fait de la présence de l'amphithéâtre de montagnes qui l'entoure,

II.1.3 La population

En 2008, la commune de Tichy totalisait de 16546 habita, et elle est de 1739 habitat en 2015 **(DPSB .2015)**. La distribution de son population est organisée dans les différentes localités, la partie littorale dénombre quelque groupement d'habitat en pleine extension **(DEB., 2008).**

Tableau IV : Evaluation de la population globale entre 1998et 2015 **(DPSB., 2015)**

	Commune de Tichy	**Daïra de Tichy**	**Wilaya de Bejaia**
RGPH 1998	14349	34119	856844
RGPH 2015	17390	38165	959100

II.1.4 Les sources de pollution dans la zone d'étude

Les plages constituent le principal support du tourisme balnéaire, le littoral de la commune du Tichy subit une forte pression par l'urbanisation, engendrant une dégradation de sa richesse naturelle.

Les principales sources de pollution de la zone côtière de Tichy sont diverses et variés. Il existe plusieurs catégories de pollution due à l'activité humaine. On cite :

- Les eaux usées d'origines urbaines (y compris les eaux usées domestique) ;
- Les rejets d'origine agrochimique incluant les pesticides, herbicides et autres substances (polluants organiques persistants) :
- Les détritus, déchets solides, matières plastiques et les débris marins ;
- Les métaux lourds souvent à l'état de traces(les huiles et les hydrocarbures provenant des rejets et effluents industriels et des sites portuaires ;

- Les polluants atmosphériques dont les données sont très rudimentaires et qui mettant en évidence les risques du point de vue santé publique**. (GUINEE / PNUE., 2007).**

Les eaux usées d'origine urbaine

Elles constituent l'un des principaux facteurs qui contribuent à la dégradation du milieu marin et côtier. Les eaux usées sont acheminé par des réseaux hydrographiques de la commune qui sont déversé dans les cours d'eaux ou la mer

Le tourisme

La région de Tichy possède d'énorme potentialités touristiques et constitue un espace ou l'offre naturelle est exceptionnelle par la richesse et les opportunités dont dispose ce site (plage, foret …). De ce fait, elle offre un intérêt spécifique à cette région et constitue de sa vocation, une station balnéaire importante **(DEB., 2009).**

Le développement de l'activité touristique à Tichy accentue une nouvelle dynamique du territoire de la commune, par conséquent, une augmentation très importantes des déchets générés durant la saison estivale qui arrive parfois jusqu'à 10 fois plus par rapport à la période hivernale.

La pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique provienne des véhicules automobiles, ces derniers restent une nuisance atmosphérique essentielle dans les zones urbaines. Le trafic routier est très important au niveau de Tichy du fait que la commune est traversée par la route nationale N°9, il est environs de 28000 véhicules par jour.

Ces polluants retombés sous formes des précipitations qui sont acheminée par les eaux de ruissèlement et les cours d'eaux vers la mer.

II.2. Echantillonnage

II.2.1. Choix des points de prélèvement

Pour l'évaluation du degré de contamination métallique de la zone côtière de Tichy, plusieurs missions d'échantillonnages ont été effectuées. On a échantillonné a des périodes différents (mois de mars et avril).

Le choix des sites d'échantillonnage a été fait de manière à ce qu'elles soient accessibles et reflètent les caractéristiques chimiques principales de l'eau de mer (le PH, la température, la conductivité…), et selon la nature des rejets (domestiques, cour d'eau…). Le tableau de l'Annexe 1 présentes les cordonner de ces stations et les noms des places ou l'échantillonnage a été effectué.

Des photos ont été prises pour chaque point de prélèvement, voire les figures de l'annexe 2, qui montre les stations les plus importantes d'après les rejets, la couleur et l'odeur de l'eau (les stations les plus pollué)

Figure 4 : carte qui présente les points de prélèvement dans la zone d'étude.
(Google Maps., 2018)

II.2.2. Préparation de matérielles

Les bouteilles en polythène ont été préparées et lavé la veille du prélèvement selon le mode opératoire suivant :

- laver les récipients et les bouchons avec de détergent et d'eau.
- Rincer abondamment avec l'eau du robinet.
- Rincer avec une solution aqueuse d'acide Nitrique à 10%.
- Vider et remplir complètement avec une solution aqueuse d'acide Nitrique 10%.

- Fermer avec le bouchon et laisser reposer pendant au moins 24h.
- Vider les récipients, rincer avec de l'eau distillé, et fermer immédiatement le bouchon **(ISO, 2003).**

II.2.3. Méthode du prélèvement

Pour le prélèvement des échantillons, nous avons utilisé des bouteilles en polyéthylène de capacité d'un litre, en respectant les précautions d'usage suivant :

On rince les bouteilles trois fois avec l'eau de mer, les échantillonnes ont été prélevé, puis une addition pour chaque récipient remplis 2ml de l'acide nitrique. Les récipients contenant les échantillons sont étiquetés de façon claire. Puis transporté dans une glacière.

II.3. Les paramètres mesurés sur le terrain

A l'arrivé au site de prélèvement les paramètres physicochimique (température, pH, salinité, conductivité….) sont enregistrés à l'aide d'un instrument de mesure multi paramètre de terrain (modèle **HANNA 9828**), Voire l'annexe 3.

II.2.3.1. La température

Est un caractère physique majeur, spécifique des milieux aquatiques, constitué un facteur écologique limitant dans les eaux continentales et océanique, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels **(Ramade, 2011)**

II.2.3.2. La conductivité électrique

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. Le passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif.

La conductivité d'une solution dépend de la concentration des ions présents et de leur vitesse de migration sous l'influence de la force électromotrice appliquée. Plus l'électrolyte est dilué, plus la conductivité diminue, car il y a moins d'ions par volume de solution pour assurer le transport du courant **(CDAEQ, 2015).**

II.2.3.3. Le PH

Le pH représente la concentration des ions hydrogènes dans une solution. Cette mesure est importante car le pH régit un grand nombre d'équilibres physico-chimiques. Le pH des eaux varie en fonction du système bicarbonates-carbonates. Dans les eaux peu soumises à l'activité humaine, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du milieu. Les eaux d'exhaures et les effluents industriels peuvent abaisser le pH de façon importante, ce qui accentue la corrosion de la canalisation des réseaux d'égout et d'aqueduc **(CDAEQ, 2014 a)**.

II.2.3.4. L'oxygène dissous

C'est la quantité d'oxygène pressante dans l'eau à l'état dissous. Elle est considérée comme un facteur limitant pour les écosystèmes limnique et marin. Elle revêt une importance fondamentale au plan écologique car elle conditionne la vie des organismes hétérotrophes dans les biotopes aquatiques. Cette teneur dépond de plusieurs paramètres physico-chimiques **(Ramade F, 2011).**

II.2.3.5. La salinité

Est un facteur écologique propre aux biotopes aquatique, qui caractérise leur teneur en sel (Na Cl). La salinité présente une grande importance au plan écologique car c'est un facteur limitant qui, par sont intensité, conditionne la nature des espèces vivants et des communautés peuplant les divers écosystèmes aquatique par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques **(Ramade F., 2011)**

II.3.5. Total des solides dissous

Les solides dissous sont constitués principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissous sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium.

Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques **(CDAEQ., 2014 b)**

II.3. Le traitement des échantillons

II.3.1. Matérielles utilisé

Le matériel utilisé lors des expériences au laboratoire est composé de :

- Tube à essai
- Erlenmeyers
- Eprouvette graduée
- Entonnoir
- Papier filtre
- Plaque chauffante
- Acide nitrique 67%
- Acide chlorhydrique 37%
- Eau distillées détergents (eau de javel, Isis)

II.3.2. Préparation de matériel

La verrerie utilisée est lavée après chaque usage et laissée tremper pendant une nuit dans un Solution acidifiée puis rincée le lendemain avec l'eau distillée et séchée dans l'étuve **(ISO, 1994).**

II.3.3 Minéralisation

Dans notre étude nous avons utilisé la minéralisation par vois humide. Les échantillons ont subi une minéralisation après l'ajout de 5ml de l'acide chlorhydrique dans chaque prise d'essai de 100ml, puis on chauffe à l'aide d'une plaque chauffante afin de concentrer le mélange, jusqu'à réduction du volume entre 15 et 20ml.

Après le refroidissement des échantillons on a filtré à l'aide d'un papier filtre, puis on complété le volume avec l'acide nitrique jusqu'à 100 ml**. (ISO ,1986).**

Le mélange obtenu est conservé dans des tubes à essai étiquetés jusqu'au moment du dosage des métaux lourds par spectrométrie d'absorption atomique.

