



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université AbouBekr Belkaid de Tlemcen

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et environnement

Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

MEMOIRE

Présenté par kebabti Asma

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité Ecologie

Thème

**Thème effet de pollution industrielle sur l'environnement :
cas de la région Ghazaouet wilaya de Tlemcen**

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Dr. MERZOUK Abdessamad : ProfesseurEncadrant

Dr. TABTI Leila : MCA.....Présidente

Dr. NEHAR Benameur : MCA.....Examineur

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

*C'est avec une grande joie et une certaine émotion que je rédige ces lignes de remerciements. Je tiens en premier lieu à exprimer ma profonde gratitude à mon encadrant, **Merzouk Abdessamad**, Professeur à la faculté des sciences de la nature et la vie et sciences de la terre et de l'univers- Université de Tlemcen, pour La confiance qu'il m'a témoignée, la liberté qu'il m'a accordée et les conseils qu'il m'a prodigués sont des éléments qui ont fortement contribué à la réalisation de ce travail.*

Je souhaiterais remercier les membres du jury de mon mémoire qui ont accepté de juger ce travail et pour le temps qu'ils ont accordé à la lecture de ce mémoire et à l'élaboration de leurs critiques.

***Dr. TABTI Leila** MCA d'avoir accepté de présider le jury de mon travail*

***Dr. NEHAR Benameur** MCA d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

Mes remerciements vont aussi à :

- ***Mr CHAREF Abdessamad** Responsable Qualité Environnement de la société algérienne de zinc pour m'avoir soutenu pour la réalisation de ce travail*
- ***Mr Tebsi Badre, Mr Djeziri Abdessamad** PFSP port de Ghazaouet*
- ***Dr Bouregba Sara** pneumologue hôpital de Ghazaouet*
- ***Mm Touahri Fatima Zohra** ingénieur à la subdivision agricole de Ghazaouet*
- ***Mr Laredj Zahreddine** chef de formation direction du port Ghazaouet,*

Enfin tous ceux qui m'ont soutenu durant ce travail directement ou indirectement, par leur amitié et leur sympathie, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Dédicace

Dédicace Je dédie ce travail Tout d'abord, Dieu merci qui m'a aidée à réaliser ce modeste travail.

A Ceux qui m'ont appris les belles choses De la vie : la confiance, l'amour, la vérité, la patience, et le courage "vous ma lumière de ma vie maman, et vous mon très Chère père"

- *A mes sœurs : Houda et Nedjoua.*
- *A mon frère unique : Mohamed Amine.*
- *A Mon fils et mon bonheur Houcine.*
- *A Ma grande mère rabi yarhamha.*
- *A Ma chère copine Mesbah Sihem et Yasmine, Sifi Fatima, Dardek Amina*

A toute la famille Kebabti et sefraoui A tous ceux qui tiennent une place dans mon cœur, avec lesquels je partage les mots tendresse, amour et amitié.

RESUME

L'important développement industriel dans la région Ghazaouet ouest de l'Algérie s'est traduit par un accroissement des rejets concentrés en métaux lourds considérés toxiques pour la faune et la flore induisant une dégradation de l'environnement et pour la santé humaine de leur accumulation dans la chaîne alimentaire.

La pollution et les déchets industriels comprennent toute la gamme de substances indésirables et de pertes que génèrent les activités industrielles : émissions dans l'air ou rejet dans les eaux de surface, et substances envoyées aux Stations de traitement des eaux usées, déposées dans des sites d'enfouissement, rejetées ou étendus sur les sols, incinérées, injectées sous terre, contrôlées par voie d'entreposage, recyclées ou brûlées aux fins de récupération de l'énergie. La pollution des sols va dépendre de deux types de facteurs : les premiers auront trait à la nature des polluants, les seconds seront liés à la nature physicochimique des sols considérés.

Suite à cette étude nous avons constaté que la pollution industrielle de la ville de Ghazaouet a un impact très négatif sur la biodiversité marine et terrestre, ainsi que sur la santé humaine de la population

Mot-clé : pollution industrielle, métaux lourds,

ABSTRACT

The importance of industrial development in the region Ghazaouet west of Algeria resulted in an increase Release concentrated in heavy metals considered toxic to the wildlife inducing environmental degradation and to human health of their accumulation in the food chain. The pollution and industrial waste include full range of undesirable substances and losses generated by industrial activities: air emissions or release surface water, and substances sent stations wastewater treatment, filed in landfills, rejected or extended on soils, incinerated, injected underground, controlled by storage, recycled or burned for energy recovery. The soil pollution will depend on two types of factors: the first will relate to the nature of pollutants, the latter will be related to the nature physicochemical soil considered.

Following this study we found that industrial pollution of the city of Ghazaouet has an impact very negative on marine biodiversity and land, as well as on human health of the population

Keywords: pollution industrial, heavy metal, toxic, Ghazaouet

ملخص

أدى التطور الصناعي الكبير في منطقة الغزوات الغربية بالجزائر إلى زيادة التصريفات المركزة في المعادن الثقيلة التي تعتبر سامة للحيوانات والنباتات مما أدى إلى تدهور البيئة وصحة الإنسان من تراكمها في السلسلة الغذائية.