II.4. Dosage des métaux lourds par la Spectroscopie d'absorption atomique (SAA)

Apres la préparation des échantillons, ils ont été transporté jusqu'au laboratoire de génie des procèdes de l'université de Bejaia ou le dosage des métaux étudier (Zn, Fe, Pb) a été effectué par le spectromètre d'absorption atomique a flamme

II.4.1 La spectrophotométrie d'adsorption atomique (SAA)

La spectrométrie d'absorption atomique (SAA) est une technique qui s'est largement développée ces dernières années mais dont le phénomène de base était connu depuis très longtemps. Les possibilités intéressantes de la méthode et en particulier sa rapidité, l'ont fait adapter au dosage d'un certain nombre d'éléments rencontrés dans les eaux **(Rodier et *al*, 2009).**

Figure 5 : La spectrométrie absorption atomique à flamme

II.4.2 Principe

Le dosage d'élément par SAA repose sur le principe qu'un atome soumis à un rayonnement d'énergie E, peut passer d'un état fondamental à un état excité, caractérisé par des électrons à un niveau d'énergie plus élevé et instable : c'est le phénomène d'absorption. Le retour de l'atome à son état fondamental s'accompagne de l'émission d'un rayonnement photonique spécifique caractérisé par sa longueur d'onde λ.

En pratique, l'absorbance A peut être appréhendée par la variation de l'intensité lumineuse à travers la chambre d'atomisation de l'élément à doser **(NAKIB L., 2010).**

RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Les paramètres physicochimiques de l'eau de mer

Les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer sont mesurés *in situ* à l'aide d'une multi paramètre. La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau. Les paramètres étudiés dans les trois compagnes sont regroupés dans les tableaux V, VI et VII suivants :

Tableau V : les paramètres physicochimiques des stations pour la 1ier compagne.

Echantillons	T °C	DO mg/l	Sal %	Tds g/l	Cond µs/cm	pH
E1	20.06	2.54	30.74	23.93	43250	8.15
E2	19.74	2.80	31.83	24.26	46780	8.42
E3	20.18	2.93	32.52	24.76	48650	8.49
E4	16.76	2.61	33.21	25.26	50520	8.21
E5	20.49	2.44	30.06	23.11	46210	8.42
E6	17.59	2.47	32.74	24.94	49870	8.41
E7	20.08	2.23	30.93	23.7	47400	8.46
E8	20.51	2.76	30.56	23.31	44920	8.22
E9	20.45	2.32	30.19	23.52	42430	8.20

Tableau VI : les paramètres physicochimiques des stations pour la 2emecompagne

Echantillons	T°C	DO mg/l	Sal %	Tds g/l	Cond µs/cm	pH
E1	16.22	2.88	33.22	25.27	50540	8.32
E2	16..90	2.50	33.42	25.40	50800	8.92
E3	16.71	2.64	33.19	25.24	50490	8.87
E4	17.17	2.46	32.62	24.85	49710	8.90
E5	18.06	2.50	33.14	25.21	50420	8.59
E6	17.79	2.72	32.83	24.99	49990	8.66
E7	18.04	2.20	32.79	24.97	49940	8.28
E8	18.07	2.62	33.08	25.17	50340	8.39
E9	18.34	2.15	32.64	24.87	49740	8.31

Tableau VII : les paramètres physicochimiques des stations pour la 3eme compagne

Echantillons	T °C	DO mg/l	Sal %	Tds g/l	Cond µs/cm	pH
E1	24.34	0.80	30.25	23.83	46433	8.39
E2	20	0.82	32.32	24.66	49310	8.33
E3	21.60	0.88	30.27	23.26	46530	8.35
E4	21.07	0.77	30.49	23.41	46820	8.35
E5	21.09	0.80	30.63	23.5	47010	8.53
E6	22.03	0.65	32.37	24.7	49410	8.57
E7	21.43	0.36	32.01	24.46	48910	8.29
E8	20.32	0.34	33	25.12	50240	8.27
E9	20.32	0.89	30.58	23.47	46930	8.18

III.1.1. La température

L'évaluation de la température d'un cours d'eau reste liée d'une part aux conditions locales telles que le climat régional, la topographie, la durée de l'ensoleillement, le débit et la profondeur **(Neely et *al*, 1980).** Les températures enregistrées varient en fonction des périodes de prélèvement, elles oscillent entre 16.22°C et 24.34°C. Elles ne dépassent pas la valeur limitée qui est de 30 °C **(JORA, 2006)**. Ces variations de température suivent celles du climat de la région. Globalement, la température moyenne de l'eau de mer des zones étudiées est liée aux conditions météorologiques car la couche superficielle est soumise à l'influence directe du climat régional.

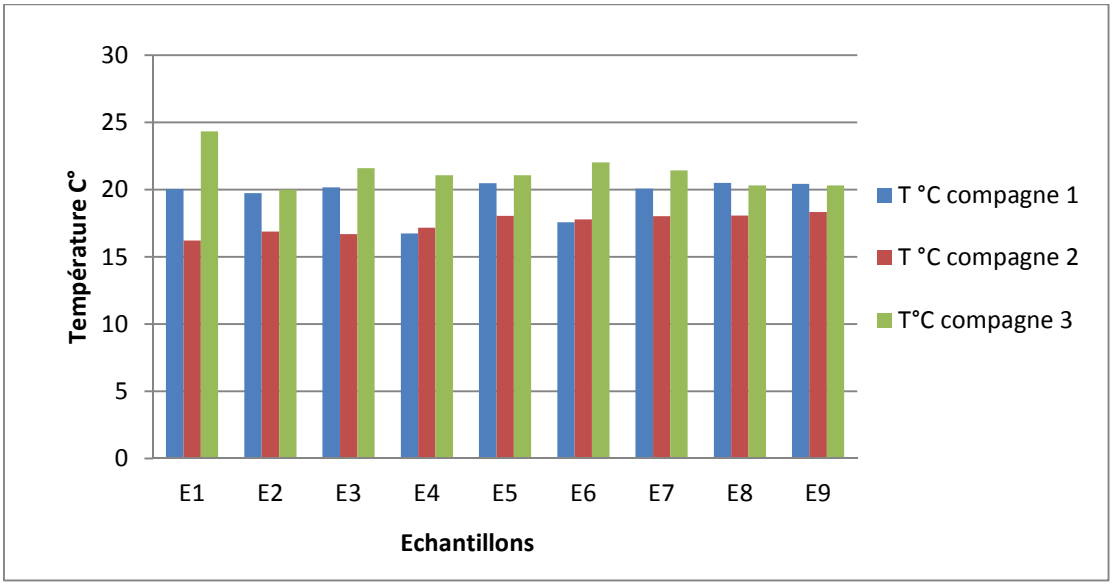

Figure 6 : la variation spatiotemporelle de la température (C°) dans l'eau de mer de Tichy

III.1.2. L'oxygène dissous

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est le paramètre le plus sensible à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution. La concentration en oxygène dissous évolue en fonction de l'activité biologique des micro-organismes **(Chaouay et *al*, 2016),** et en fonction de la température et la salinité **(Furenstin, 1957).**

Dans notre étude les teneurs en oxygène dissous est variable d'un site à un autre, avec une valeur minimale de 0.36 mg/l qui est enregistrée au niveau de la station E8 (compagne N°3), et une valeur maximale de 2.93 mg/l qui est enregistré au niveau de la station E3 (compagne N°1). Ces résultats sont très faibles, comparés aux résultats apportés dans les côtes Algérienne (3.8mg/l a 3.9mg/l) **(Furenstin, 1957).**