يشمل التلوث والنفايات الصناعية النطاق الكامل للمواد غير المرغوب فيها والخسائر الانبعاثات في الهواء أو التصريف في المياه السطحية، والمواد المرسلّة إلى محطات معالجة المياه، المترسبة في مكب النفايات، أو الإغراق أو الانتشار على الأرض، أو الحرق، أو الحقن تحت الأرض يتم التحكم فيها من خلال التخزين أو إعادة التدوير أو الحرق لاستعادة الطاقة يعتمد تلوث التربة على نوعين من العوامل الأول يتعلق بطبيعة الملوثات والثاني يرتبط بالطبيعة الفيزيائية والكيميائية للتربة المعتبرة بعد هذه الدراسة وجدنا أن التلوث الصناعي لمدينة الغزوات له تأثير سلبي للغاية على التنوع البيولوجي البحري والبري، وكذلك على صحة الإنسان للسكان

الكلمات المفتاحية: التلوث الصناعي، المعادن الثقيلة، تسمم، الغزوات

SOMMAIRE

Résumé	I
Abstract	I
ملخص	II
Sommaire	III
Liste des figures	V
Liste de l'abréviation.....	V
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I :Synthèse bibliographique.....	3
1 Définition de la pollution.....	3
2 Pollution de l'air	3
2.1 Pollution marine	3
2.1.1 Origine de la pollution marine	4
2.1.2 Effluents industriels et EMISSIONS	4
2.2 Pollution des SOLS.....	5
3 La pollution industrielle.....	5
3.1 Les contaminants métalliques	6
3.2 Les métaux lourds	6
3.2.1 Les sources des métaux lourds dans l'environnement	7
4 Les métaux étudiés	7
4.1 Le Plomb (P b)	7
4.2 Le cuivre (Cu)	8
4.3 Le zinc (Zn)	9
4.4 Le cadmium (CD)	10
4.5 Toxicité des métaux lourds	12
4.6 Sécurité.....	13
5 Bitume.....	14
5.1 Toxicité	14
CHAPITRE II :Presentation de la zone d'etude.....	15
1 Situation géographique de la wilaya de Tlemcen	15
1.1 Présentation de la région de Ghazaouet	16
1.1.1 Situation géographique	16
1.1.2 Contexte géographique et topographique de la ville de Ghazaouet.....	16
1.1.3 Milieu physique.....	17
1.2 Hydrologie.....	17
1.3 Climatologie	18

1.4	Courantologie.....	19
1.5	Santé	19
2	Les activités humaines dans la région de Ghazaouet	20
2.1	Le port de Ghazaouet.....	20
2.2	Plage du Port (Ghazaouet).....	21
2.3	Les apports des rejets urbains au milieu marin.....	21
3	Description de la zone industrielle d'alzinc.....	22
4	Principaux rejets de l'unité ALZINC	23
4.1	Rejets liquides	23
4.2	Rejets atmosphériques	23
4.3	Rejets solides	23
CHAPITRE III : Diagnostique sur l'effet de la pollution sur l'environnement		24
1	Introduction	24
2	Activité industrielle alzinc	24
2.1	Lixiviation	25
2.2	Purification.....	26
2.3	Électrolyse de cuivre	26
2.4	Électrolyse de zinc	26
2.5	Refonte et alliage	27
3	Rejet gazeux à atelier acide	31
4	Contrôle et à l'élimination des déchets.....	32
5	Effet de pollution sur la flore.....	34
5.1	Effets de l'ozone sur le fonctionnement des plantes	35
5.2	Impact sur la flore marine	36
6	Effet de pollution sur la faune	37
7	Effet Sur la biodiversité	41
8	Effet sur la santé humaine	42
Conclusion générale		45
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....		46

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 : Fuite d'acide sulfurique sur le sol (port Ghazaouet).	13
Figure I. 2: Le stockage de bitume.....	13
Figure II. 1: Carte géographique de Tlemcen.....	15
Figure II. 2: Position géographique de Ghazaouet.....	16
Figure II. 3: Plan de Ghazaouet.	20
Figure II. 4: Port de Ghazaouet.	21
Figure II. 5: Oued de Ghazouanah.	21
Figure II. 6 : Usine d'Alzinc Ghazaouet.....	22
Figure III. 1 : Stockage de la plaquette de Zinc.	27
Figure III. 2 : Test de SO ₂	27
Figure III. 3: Déchet boue cuivrique.	33
Figure III. 4 : Résidus lixi (ferrite de zinc).....	33
Figure III. 5 : Crase de zinc.	34
Figure III. 6 : Boue de manganèse.	34
Figure III. 7 : Impact de l'ozone sur les feuilles de tabac BEL W3. [Source : © J.P. Garrec]	36
Figure III. 8 : Des lichens sur des arbres.....	36
Figure III. 9 : Le pétrole s'incruste même sur les végétaux.....	36
Figure III. 10 : Poussière de silo céréale.....	38
Figure III. 11 : Fuite de bitume.....	38
Figure III. 12 : Impact des hydrocarbures sur les oiseaux et les reptiles marins.....	40
Figure III. 13 : Branchies d'un poisson.....	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Objectifs et cibles environnementaux.....	29
Tableau 2: rejet gazeux a atelier acide.	31
Tableau 3: control des rejets industriels.	32
Tableau 4: Nombres et capacité des installations spécialisées	38
Tableau 5: Les effets de la pollution sur les espèces marines	39
Tableau 6: Données sur les propriétés irritantes contact avec la peau.....	44
Tableau 7: Liste du malade à l'hôpital.....	44
Tableau 8: Les statistiques des maladies interne.....	44

LISTE DE L'ABREVIATION

BPCO : broncho-pneumopathie chronomique obstructive
CFC : chlorofluocarbones
POP : polluant organique persistants
MN : manganèse
Zn : zinc
Cd : cadmium
Pb : plomb
NI : nickel
CU : cuivre
Cr : chrom

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, les endroits où les problèmes de déchets industriels existent, sont les villes côtières et industrielles à l'image de Skikda, Annaba et Jijel dans l'Est. Au centre on trouve l'axe Alger-Oued Smar, Rouïba-Réghaia et Bejaia. A l'ouest, Oran-Arzew, Ghazaouet et Mostaganem (UNEP, 2001). Les côtes Algériennes étaient considérés comme étant les plus poissonneuses au niveau de la méditerranée, le rendement de la pêche à diminuer de près de 80% ces deux dernières années. C'est la première conséquence de la pollution marine (C.N.R.S., 2005).

Ces dernières décennies, les activités anthropiques (la pollution du milieu marin, la pêche irresponsable, l'urbanisation anarchique du littoral, etc.), ont rendu les écosystèmes Méditerranéens dangereusement vulnérables. La zone d'étude (Ghazaouet) est une région qui reçoit quotidiennement des flux de pollution de différents types, essentiellement les rejets urbains et industriels. La contamination métallique des écosystèmes aquatiques a attiré l'attention de chercheurs d'horizons très différents. Elle constitue en effet l'un des aspects de la pollution le plus menaçant pour ces milieux. Par ses effets toxiques, elle est capable d'engendrer des situations critiques voire dangereuses. Contrairement à de nombreux toxiques organiques, les éléments en traces métalliques ne sont pas totalement éliminés par voie biologique et par conséquent sont sujets à un effet cumulatif dans les divers compartiments de l'écosystème (eau, sédiment, faune et flore).

Parmi les raisons qui nous ont motivé à choisir ce thème, exactement la région de Ghazaouet, est le grand nombre de pollutions qui s'y trouvent, de sorte que nous connaissons l'étendue de l'impact des déchets industrielle sur l'homme. C'est aussi une des bonnes raisons car la pollution est devenue le sujet de l'heure, notamment au niveau de la région de Tlemcen, de l'Algérie et du monde. Ainsi, l'objectif principal de l'étude est la contribution à la connaissance sur l'existence et la répartition spatiale des déchets industrielle sur la côte de Ghazaouet, par l'évaluation de la situation environnementale globale de la zone de Ghazaouet et la caractérisation des principales sources de pollution d'origine terrestre, à savoir les activités industrielles, les rejets d'eaux usées, les dépôts (autorisés ou sauvages) de déchets ménagers ou industriels, activités économiques dans la zone portuaire.

La pollution par les métaux lourds, comme toutes les autres pollutions (pesticides, organochlorés, organophosphorés, d'hydrocarbures pétroliers, déchets nucléaires) représente actuellement un facteur toxicologique important, dont les conséquences sur les organismes marins peuvent affecter la vie marine, depuis les producteurs primaires ; le danger de

contamination s'amplifie au fur et à mesure que l'on monte à travers les maillons des chaînes trophiques. Les métaux qui sont transférés à travers le milieu aquatique aux poissons, aux hommes et autres animaux piscivores, peuvent avoir des impacts sur l'environnement et la santé humaine

Le choix du site s'est porté sur la baie de Ghazaouet , du fait que la ville représente un pôle industriel important , par son port ouvert aux bateaux de pêche, de marchandises et de voyageurs, et surtout par la présence de l'unité (AL-ZINC) d'électrolyse de zinc.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés par l'impact de la pollution sur l'environnement cas de Ghazaouet wilaya de Tlemcen

➤ **Ce mémoire est structuré en trois Chapitres :**

-Le premier chapitre est une synthèse bibliographique de la pollution industrielle.

-Le deuxième chapitre est divisé sur trois parties :

- Situation géographique de la wilaya de Tlemcen.
- Les activités humaines dans la région de Ghazaouet.
- Description de la zone industrielle d'Alzinc.

-troisième chapitre diagnostique de l'effet de la pollution sur l'environnement.

CHAPITRE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1 DEFINITION DE LA POLLUTION

Le terme de pollution a de nombreuses acceptions et qualifie un ensemble d'actions très diverses qui, d'une façon ou d'une autre, dégradent l'environnement. Selon **Ramade (1999)**, la pollution se définit comme « un changement défavorable de l'environnement du à l'action humaine qui provoque une modification des flux de l'énergie, des niveaux de radiations, de la constitution physico-chimique ou microbiologique du milieu naturel»

2 POLLUTION DE L'AIR

L'air que nous respirons est un mélange complexe composé principalement d'azote (78 %), d'oxygène (21 %) et d'argon (1 %), mais aussi, en faible quantité, de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone, ainsi que de poussières et de gaz divers, polluants naturels ou artificiels.

On appelle pollution de l'air toute modification de la composition de l'atmosphère ayant un caractère gênant ou nuisible pour la santé humaine, pour l'environnement ou pour le patrimoine. Les émissions dans l'air proviennent essentiellement des secteurs d'activité suivants : le secteur des transports et plus particulièrement l'automobile, les secteurs résidentiel et tertiaire, les secteurs industriel et énergétique, y compris le traitement des déchets (appelé par la suite «secteur industriel»), le secteur agricole. Le présent document porte sur les rejets les plus importants des installations classées pour la protection de l'environnement du secteur industriel, en particulier ceux soumis à la déclaration annuelle des rejets polluants

2.1 POLLUTION MARINE

C'est l'altération du milieu aquatique : modification de l'état d'un milieu aquatique ou d'un hydro système, allant dans le sens d'une dégradation. Les altérations se définissent par leur nature (physique, ionique, organique, toxique et bactériologiques....etc.) et leur effet (eutrophisation, asphyxie, empoisonnement, modification des peuplements.....etc.). (**Malquiot et Bertolini**).

- La pollution peut avoir des répercussions à toutes les échelles trophiques, des producteurs primaires aux consommateurs supérieurs et, par conséquent, affecter le fonctionnement des écosystèmes. Les contaminants chimiques peuvent avoir des effets en cascade sur la croissance et la reproduction des organismes, entraînant des

changements dans l'organisation biologique supérieure, chez les populations et les communautés (**Amiard-Triquet et Amiard, 2008**).

- La pollution de l'eau est peut être observée dans :
 - Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées.
 - Les eaux de surfaces qui sont souillées par les déversements des eaux non traitées.
 - Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau.

2.1.1 ORIGINE DE LA POLLUTION MARINE

La production et les émissions de polluants sont souvent dérivées des activités humaines, telles que l'agriculture (les fertilisants, pesticides et produits agrochimiques), l'industrie (les métaux lourds, les éléments traces et les composés organiques), l'urbanisme (agents pathogènes, substances organiques, métaux lourds et éléments traces contenus dans les eaux usées), le tourisme (détritus plastiques sur les côtes) etc.....