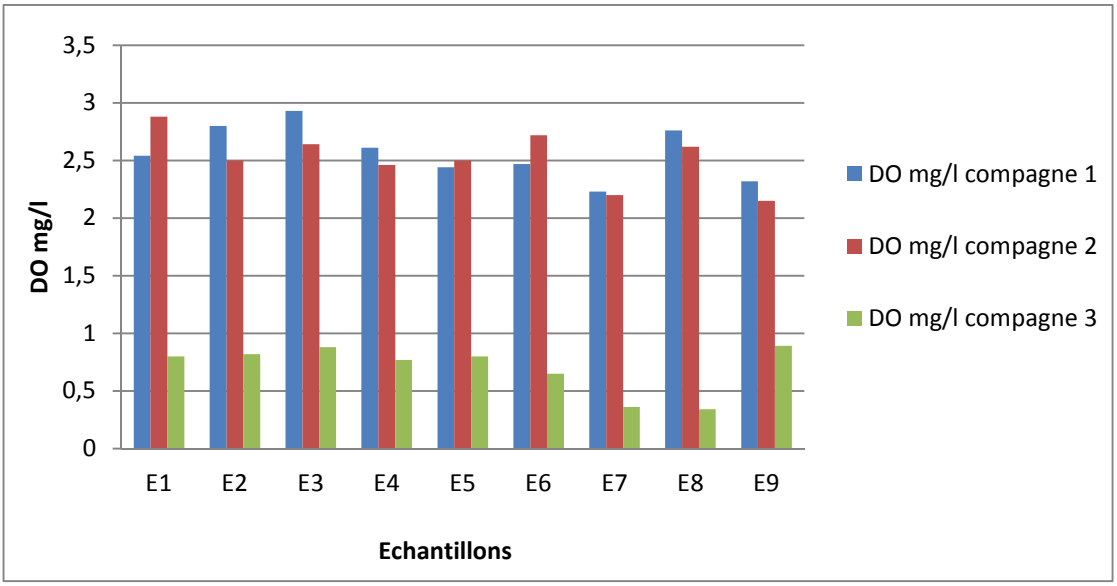

Figure 7 : Variation spatiotemporelle d'oxygène dissous (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy

III.1.3. La salinité

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est -à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L. Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées **(Zouag et Belhadj, 2017).**

La salinité des eaux de mer des sites étudiés montre des variations saisonnières très marquées oscille de 30.06% à 33.42%. Les valeurs de la salinité notées au niveau des stations

sont inferieure à la salinité des eaux de la méditerranée, qui est de 37%. Les valeurs varient d'une station à une autre et au sein d'une même station. On explique cette variation, que durant la période pluvieuse, les apports pluviométriques abaissent la salinité des eaux, contrairement à la période sèche où a lieu une élévation de ce paramètre suite à la forte évaporation par ce l'échantillonnage a été fait dans des points convergence soit des oueds ou des eaux usées avec les eaux de mer.

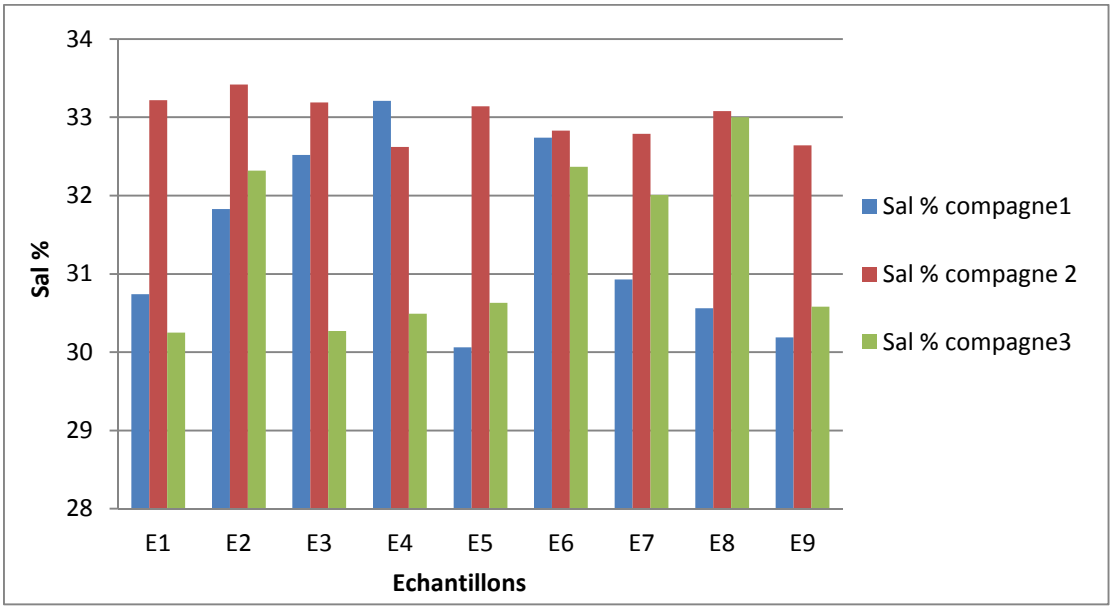

Figure 8 : variation spatiotemporelle de salinité (%) dans l'eau de mer de la commune de Tichy.

III.1.4 La conductivité

La forte concentration en sels dissous confère à l'eau de mer une forte conductivité. Les concentrations des différents ions étant proportionnelles, la salinité peut être mesurée par conductivité avec une grande précision **(Rodier., 2009).** La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier le degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa conductivité spécifique**. (Chaouay et al, 2016).**La conductivité est en fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente **(Sel Lr, 1996).**

Les valeurs de conductivité des sites étudiés différent d'un site à un autre avec une valeur légèrement élevée par rapport aux normes (20000µs/cm>norme>50000µs/cm) au site E8 (compagne 3) est de 50240µs/cm comme illustre la figure si dessous. Cette valeur est élevée n'est pas seulement en relation avec la salinité importante de l'estuaire, à dominance maritime La forte minéralisation est due aux rejets urbains et industriels **(WHO / SDE /**

WSH, 2016). Par contre les valeurs de conductivité dans les autres sites sont conformes à la norme.

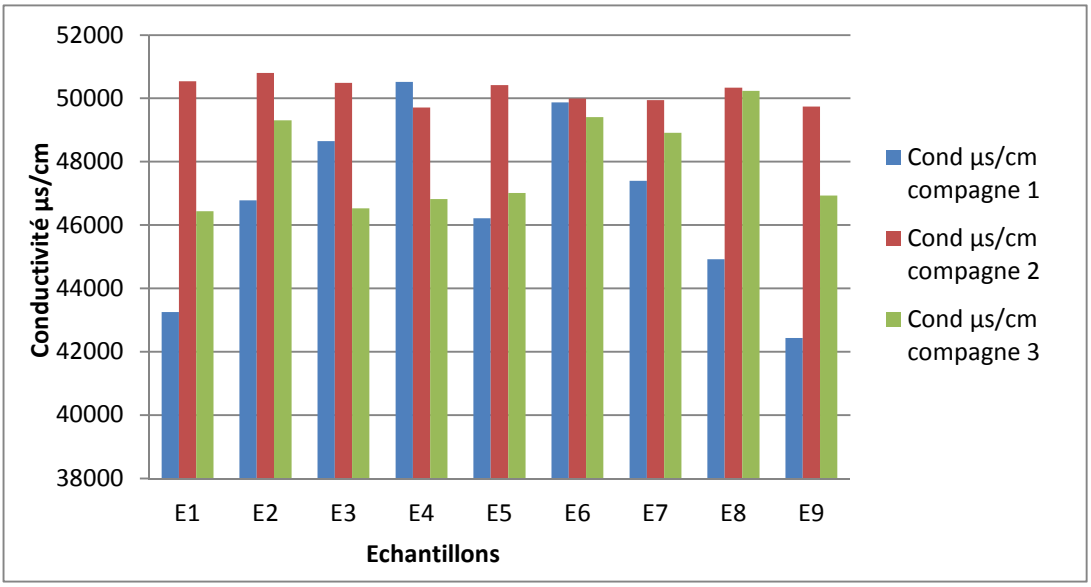

Figure 9 : La variation spatiotemporelle de la conductivité (µs/cm) dans l'eau de mer de la commune de Tichy

III.1.5. Le pH

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples. Il mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. La variation du pH causée par certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement est un indice de pollution **(Chaouay et *al*, 2016)**

Dans notre étude, nous avons enregistré des valeurs de pH qui varie entre 8.15 et 8.92. Le pH de l'eau de ces stations est légèrement basique par rapport à la norme de pH dans l'eau de mer qui varier entre 6.5 et 8.5 **(JORA. 2006)**. Nous avons enregistré dans la compagne 2 des valeurs légèrement supérieures à la norme donnée par le règlement Algérienne. Les valeurs sont de 8.92, 8.87, 8.9, 8.59 et 8.66 respectivement dans les stations E2, E3, E4, E5 et E6. La variation de pH est causée par certains rejets urbains ou les apports d'eaux de ruissellement. Elle est constituée par les points de convergences de ces rejets avec l'eau de mer, comme nous le montre les photos prises le jour du prélèvement voire l'annexe 2.