❖ Effluents urbain :

La plupart des effluents urbains déversent directement dans l'environnement marin immédiat sans aucune mesure de traitement. Ces effluents sont fortement chargés en polluants minéraux et micro-organismes (bactéries, virus pathogènes et parasites). Au sein des agglomérations urbaines ces effluents contiennent des déchets chimiques provenant aussi bien des activités ménagères qu'industrielles, et confluent dans la majorité des cas vers des collecteurs principaux (**Sabhi, 1998**).

2.1.2 EFFLUENTS INDUSTRIELS ET EMISSIONS

Les industries installées dans les zones côtières déversent leurs déchets directement dans la mer, ou dans les cours d'eau. Les émissions atmosphériques provenant des industries projettent des polluants qui peuvent être transférés par voie atmosphérique vers la mer (**UNEP, WHO, 1992 ; WHO/UNEP, 1995 ; UNEP/FAO/WHO, 1996**).

Les rejets industriels peuvent contenir des métaux lourds (Cuivre, Cadmium, Nickel, Mercure, Plomb....etc. ou d'autres substances dangereuses (hydrocarbures, titane, etc...)) (**CHRISTIAN, ALAIN, 2004**).

➤ Rivières et cours d'eau :

Les rivières polluées véhiculent des charges considérables de déchets liquides vers le milieu marin. En plus des apports provenant des installations industrielles et des agglomérations urbaines, les rivières peuvent parfois aussi transporter les fertilisants et les

pesticides utilisés en agriculture. Ainsi, les rivières contribuent fortement au transport des polluants.

➤ **Décharge côtières incontrôlées :**

Plusieurs formes de dépôts de déchets solides et liquides dans ou près de l'environnement marin, contribuent d'une manière directe ou indirecte à la pollution de la mer selon plusieurs processus dépendant du type et de la quantité de matériel déposé (**Eisler, 1995 ; Mance, 1987 ; WHO/UNEP, 1995 ; in Sabhi, 1998**).

➤ **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**).

2.2 POLLUTION DES SOLS

La pollution des sols fait référence à la concentration plus ou moins importante de substances toxiques dans les sols, quel que soit leur type.

Généralement imputée aux activités humaines, cette concentration anormale peut être liée à l'utilisation d'engrais et de pesticides par l'agriculture, au passage d'engins lourds, aux rejets accidentels des industries ou à la multiplication des surfaces bétonnées. Parmi bien d'autres causes.

Cette pollution pourra se diffuser ensuite dans l'environnement via l'eau, l'air ou les organismes vivants du sol (bactéries, plantes, champignons), entraînant des perturbations variables dans les écosystèmes associés et des dangers non négligeables pour la santé.

3 LA POLLUTION INDUSTRIELLE

La pollution industrielle désigne la part de la pollution de l'environnement directement induite par l'Industrie quand elle introduit des altérageènes biologiques, physiques (dont radiations telles que la radioactivité ou dans la lumière artificielle quand elle perturbe l'environnement nocturne), chimiques ou organiques, affectant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème.

Cette pollution correspond à une contamination plus ou moins durable (selon le type de polluant, dégradable, biodégradable ou non -biodégradable) des compartiments des écosystèmes que sont l'air, eau, sol ou le réseau trophique ou de l'être humain. Elle se quantifie souvent par rapport à un *seuil* ou à une *norme*, mais il faudrait aussi tenir compte des synergies entre polluants. Les sites et sol industriels (friches industrielles le cas échéant) sont sources de contamination qui peuvent s'étendre ou se modifier via une diffusion passive dans l'environnement ou via le réseau trophique (chaîne alimentaire ; par la bioconcentration ou bioturbation et métabolisation notamment).

Cette pollution est due, soit aux matières minérales en suspension (lavage de charbon, station de traitement des eaux, exploitation des carrières de mines), soit aux matières en solutions minérales (station de traitement des eaux,). Quant à la pollution due aux matières organiques, elle concerne les rejets hydrocarbonates et chimiques divers (raffineries, caoutchouc, pétrole, explosifs, peintures, blanchisserie). Les rejets phénols (industrie chimique, colorants, résines), les rejets organiques fermentescibles (produits pharmaceutiques, pâte à papier, conserveries, tanneries, abattoirs, laiteries, sucreries, transformation des céréales, colles et gélatines, textiles, préparation de laine...) constituent également une source importante de pollution

3.1 LES CONTAMINANTS METALLIQUES

❖ Pollution par les métaux lourds

Dans le milieu aquatique, les métaux lourds peuvent se présenter sous diverse formes physiques (particulaires, dissoutes) et chimiques (organiques, minérales). Afin d'évaluer la biodisponibilité du métal, il est nécessaire de connaître sa spéciation c'est-à-dire sa distribution vis-à-vis de ses différentes formes physico-chimiques. Parmi les métaux lourds très toxiques que l'on peut trouver accidentellement dans l'eau, on distingue le plomb, le cadmium, le cyanure, l'arsenic, le chrome, le nickel, l'antimoine, et sélénium. **(Renard, 2002).**

Les principales sources émettrices de ces métaux lourds sont les industries d'extractions minières et les fonderies, les industries de transformation (métallurgie, galvanoplastie...), les usines d'incinérations et le secteur agricole (les engrais phosphatés). **(Renard, 2002).**

3.2 LES METAUX LOURDS

Les métaux lourds sont des éléments de la classification périodique formant des cations en solutions, d'un point de vue purement chimique. Le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments),

caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g/cm³, d'un point de vue physique. (Adriano, 2001).

Les métaux lourds sont des polluants particulièrement toxiques pour la santé humaine. Ils sont présents dans l'environnement marin sous différentes formes chimiques, qui résultent d'équilibres entre les ions métalliques et les complexes organiques et ioniques. (Duquesne, 1994).

3.2.1 LES SOURCES DES METAUX LOURDS DANS L'ENVIRONNEMENT

Les métaux lourds sont naturellement présents dans la croûte terrestre. Le développement industriel, agricole et urbain est à l'origine d'une augmentation des éléments traces métalliques dans l'atmosphère (Le Goff et Bonnomet, 2004).