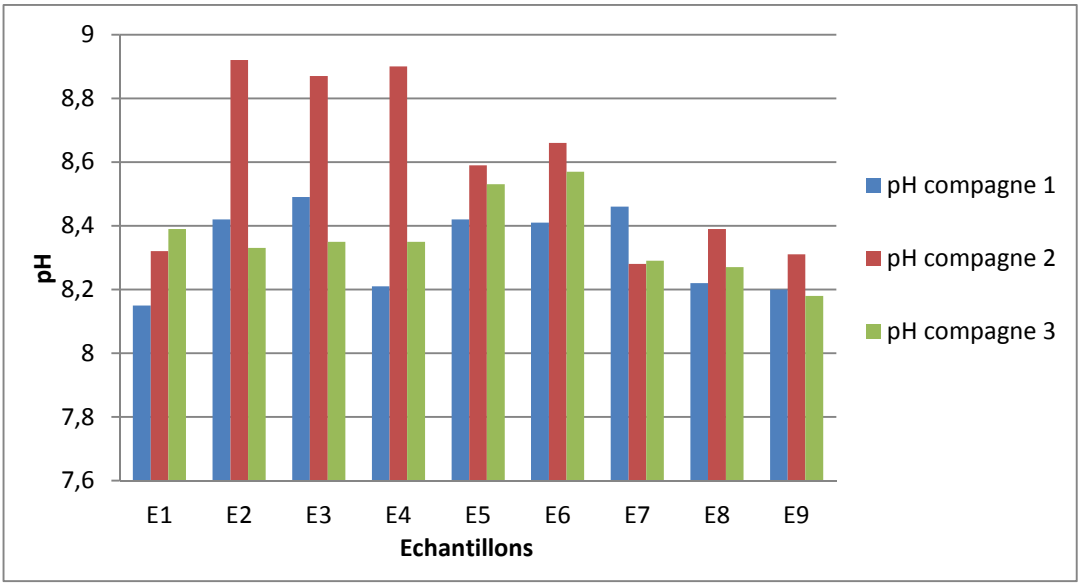

Figure 10 : La variation spatiotemporelle de pH dans l'eau de mer de la commune de Tichy

III.1.6. Total des solides dissous (Tds)

Le total des solides dissous (TdS) est le terme utilisé pour décrire les sels inorganiques et les petites quantités de matière organique présentes en solution dans l'eau. Les TdS dans l'approvisionnement en eau proviennent de sources naturelles, d'eaux usées, de ruissellement urbain et agricole, et les eaux usées industrielles. Les sels utilisés pour le déglaçage des routes peuvent également contribuer au chargement des TdS. **(WHO ; SDE ; WSH., 2016**).

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Le résultat obtenu est influencé par la température et la durée de la dessiccation**. (Rodier., 2009).**

Dans notre étude, la concentration du total des solides dissous varie entre les stations et au sein de la station elle-même. Nous avons enregistré des valeurs de TdS de 23.11g/l et 25.40g/l. La valeur la plus élevée est celle enregistrée au niveau de la station E2 (compagne 2), avec une valeur de 25.40g/l. Les valeurs basses par rapport à cette dernière sont enregistrées dans les autre stations durant les trois compagnes (compagne 1, compagne 2, compagne 3).

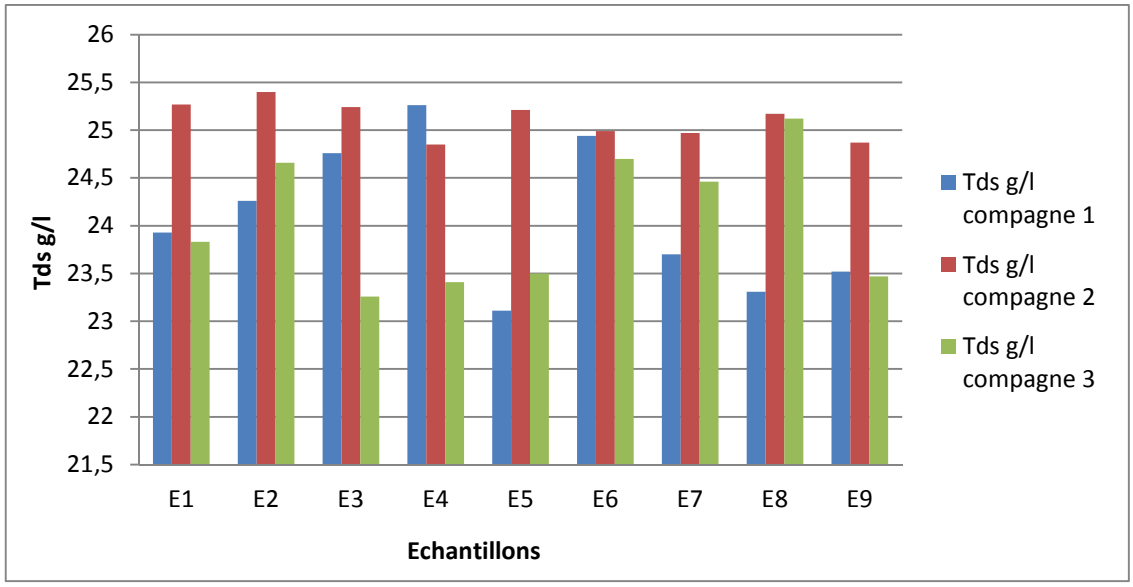

Figure 11 : Valeur spatiotemporelle de Tds (g/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy

III.2. Dosage des métaux lourds étudié (Pb, Zn, Fe)

III.2.1. Le plomb(Pb)

La pollution de la mer par le plomb peut être effectuée d'une manière directement par le rejet des eaux usées urbain et industrielle sans aucun traitement, soit par lessivage des routes dus aux eaux pluviales, soit par des retombés atmosphériques dues à la combustion des carburants automobile **(Chaouay et *al*, 2016).**

Ce suivi analytique dans les eaux de mer de Tichy a révélé la présence du plomb à différentes concentrations dans les 09 sites. Cette concentration est variable entre les périodes de prélèvement et entre les stations elles même. La valeur de Pb dans nos échantillons se trouve en traces à une valeur maximale de 0.0362 mg/l enregistrée au niveau d'E7. Ces valeurs ne sont pas en conformité avec les directive du décret 06-141, qui délimité une valeur maximale de 1mg /l **(JORA. 2006)**. Nous remarquons que la concentration de plomb durant la compagne N°1 est inférieure à celle enregistrée durant les deux autres compagnes. Généralement les teneures en plombe dans l'eau de mer de Tichy ce trouve se forme de trace.

Tableau VIII : La concentration de plombe (mg/l) au niveau des sites de prélèvement

	[Pb] compagne1	[Pb] compagne2	[Pb] compagne3
E1	0,0025	-	0,0175
E2	-	0,0225	0,019
E3	0,0047	0,0197	-
E4	-	0,0292	0,0179
E5	0,0006	0,0213	0,0208
E6	-	0,006	0,0185
E7	-	0,0362	0,0064
E8	0,0031	0,0206	0,021
E9	0,01346	0,0276	0,0243

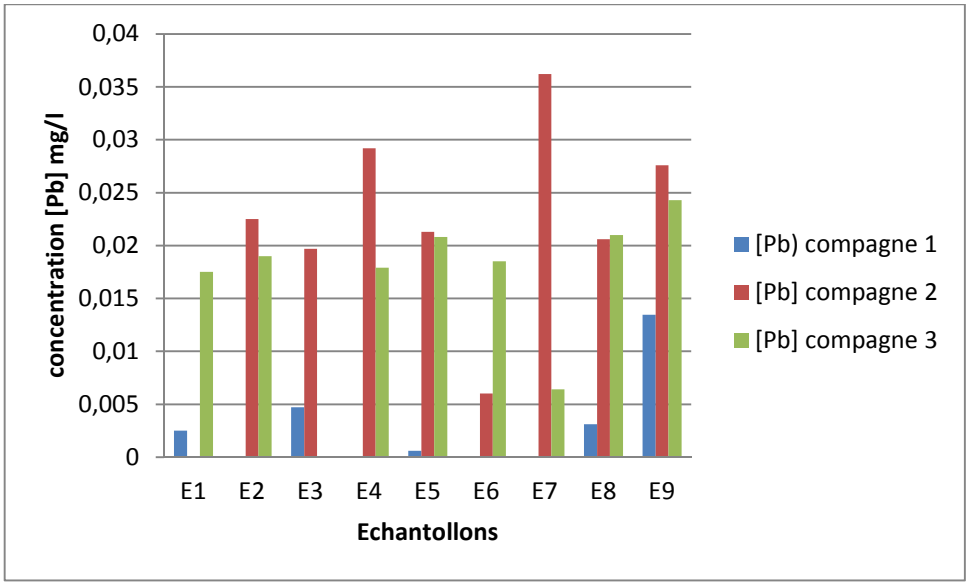

Figure 12 : La variation spatiotemporelle des concentrations de plombe (mg/l) dans l'eau de mer de commune de Tichy