Ces derniers peuvent provenir de plusieurs sources d'origine naturelles ou anthropiques :

❖ Les sources naturelles :

Les métaux lourds se trouvent dans tous les écosystèmes naturels et à tous les niveaux, dans le milieu aquatique, dans les roches et chez la communauté animale et végétale. Parmi les importantes sources naturelles : les activités sismiques et volcaniques, l'érosion, les incendies de forêts, les rivières et fleuves, le lessivage des sols et l'altération des continents. (Selka, 2015).

❖ Les sources anthropiques :

Parmi les activités qui contribuent à l'apport des concentrations des métaux lourds dans l'environnement : les activités pétrochimiques, l'utilisation de combustibles, le transport l'incinération des déchets, les déchets urbains, agricoles et industriels, l'activité minière. (Monna, 2008).

4 LES METAUX ETUDIÉS

4.1 LE PLOMB (P B)

C'est un élément chimique métallique, dont le corps simple est un métal gris bleuâtre, mou et ductile. Il est un mauvais conducteur d'électricité, très dense 11,34, fond à 238°C et bout à 1740°C. Il s'agit d'un métal lourd, très toxique pour les êtres vivants en particulier pour les vertébrés homéothermes. (Ramade, 2000).

Sous forme dissoute, les espèces dominantes dans l'eau de mer par exemple sont PbCO₃, PbCl₂ ou PbCl⁺. Cette répartition ne prend pas en compte la matière organique dissoute et le fait que le plomb, dans l'eau de mer, se trouverait essentiellement sous forme de

complexes organiques labiles. De même que pour le mercure, le plomb peut-être méthyle par les bactéries dans les sédiments, mais ce phénomène revêt une moindre importance. **(Belabed, 2010)**.

Aussi, le plomb présente une forte affinité pour la matière particulaire. A peine 10 % du plomb se trouve sous cette forme dans l'océan. L'adsorption du plomb sur la matière particulaire est fonction du pH et augmente avec ce dernier. **(Belabed, 2010)**.

Dans l'air, les émissions de plomb provenant de poussières volcaniques véhiculées par le vent sont reconnues d'importance mineure. Les rejets atmosphériques sont principalement anthropiques.

Les apports de plomb à l'océan se font majoritairement par voie atmosphérique, la source principale étant encore à l'heure actuelle la combustion des carburants automobiles. Dans les sédiments, le plomb peut être remis en solution par dégradation aérobie de la matière organique particulaire à laquelle il est associé. Cette solubilisation s'observe également en sub-surface par dissolution des oxydes de fer et de manganèse. **(Marchand et Kantin, 1997)**.

4.2 LE CUIVRE (CU)

Le cuivre est un métal rouge bleuâtre, ductile et malléable possédant une excellente conductivité électrique et thermique, c'est aussi un oligo-élément essentiel entrant dans la constitution de divers enzymes. **(Gaujous, 1995)**.

Le milieu environnemental le plus exposé au cuivre est le sol : 97 % du cuivre libéré dans l'environnement s'y retrouve contre seulement 3 % dans les eaux et 0,04 % dans l'air. Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal. Il est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, notamment pour la formation d'hémoglobine et la maturation des polynucléaires neutrophiles. De plus, il est un cofacteur spécifique de nombreuses enzymes et métalloprotéines de structure intervenant dans un métabolisme oxydatif, la respiration cellulaire, la pigmentation **(OMS.IPCS, 1998)**.

Il a une importance capitale dans l'entretien des processus biologiques. Chez les mollusques, le sang renferme un pigment respiratoire à base de cuivre, l'hémocyanine.

Le cuivre est présent dans l'environnement de manière ubiquiste. Sa concentration dans l'écorce terrestre est estimée à environ 70 mg/kg. Le transport par le vent des poussières de sol, les éruptions volcaniques, les décompositions végétales, les feux de forêts et les aérosols marins constituent les principales sources naturelles d'exposition **(Atsdr, 1990)**.

Le Cuivre est un métal très employé à cause de ses propriétés physiques et de sa conductibilité électrique et thermique :

- Il est utilisé dans la métallurgie, dans la fabrication des alliages de Bronze (avec Etain), de Laiton (avec le Zinc) ou de joaillerie (avec l'Or et l'Argent).
- Il est très largement utilisé dans la fabrication de matériels électriques (fils, enroulements de moteurs, transformateurs), dans la plomberie, dans les équipements industriels, dans l'automobile et en chaudronnerie (**Casas, 2005**).et dans la fabrication de canalisation d'eau et de gaz, et aussi en industrie pharmaceutique.
- il est utilisé comme antiseptique à usage externe, facteur nutritif pour les animaux (gluconate, carbonate basique) (**Baruthio, 1991**).
- L'acétate de cuivre est utilisé comme catalyseur, notamment dans la fabrication de caoutchouc, comme pigments pour les céramiques et lesteintures, comme insecticide et comme fongicide.

4.3 LE ZINC (ZN)

Le zinc est un élément chimique métallique, bleuâtre, insoluble dans l'alcool et les acides, il est fragile aux températures ordinaires, mais devient malléable entre 120°C et 150°C, il fond vers 420°C. Il s'agit d'un oligo-élément indispensable au développement de la vie, son utilisation est variable et multiple ; une grande partie de la pollution provient de la métallurgie.

Sa toxicité pour les organismes marins n'est pas prouvée, sauf à de fortes concentrations, il agit sur la reproduction des moules et la croissance larvaire. Le zinc est très souvent associé au plomb et au cadmium dans les minerais, avec une teneur variant de 4 à 20 %. Le minerai principal est la blende, sulfure de zinc (Zens). Il s'agit d'un oligo-élément indispensable au développement de la vie. (**Rodier, 1996**).

Le zinc est principalement utilisé pour les revêtements de protection des métaux contre la corrosion (galvanoplastie, métallisation, traitement par immersion). Il entre dans la composition de divers alliages (laiton, bronze, alliages légers). Il est utilisé dans la construction immobilière, les équipements pour l'automobile, les chemins de fer et dans la fabrication de produits laminés ou formés. Il constitue un intermédiaire dans la fabrication d'autres composés et sert d'agent réducteur en chimie organique et de réactif en chimie analytique. (**Belabed, 2010**).