III.2.2. Le Zinc (Zn)

D'après les concentrations de Zinc dans les eaux des neuf stations étudiées, on indique une absence de contamination. En effet, elles sont inférieures à la valeur maximale admissible par les normes Algérienne qui est de 3mg/l **(JORA., 2006)**

Les résultats illustrés dans la figure révèlent des concentrations variables de Zinc. La valeur la plus élevée en zinc a été détecté eau niveau de la station E3 durant la compagne N°1 qui est de 0.375mg /l. Cette valeur est justifiée par la présence des rejets d'eaux usées urbains, qui représente un point de convergence des eaux usée urbain avec l'eau de mer

comme le montre la photo prise le jour de prélèvement (Figure 10, Annexe 3). Pour les autres stations, la concentration du Zinc varie au sein de station elle-même et entre les stations en fonction des conditions de prélèvement (condition métrologique : Pluie…).

Tableau IX : La concentration de zinc (mg/l) au niveau des sites de prélèvements

	[Zn] compagne1	[Zn] compagne2	[Zn] compagne3
E1	0,1563	0,0879	0,2582
E2	0,1208	0,1072	0,1454
E3	0,375	0,1148	0,1542
E4	0,0218	0,1075	0,1619
E5	0,205	0,06	0,1396
E6	0,0025	0,0955	0,091
E7	0,2473	0,1194	-
E8	-	0,1014	0,22
E9	0,0975	0,0849	0,133

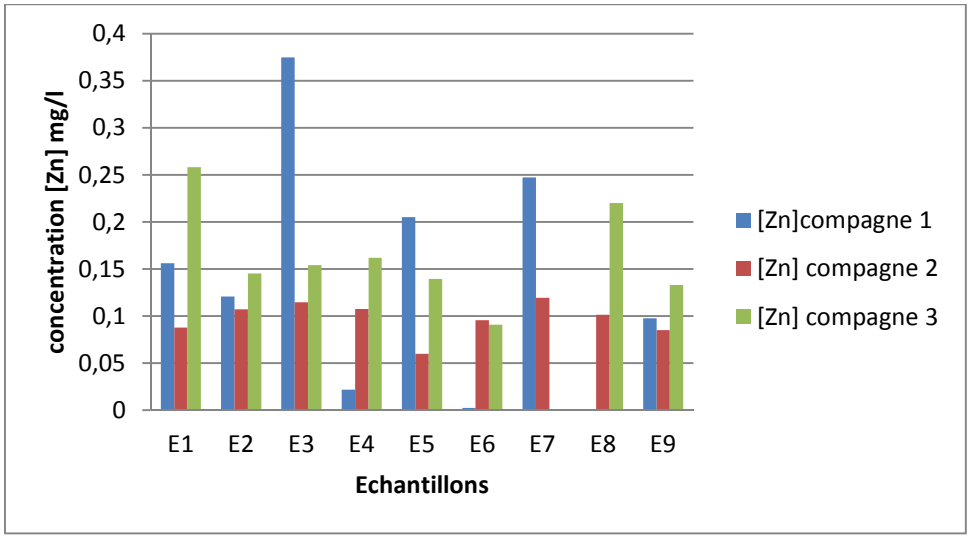

Figure 13 : La variation spatiotemporelle des concentrations du Zinc (mg/l) dans l'eau de mer de la commune de Tichy

III.2.3. Le Fer (Fe)

Dans notre étude, les teneurs les plus importantes s'observent principalement au niveau des sites E3 (compagne 2) avec une valeur de 0.640 mg/l, ce qui est probablement due au faite que ces eaux reçoivent des rejets urbains domestiques.

Par contre, une absence de contamination par le Fer dans le reste des stations avec une valeur minimale de 0,0566 mg/l dans la station E5 (compagne 1). Bien que ces teneurs ne dépassent pas les valeurs limites fixées par le décret 06-141 de 3 mg/l **(JORA., 2006).**

Tableau X : La concentration de fer (mg/l) au niveau des sites de prélèvement

	[Fe] compagne1	[Fe] compagne2	[Fe] compagne3
E1	0,3105	0,3908	0,3092
E2	0,3254	0,3904	0,3103
E3	0,2364	0,6403	0,1496
E4	0,0764	0,3034	0,1597
E5	0,0566	0,5526	0,2425
E6	0,1162	0,2934	0,2115
E7	0,3781	0,2069	0,157
E8	0,2364	0,2757	0,263
E9	0,2185	0,2352	0,2096

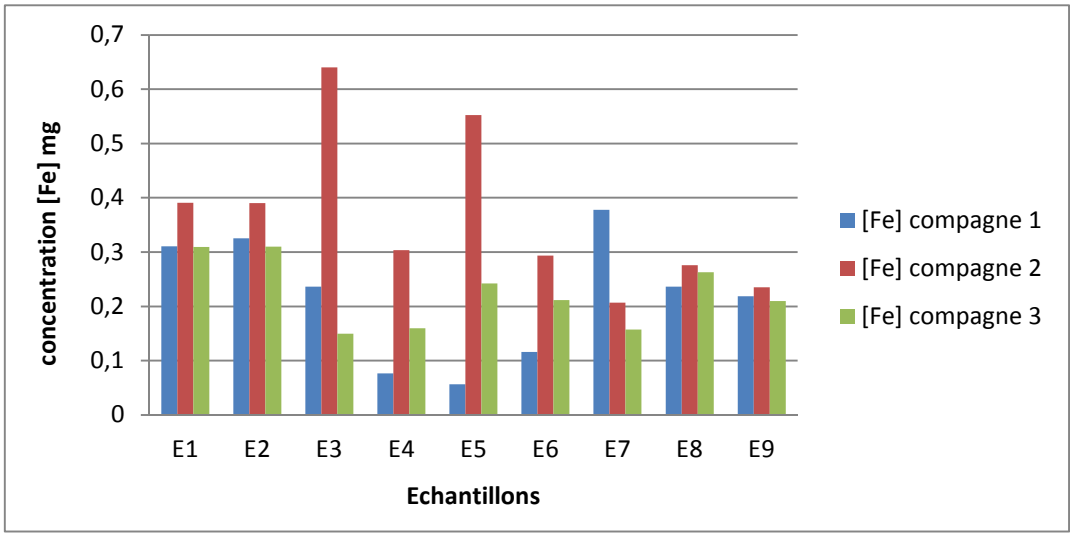

Figure 14 : La variation spatiotemporelle de la concentration de Fer dans l'eau de mer dans la commune de Tichy

III.3. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse multifactorielle (ACP) effectuée nous a permis de classer et de traiter les informations relatives aux paramètres physico-chimiques et aux éléments traces métalliques **(Chaouay et *al*. 2016)** dans les eaux de mer de Tichy au cours de la période d'étude. Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres physico-chimiques et métalliques et pour mieux évaluer la qualité de l'eau des sites échantillonnés.

Pour cela, cette ACP a été effectuée sur une matrice des données constituée de 27 prélèvements (9 zones × 3 compagnes) au cours desquels les 09 variables : la température (T), la salinité (sal), la conductivité (cond), potentielle hydrogène (pH), solide dissous totale (Tds), l'oxygène dissous (DO), Fer (Fe), Zinc (Zn), plomb (Pb) ont été mesurés.

Les valeurs propres de l'ACP des deux composantes F1et F2 et leur contribution à l'inertie totale sont présentées sur les Figures17et 18.

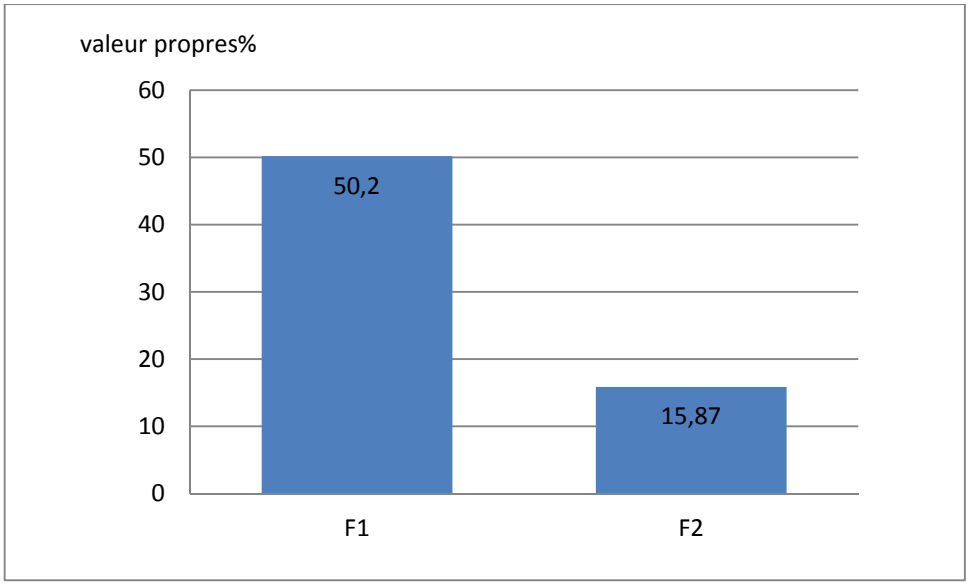

Figure 15 : Répartition de l'inertie entre les axes des paramètres physico-chimiques et des métaux dans l'eau de mer de Tichy selon le plan F1×F2

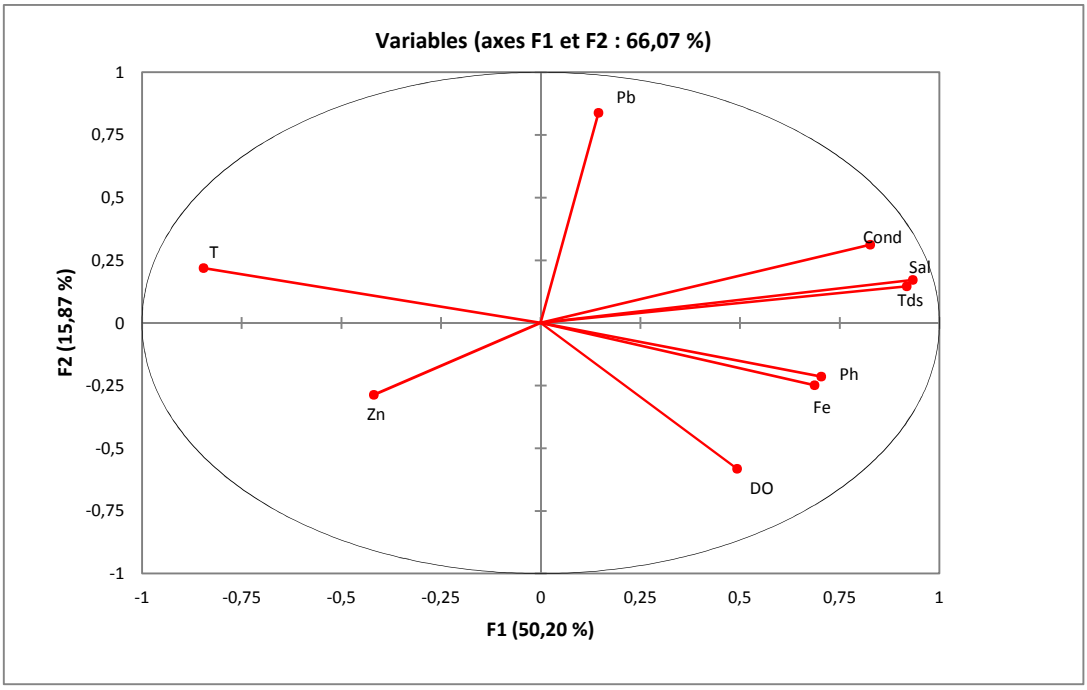

Figure 16 : répartition des variables (paramètres physico-chimiques et des métaux) dans l'eau de mer de Tichy selon le plan F1×F2, cercle de corrélation des variables.

L'analyse du plan factoriel F1et F2 montre que plus de 66.07 % sont exprimés. L'axe F1 de la figure 18, présente une corrélation positive avec le plomb (Pb), le Fer (Fe), la conductivité (Cond), la salinité (Sal), Tds, le pH et l'oxygène dissous (DO), et une corrélation négative avec la température (T) et le Zn. Le plomb, Tds, salinité et la conductivité, ne sont pas significatifs. Donc, ils ont une corrélation positive avec les deux axes. La température à une corrélation négative avec l'axe F1 est positive avec l'axe F2. La conductivité, la salinité et le Tds s'opposent systématiquement avec le Zn a l'axe F1. Cela explique que le Zn existe quand la conductivité et la salinité diminue. La température s'oppose systématiquement avec le Fe par rapport à l'axe F1.

Les variables avec une forte corrélation sont les variables qui sont proche de bord de cycle contrairement aux variables qui sont proche du centre de cercle.

La matrice de corrélation entre variables (tableau IX) révèle la présence d'un premier ensemble de variables, constitué de variables bien corrélées entre elles. Il s'agit de : T&DO, T&Sal, T&Tds, T&Cond, T&pH, Sal&Tds, Sal&Cond, Sal&pH, Sal&Fe, Tds&Cond, Tds&pH, Tds&Fe, Cond&pH, pH&Fe.

Tableau XI : Corrélation entre les variables

Variables	T	DO	Sal	Tds	Cond	pH	Fe	Zn	Pb
T	1								
DO	-0.675	1							
Sal	-0.715	0.334	1						
Tds	-0.663	0.343	0.983	1					
Cond	-0.560	0.087	0.887	0.835	1				
pH	-0.519	0.345	0.525	0.503	0.571	1			
Fe	-0.482	0.289	0.541	0.597	0.406	0.537	1		
Zn	0.494	-0.107	-0.257	-0.236	-0.195	-0.201	-0.288	1	
Pb	0.007	-0.143	0.211	0.199	0.238	-0.051	-0.128	-0.320	1

L'application de l'analyse en composants principale sur les données physico-chimique et métalliques de l'eau de mer de la commune de Tichy nous confirme la distinction en groupes associe au caractère identifier sur la zone d'étude.

- Groupe I (GI) : comprend les zones E22, E23, E24, E25, E26 et E28 sont des échantillons prées pondent la 2eme compagne (début Avril), elle est caractérise par des valeurs considérable des teneures en Fe et en oxygène dessous par rapport aux autre échantillons. ceci s'explique par les rejets urbains et les eaux de ruissellement qui rejoint la mer sont aucun traitement. La teneure de Pb augment indépendamment avec la température sur l'axe F1.
- Groupe II (GII) : est présentées par les stations E11, E15, E19 (compagne 1), et E31, E34, E35, E39 (compagne 3) exprimée par l'axe F1 (figure 19). Caractérise par une eau dont la température est élevée et légèrement chargée par le Zn. E11 et E31 sont des échantillons prélevés dans le même point (point1) mais dans des périodes déférant. C'est un point convergent de l'eau de mer avec un oued (oued Affalou),et pour E15, E19, E34, E35, E39 sont des point de rencontre de l'eau de mer avec les rejets urbains, la concentration de Zn dans ces point est inversement proportionnelle avec la salinité, la conductivité , l'oxygène dessous et le Tds, on justifier la prestance de Zn dans ces stations par les apports anthropiques qui résulte soit des épandages agricoles (alimentation animaux, lisiers), ou des activités urbaines (trafic routier, incinération

d'ordures)**(Casas, 2005).** Ce dernier peut avoir un effet néfaste sur la qualité de ces eaux.

- Groupe III (GIII) et Groupe IV (GIV) : sont des groupes hétérogènes pour tous les variables, néanmoins le GIII caractérisé par une teneur élevée en Plomb (Pb), et une augmentation de la salinité, Tds, température et de la conductivité exprimée par l'axe F2, causée parles eaux des ruissellements et des rejets urbaine au niveau des stations 6 et 9 respectivement.