Le zinc a tendance à s'accumuler dans les horizons de surface (**Baize, 1997**).

La teneur en zinc total est fortement influencée par la teneur en argile du sol. Il entre naturellement dans l'atmosphère à partir du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins.

Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments), en particulier comme coenzyme (Casas, 2005). Il assure le bon fonctionnement de plus de 200 enzymes de l'organisme. Comme le cuivre, le zinc est un métal essentiel, nécessaire à la vie d'un grand nombre d'organismes, en quantité généralement faible.

Le zinc est l'un des oligo-éléments les plus abondants chez l'homme (besoins 15 mg/jour). **(Belabed, 2010).**

Il intervient au niveau de la croissance, du développement osseux et cérébral, de la reproduction, du développement fœtal, du goût et de l'odorat, des fonctions immunitaires et de la cicatrisation des blessures. **(NAS/NRC, 1989).**

Sa toxicité pour les organismes aquatiques n'en fait pas un contaminant prioritaire, bien qu'il agisse, à de fortes concentrations, sur la croissance des larves et la reproduction des moules. Il provoque diverses lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et les poissons. Il retarde également la croissance et perturbe la reproduction de ces derniers. **(Ramade, 2000).**

L'exposition au Zinc de longues périodes peut entraîner des anémies, en particulier en association avec une déficience en Cuivre. **(Leblanc et al, 2004).** La présence de Cuivre dans le l'eau de mer semble produire un effet de synergie sur la toxicité du Zinc, dont ce dernier métal avec le Cadmium sont, en général, considérés comme antagonistes **(Asso, 1982).** Et leur présence simultanée réduit la toxicité du Zinc.

4.4 LE CADMIUM (CD)

C'est un métal blanc argenté ayant des propriétés physiques proches de celle du Zinc. Anciennement appelé Carbonate de Zinc. Il fond à 320,9 °C et bout à 767 °C. Lors de l'ébullition du cadmium, il se dégage des vapeurs jaunes toxiques **(Sinicropi et al, 2010).**

Il est ductile (résistance à l'étirement), malléable (résistance à l'aplatissement) et résiste à la corrosion atmosphérique, ce qui en fait un revêtement de protection pour les métaux ferreux. Dans la nature, le cadmium n'existe pas à l'état natif. C'est un élément relativement rare quise rencontre en tant que constituant mineur dans divers minerais, son minerais est un sulfure, la Greenockite (CdS). **(Rodier, 1996).**

Le cadmium est un métal dangereux pour les organismes car il a une demi-vie biologique très longue (16 à 33 ans) qui se traduit par une accumulation dans les organes **(Guthrie et perry, 1980).** L'état prédominant du cadmium est Cd.

Le cadmium libère dans l'atmosphère est rapidement oxydé en CdO, puis il en est ôté des précipitations ou par des retombées sèches directes. **(Dermeche ,1998).** Élément symbole

Numéro atomique(Z) Masse Atomique Masse volumique (g /Cm³) Cadmium Cd 48 112,4 8,7
Les usages de cadmium se situent principalement en électricité (accumulateurs), en électronique, en métallurgie (traitement des surfaces par cadmiage) et dans l'industrie des matières plastiques (stabilisateur de polymères). (**Ramade, 1992**). Il est utilisé aussi pour la fabrication des bâtons de soudure, fabrication des accumulateurs électriques, l'industrie atomique, pigment pour peintures et production d'engrais phosphatés. (**Lauwery, 1982**). Le cadmium rejeté dans l'atmosphère provient de sources naturelles et anthropiques.

Le cadmium présent dans la croûte terrestre peut être dispersé dans l'air par entraînement de particules provenant du sol et par les éruptions volcaniques. Cependant, les activités industrielles telles que le raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejet atmosphérique. (**Casas et al, 2005**). Et aussi par les engrais chimiques. (**Gaujous, 1995**).

Dans l'eau, le Cadmium provient de l'érosion naturelle, du lessivage des sols (engrais phosphatés) ainsi que des décharges industrielles et du traitement des effluents industriels et des mines. (**Bendada, 2011**).

Le cadmium existe sous forme dissoute, colloïdale et particulaire dans les eaux marines. Le cadmium a un effet bio-accumulatif, il agit sur l'Homme par le blocage des groupements thiols, ce qui entraîne une inhibition de la respiration cellulaire et d'un certain nombre de système enzymatiques fondamentaux. (**Dermeche, 1998**).

Le Cadmium fait également partie des métaux lourds les plus dangereux. Même à de faibles concentrations, il tend à s'accumuler dans le cortex rénal sur de très longues périodes (50 ans) où il entraîne une perte anormale de protéines par les urines (protéinurie) et provoque des dysfonctionnements urinaires chez les personnes âgées. (**Casas, 2005**).

Contrairement à de nombreux métaux, le cadmium n'a aucun rôle métabolique connu et ne semble pas biologiquement essentiel ou bénéfique au métabolisme des êtres vivants. Il remplace parfois le Zn dans des systèmes enzymatiques carencés en Zn chez le plancton. (**Price et Morel, 1990 ; Lane et Morel, 2000**)

En milieu aquatique, le cadmium est absorbé à raison de 2/3 à 3/4 sur les matières en suspension, il est rapidement transféré aux sédiments puis absorbé par les organismes vivants sur la vase.

4.5 TOXICITE DES METAUX LOURDS

Les métaux lourds sont des éléments chimiques qui ont un poids spécifique (une mesure de la densité) au moins cinq fois de celle de l'eau. Les métaux lourds les plus souvent impliqués dans l'empoisonnement de l'homme sont : le plomb, le mercure, l'arsenic et le cadmium. Certains métaux lourds, tels que le zinc, le cuivre, le chrome, le fer et le manganèse, sont requis par le corps en petites quantités, mais ces mêmes éléments peuvent être toxiques en grande quantité.

L'exposition aux métaux lourds est potentiellement dangereuse, en particulier les composés métalliques qui n'ont aucun rôle physiologique dans le métabolisme cellulaire.

Métaux par l'eau ou des aliments peut modifier le métabolisme d'autres éléments essentiels tels que Zn, Cu, Fe et Se. Au cours des dernières décennies, les concentrations des métaux lourds ont augmentés de manière significative, pour atteindre les niveaux les plus élevés jusqu'à plusieurs microgrammes par litre dans les régions fortement peuplées, telles que le nord-ouest de la mer Méditerranée.

La plupart des métaux lourds peuvent créer des complexes avec les particules organiques, de sorte que leur accumulation dans les organismes benthiques est généralement associée à la teneur en matière organique. Généralement les métaux et leurs composés interfèrent avec les fonctions du système nerveux central, le système hématopoïétique, le foie et les reins. Récemment, la plus grande attention est donnée aux composés métalliques qui ont des effets toxiques à des faibles niveaux d'expositions.

Acide sulfurique :

L'acide sulfurique pur est un liquide huileux incolore, inodore, hygroscopique qui se colore en jaune brun en présence d'impuretés. Il est miscible à l'eau. La dissolution dans l'eau ou dans un mélange eau-alcool s'accompagne d'un grand dégagement de chaleur et d'une contraction du liquide (voir aussi Propriétés chimiques). On trouve, dans le commerce, l'acide sulfurique à diverses concentrations ; l'acide sulfurique concentré est aux environs de 98 %, l'acide sulfurique pour les batteries a une concentration de 33 à 34 %. L'acide sulfurique fumant ou oléum résulte de la dissolution en proportions variables de trioxyde de soufre dans l'acide sulfurique. Les oléums sont des liquides denses et visqueux rappelant l'huile, incolores ou plus ou moins colorés en brun selon leur degré de pureté. Ils émettent à température normale des fumées blanchâtres et lourdes, d'odeur piquante et pénétrante.



Figure I. 1 : Fuite d'acide sulfurique sur le sol (port Ghazaouet).

Figure I. 2: Le stockage de bitume.

4.6 SECURITE

L'acide concentré et l'oléum réagissent avec l'eau en dégageant une grande chaleur. C'est pour cela qu'en milieu industriel, une dilution d'acide se fait toujours sous refroidissement. Il en est de même au contact avec la peau ce qui peut provoquer de graves brûlures. Il faut verser l'acide dans l'eau et non l'inverse : notamment parce que la densité de l'eau est moindre que celle de l'acide sulfurique, la faisant ainsi flotter au-dessus de l'acide et l'eau en plus grande quantité au départ de la dilution sert à dissiper la chaleur. Dans l'autre sens, l'exothermie peut faire bouillir subitement l'eau versée sur l'acide, ce qui cause des projections d'eau et d'acide très dangereuses.

L'inhalation de fumées et brouillards d'acide peut causer des lésions à long terme. La réglementation américaine et française limite à $1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ la concentration moyenne admissible pendant un poste de travail.

L'acide sulfurique est ininflammable, mais à des concentrations inférieures à 75 %, il réagit avec l'acier carbone et d'autres métaux en dégageant du dihydrogène qui, lui, est combustible.

Les épandages d'acide sulfurique peuvent être dilués avec une grande quantité d'eau, tandis que ceux d'oléum seront de préférence traités par un absorbant solide (argile).

L'acide sulfurique réagit avec des sulfures en libérant du sulfure d'hydrogène gazeux très toxique.

5 BITUME

Le bitume est une substance composée d'un mélange d'hydrocarbures, très visqueuse (voire solide) à la température ambiante et de couleur noire.

Industriellement les bitumes sont fabriqués à partir de pétrole brut d'où l'on extrait, au préalable, les fractions les plus légères. De la partie restante, constituée par des huiles visqueuses, on sépare le bitume avec la dureté désirée. Certaines variétés sont préparées à partir d'une matière de charges craquées, d'autres sont obtenues par oxydation « soufflage ».

Dans le langage courant, on le confond souvent avec le goudron d'origine houillère, ou avec l'asphalte dont il n'est qu'un composant.

Plus généralement, le bitume désigne tout mélange d'hydrocarbures extraits du pétrole par fractionnement qui, sous forme pâteuse ou solide est liquéfiable à chaud et adhère sur les supports sur lesquels on l'applique.

Le bitume, connu depuis la plus haute Antiquité sous forme naturelle, provient, de nos jours, presque exclusivement de la distillation des pétroles bruts.

Ses qualités physiques et chimiques en ont fait un matériau de toute première importance.

Il possède un grand pouvoir agglomérant car il adhère à la majorité des matériaux usuels : pierre, béton, bois, métal, verre.

5.1 TOXICITE

Sa concentration naturelle est de 0.015 mg/l dans l'eau de mer. L'origine de la pollution due à des émissions provenant des activités humaines est diverse. Essentiellement, elle a pour origine les fonderies de la métallurgie et les incinérateurs d'ordures. Puis viennent les peintures réalisées avec des composés de sulfates et de plomb basique, certains insecticides et le gainage en alliage de plomb polluent également le milieu en plomb.

Toutes émissions confondues la décharge totale de plomb dans l'eau est de 3.8 millions de kg.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE TLEMCCEN

La ville de Tlemcen, se situe au Nord-Ouest du pays à la frontière AlgéroMarocaine et occupant l'Oranie occidentale, elle est centrée sur le Chef-lieu, elle occupe une position éminemment stratégique. En effet, elle s'étend sur une superficie de 9017,69 km², située à environ 800 m d'altitude limitée par les cordonnées (longitude, latitude) suivantes :

- longitude : 1°16'12'' et 1°22'58'' Ouest,
- latitude : 34°47'52'' et 34°52'58'' Nord.