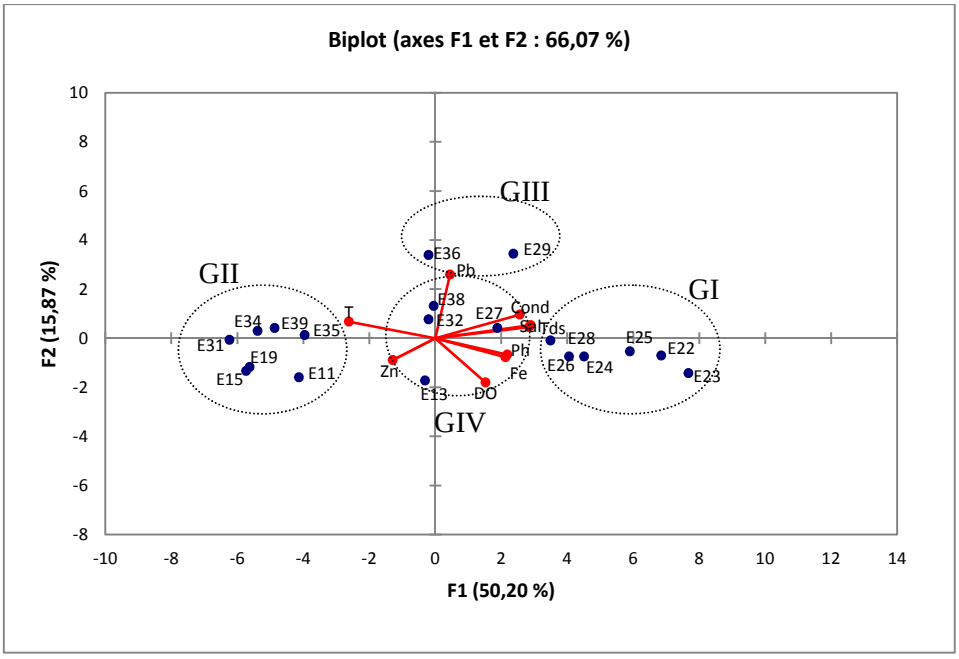

Figure 17 : répartition des individus en fonction des axes F1 et F2

III.4. Impacte potentielle des métaux lourds

Le zinc est provient surtout de la combustion de boit ou de charbon, de la métallurgie, et dans les zones de stationnement de navires, des peintures antisalissure et des anodes protégeant leur coque. La toxicité du zinc peut débuter avec quelque milligramme par litre chez les poissons. Il s'agit d'un oligoélément chez l'homme permettant la synthèse de nombreuses enzymes **(ELM, 2001).** Pour la vie aquatique, le zinc présente une certaine toxicité qui varie selon l'espèce considérée **(Gaujous, 1995).**

La contamination des milieux aquatiques en Pb est en grande partie liée à sa rémanence et sa persistance après l'arrêt de son émission. Le plomb s'accumule dans le corps des organismes aquatiques et souffrent des conséquences d'empoisonnement **(Micak, 2001).**

Le plomb exerce des effets inhibiteurs sur la reproduction et le développement embryonnaire. Et sur les processus intracellulaires de toxicité montrent que le plomb minéral exerce sa toxicité en entrant en compétition avec des métaux essentiels. Quelques auteurs expliquent que la toxicité du plomb serait liée à son association à des protéines, provoquant ainsi l'altération de leur structure **(Cossa et *al*, 1993).**

CONCLUSION

Conclusion

Le présent travail a comme objectif principal l'évaluation et le suivi de quelques métaux lourds dans la zone côtière de Tichy de la wilaya de Bejaia, par le dosage de certains éléments métalliques (plomb, Zinc, Fer).

Les résultats obtenus ont permet de tirer les conclusions suivantes : nous constatons l'existence d'une légère contamination métallique au niveau des sites étudies. En plus, les résultats révèlent la détection d'une concentration maximal de plomb (Pb) dans la station E9 (compagne 2) contrairement à la station E4 (compagne 1) qui présent une très faible concentration ainsi que station E3 (compagne 2) qui est caractérisée par une contamination maximal en Fer. Par contre, la valeur minimale enregistrée dans la station E5 (compagne 1) et qui concerne le Zinc, nous avons enregistré une valeur maximale au niveau de la station E3 (compagne 1) et une valeur minimale au niveau de la station E5 (compagne 2). Cette contamination est expliquée par le déversement direct des rejets des eaux usées domestiques dans la mer ou par le ruissellement des eaux pluviales qui sont chargées par nombreux dépôts atmosphériques.

La pollution marine avec toutes ses formes constitue une menace de dépeuplement de l'écosystème marin. Il devient urgent d'envisager une prise en charge de l'ensemble des questions scientifiques liées aux ressources marines et leurs impacts sur la santé publique. Une priorité devrait être accordée au recensement de toutes les sources de pollution connues et nouvellement créées affectant la bande côtière, la réalisation de stations de traitement des eaux usées spécialisées en fonction de la nature du rejet, qu'elle que soit, urbain, domestique, industriel, ou mixte, la réhabilitation des stations de traitement des eaux usées non fonctionnelles, ainsi que la mise en place d'un réseau de biosurveillance des impacts de la pollution le long de la côte de Tichy et à différents niveaux d'organisation écologique.

Quelques recommandations

- ✓ La création d'un réseau de surveillance afin de contrôler tous les rejets d'eau usée urbain et surtout industriel sans oublier les eaux marines.
- ✓ Lutte contre les décharges sauvages au niveau des plages.

- ✓ Renforcement de la surveillance et lutte contre les pollutions marines accidentelles et ce, en collaboration avec les services des Gardes Côtes.

- ✓ Interdire ou restreindre l'utilisation des métaux lourds les plus toxiques dans les secteurs de l'agriculture et de l'industrie, notamment en ce qui concerne la production des produits alimentaires et des biens de consommation qui amènent les métaux lourds dans l'environnement direct de chaque être humain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographique

AEE ., (2006). Agence européenne pour l'environnement. Problèmes prioritaires pour l'environnement méditerrané .Rapport N°4/2006.

Baghdadi Mazini D., (2012). Pollution de l'environnement et santé humain : mesure, évaluation et impact des contaminations chimique et biologiques dans les produits de la pèche au niveau du littoral marocain. Thèse de doctorat. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger

Belabed B-O., (2010). La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba « sources de contamination des écosystèmes aquatique ». Thèse de doctorat. Université Badji Makhtar-Annaba.

Biney C; Amuzu A-T ; Calamari D ; Kaba N ; Mbome I-L ; Nalve H ; Ochumba O ; Osibanjo O ; Radegonde V et Saad M.A.H., (1994). Etude des métaux lourds. Revue de la pollution dans l'environnement aquatique.

BLIEFERT C et PERRAUD R., (2001). Chimie de l'environnement. 2éme Édition, Ed. De Boeck Université, Bruxelles. pp370-381.

Bouhdiba C-S., (2010). Evaluation des concentrations des quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez le Mulet (Mugilcephalus Linné 1758) pèche dans les baies d'Oran et de Béni saf. Thèse de Magister. Université d'Oran.

Bouras S ; Maatoug M ; Hellal B ; et Ayad N., (2010). Quantification de la pollution des sols par le plomb et le zinc émis par le trafic routier (cas de la ville de Sidi Bel Abbés, Algérie occidentale). Les techniques de laboratoire –volume 5, n°20 (2010) 11-17.

Bourrelier P-H et **Berthelin J., (1998).** Contamination des sols par les éléments en traces : les risques et leur gestion. Acadimie des sciences. Rapport N°42. Lavoisier. Paris. 140p, 179p

Boutarcha F et Chrif Aînouche M., (2009). L'apport de la politique environnementale algérienne pour l'activité de la pêche : Cas de la Wilaya de Bejaia.

Casas S., (2005). Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, mytilus galloprovincialis, en milieu méditerranéen. Thèse de doctorat: Océanologie biologique, Environnement marin. Université du Sud Toulon Var. France. 314p

CDAEQ., (2014). Centre D'expertise en Analyse Environnementale du Québec. Détermination du pH : méthode électrométrique, MA. 100 – pH 1.1, Rév. 3, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 11 p.

CDAEQ., (2015). Centre D'expertise en Analyse Environnementale du Québec. Détermination de la conductivité : méthode électrométrique, MA. 115 – Cond. 1.1, Rév. 1, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015, 9 p.

Chalghmi H., (2015). Etude de la pollution marine par les hydrocarbures et caractérisation de leurs effets biochimiques et moléculaires sur *palourde ruditapes sp*. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux. France.

Chaouay A ; Okhrib R ; Hilali M ; Bazzi L ; Chahid A et Khiri E., (2016). Contribution a l'étude de l'analyse physico-chimique et de la contamination métallique de l'eau de mer du littoral d'Agadir (sud du Maroc). J. Mater. Environ. Sci. 7(8) (2016) 2748-2759.ISSN : 2028-2508. CODE : JMESCN.

Cossa D ; Elbaz-poulichet F ; Gnassia-Barelli M et Romeo M., (1993). Le plomb en milieu marin : biogéochimie et écotoxicologie. Repères océan N°3-1993. 73p

DPSB., 2015. Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire. Annuaire statistique de la wilaya de Bejaia 2015.P.8 – 12.

ELM., (2001). Environnement littoral et marin. Commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques. mai 2001.

Furenstin J., (1957). Teneur en oxygène des eaux de la méditerrané occidentale : supplément à l'étude hydrologique de juin-juillet 1957. Trav. Inst. Pêche marit.24(4). 1960 :454-480p

JORA.,(2006). Journal Officiel de la République Algérienne. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Gaujous D ., (1995). La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. Ed Lavoisier, TEC & DOC. Paris .198-199p.

Gombert S; Galsomies L; Rausch de Tranbenberg R; Leblond S; Losno R; Colin J-L; Charré B.,(2005). Pollution atmosphérique par les métaux : biosurveillance des retombées. Ed ADEME. 9-12 p.

HUSS J ., (2012). Rapport sur les risques sanitaires des métaux lourds. Assemblée des métaux parlementaire. Conseil de l'Europe. Luxembourg. p13.

ISO., (1986). Qualité de l'eau : Dosage du Cobalt, Nickel, Cuivre, Zinc, cadmium et Plomb méthodes par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 8288, 1986.

ISO.,(1994). Qualité de l'eau : Dosage du cadmium par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 5961, 1994.10p.

ISO., (2003). Qualité de l'eau : échantillonnage. partie3 : Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau. Suisse : ISO 5657-3, 2003.

Kebir T., (2012). Etude de la contamination, d'accumulation et Mobilité de quelques métaux lourds dans légumes, Fruits et des sols agricoles situes près d'une décharge industrielles de l'usine Alzinc de la ville de Ghazaoute. Thèse de doctorat .université Tlemcen.

Le Calvé O., (2002). Propriétés physiques du milieu marin : un cours d'introduction à l'océanographie physique.

Micak N., (2001). Total and organic lead distribution in water, sediment and organism from the eastern. Adriatic coast. Chemical speciation and bioavailability.

Miquel G., (2001). Rapport sur les effets des métaux sur l'environnement et la santé. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. N°2979 Assemblée Nationale, N°261 Sénat.

Neely R-N; Neimainis V-P et **Dwyer L., (1980).** Référence sur la qualité des eaux. Guide des parametres de la qualité des eaux environnement. Canada. Direction de la qualité des eaux, Ottawa. Canada.

Marchand M., (2003). Les pollutions marines accidentelles. Au-delà du pétrole brut, les produits chimiques et autre déversement en mer. *Responsabilité& environnement :* 70-92p.

Olivier A.,(2005).chimie et pollution des eaux souterraine. Ed Lavoisier. Paris. 219p .

PNUE., (1996). Etat de milieu marin et littoral de la région méditerranée. MAP Technical Reports séries NO.101.148p

Potter G.,(2013). Marin pollution .Ed 1 Bookboon.11p

Ramade F., (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edt Ediscience international. Paris.485p

Ramade F.,(2007). Introduction à l'écotoxicologie : fondamentale et applications. Edt Lavoisier TEC & DOC. Paris. 65p, 68p

Ramade F.,(2011). Introduction à l'écochimie : les substances chimiques de l'écosphère à l'homme. Edt Lavoisier, TEC & DOC. Paris .488p

Rodier J., (2009). L'analyse de l'eau .9eme édition. Dunod. Paris

UNESCO., (2017) . Rapport mondial des Nation Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017. 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07-SP. France

Salvarredy Aranguren M-M., (2008). Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du val de Milluni (Andes Boliviennes) par des déchets miniers. Approche géochimique, minéralogique et hydrologique. Thèse de doctorat. Université de Toulouse III. Paul Sabatier.

Tanouayi G ;Gnandi K ; Ahoudi H ; Ourosama K ., (2015). La contamination métallique des eaux de surfaces et des eaux souterraines de la zone minière d'exploitation des phosphates de HAHOTOE-KPOGAME (SUD-TOGO) : cas du cadmium, plomb, cuivre et Nickel. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°21. 25-40p.

WHO / SDE / WSH.(2003). Total dissolved solids in drinking-water: Background document for WHO Guidelines for Drinking- water Quality. World Health Organisation. Geneva.

Willem J-P., (2017). Les dégâts des métaux lourds : prévention et détoxication naturelle. 2eme édition. Guy Trédaniel. Paris. 83p

Zaimeche S ; (2015). Contribution à l'étude de l'action d'agent polluant sur des végétaux bioindicateurs. Thèse de doctorat. Université des Frères Montouri Constantine

Zouag B et Belhadj Y., (2017). Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen ». Thèse de doctorat. Université Abou Beker Belkaid. Tlemcen. Algérie

ANNEXES

Annexe 1

Tableau : les sites de prélèvement de la zone d'étude et leurs coordonnées géographiques.

Echantillons	Altitude	Longitude	Noms des places
E1	36.675015	5.145236	Oued Affalou
E2	36.67253	5.152328	Plage des hâtelles
E3	36.67113	5.156868	Plage parking
E4	36.670085	5.159734	Plage de stade
E5	36.668101	5.164544	Plage de centre ville
E6	36.667305	5.167372	Plage des roches
E7	36.666168	5.168875	Plage des roches
E8	36.665522	5.170285	plage Lamaadhane
E9	36.66514	5.171688	plage Lamaadhane

Annexe 2 : les stations de prélèvements

Station E3: plage parking

station E4 : plage de stade

Station E5 : plage de centre ville

station E6 : plage de roches

Station E8 : plage Lamaadhana

station E9 : plage Lamaadhana

Annexa 3

Multi paramètres de terrain utilisé pendant les sorties sur le terrain

Annexe 4

Tableau :les valeurs limité de quelque paramètre dans l'eau de mer

Paramètres	Unité	Valeur limité
Température	°C	30
pH	-	6,5 - 8,5
Zinc	Mg/l	3
Fer	Mg/l	3
plomb	Mg/l	0,5

Résumé :

Le présent travail concerne d'une part l'étude des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer de la zone côtière de la commune de Tichy, et d'autre par un diagnostique sur l'état de sa pollution aux métaux traces (Fe, Zn, Pb). Pour réaliser cette étude, nous avons entamé une série de prélèvements mensuellement : du début de mois de mars jusqu'à la fin de mois d'avril. Des échantillons de l'eau de mer ont été effectués au niveau des neuf stations différentes le long de la zone côtière. Les résultats obtenus montrent que les teneurs métalliques dans l'eau de mer présentent des variations significatives selon les zones et les saisons de prélèvement. La station E3, Plage Parking, est la plus contaminée en Fe et Zn. La station E9, Plage Lamaadhane, est la plus contaminé en Pb. Les deux stations constituent des points de rencontres des eaux usées avec l'eau de mer. Les teneurs des métaux enregistrées ne dépassent pas les normes administrées. Une partie en parallèle a été réalisée sur la variation des paramètres physico-chimiques : pH, salinité, température, conductivité, oxygène dissous et Tds. L'interprétation des données a été faite sur la base de la corrélation existante entre les différents paramètres et la répartition des zones d'étude en groupe et selon le degré de contamination en métaux lourds via l'analyse des composants principale (ACP).

Mots clés : Pollution, la zone côtière de Tichy, eaux de mer, Paramètre physico-chimiques, Métaux lourds

Abstract

The present work concerns on the one hand the study of the physico-chemical parameters of the sea water on the coastal zone of the commune of Tichy, and on the other hand a diagnosis on the state of its pollution with traces of metals (Fe, Zn, Pb). For this study, monthly samples were taken from the beginning of March until the end of April. Seawater samples were taken from different stations along the coastal zone. The results obtained show that metal levels in seawater show significant variations according to sampling zones and seasons. The E3 station (parking lot) is the most contaminated in Fe and Zn. The E9 station (Lamaadhane beach) is the most contaminated in Pb. The two stations consist of the meeting points of wastewater with seawater. Recorded metals do not exceed the administered standards. A complimentary study was performed in parallel regarding the variation of physico-chemical parameters: pH, salinity, temperature, conductivity, dissolved oxygen and Tds. The interpretation of the data was made on the basis of the correlation between the different parameters, the distribution of the study areas in groups and the degree of heavy metal contamination via the principal component analysis (PCA).

Key words: Pollution, Tichy Coastal Zone, Seawater, Physico-chemical Parameters, Heavy Metals.