La ville de Tlemcen s'étale sur le versant septentrional des monts de Tlemcen, l'un des chaînons de l'Atlas Tellien dans sa terminaison occidentale extrême (A.S.P.E.W.I.T., 2008) ;

Limitée géographiquement :

- Au Nord par la mer méditerranée ;
- Au Nord-Est par la wilaya d'Ain Témouchent.
- A l'Est par la Wilaya de Sidi Bel-Abbès.
- A l'Ouest par le Royaume du Maroc.
- Au sud par la wilaya de Naama.



Figure II. 1: carte géographique de Tlemcen.

1Cm

1.1 PRESENTATION DE LA REGION DE GHAZAOUET

1.1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de Ghazaouet est située au Nord-Ouest de la Wilaya de Tlemcen. Elle se situe dans la partie méridionale des Monts des Traras. Elle constitue avec Beni-Saf l'armature maritime de la région extrême Ouest Algérienne. Son relief est formé principalement par la vallée de Ghazaounah encadré par des falaises abruptes où surplombant les replats d'Ouled Ziri, Argoub et Sidi Amar. Elle s'étend sur une superficie de 2735 ha (27,35 km²). Son périmètre urbain actuel se confond presque avec ses limites administratives.

Elle est délimitée :

- Au Nord par la mer Méditerrané.
- Au Sud par la commune de Tient.
- A l'Est par la commune de Yaghmoracen.
- A l'Ouest par la commune de Souahlia.

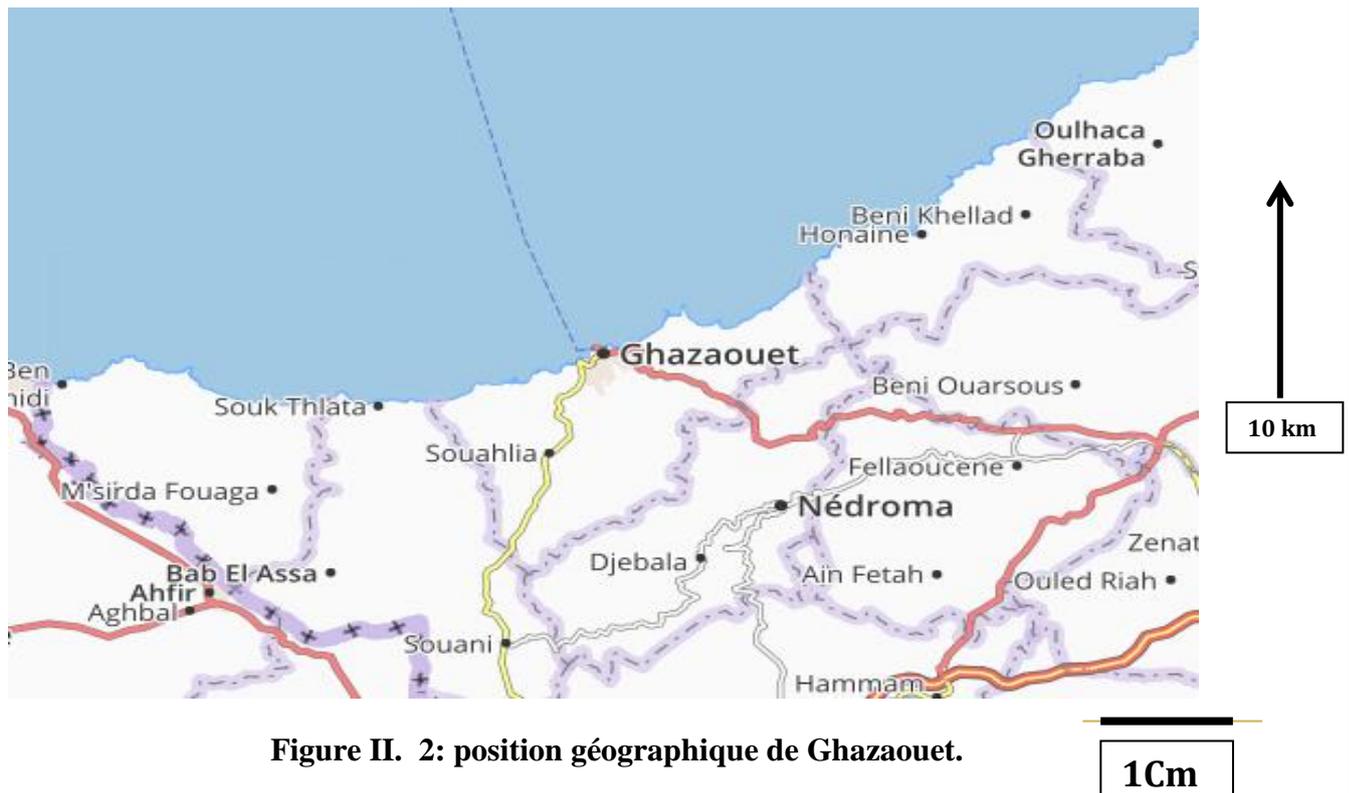


Figure II. 2: position géographique de Ghazaouet.

1.1.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE GHAZAOUET

La ville de GHAZAOUET est située sur la côte méditerranéenne, dans la frange nord orientale des Traras, à 80 km de Tlemcen, chef-lieu de la Wilaya. Le strict territoire de la

commune, qui couvre une superficie de 28 km², est l'un des moins étendus de la Wilaya. Les coordonnées du centre de la ville (Feuille n°238 de la carte topographique générale de l'Algérie au 1/50 000ème) sont :

- **X : 103,65**
- **Y : 217,35**
- **Z : 10,00**

➤ Les coordonnées géographiques du port de GHAZAOUET sont

- **01°52'00" W**
- **35°06'00" N**

La ville est située dans un secteur accidenté, avec des pentes fortes, qui atteignent 10 à 15 %. Elle s'est développée de part et d'autre de deux oueds El Ghazaoua (ex. El Marsa) et El Ayadna qui prennent leur source à 1 136 m d'altitude dans le Djebel Fillaoucène (massif montagneux des Travas).

1.1.3 MILIEU PHYSIQUE

Le port de Ghazaouet est un port mixte (commerce et pêche). Il est situé à environ 111 miles du port espagnol d'Almeria. Sur le plan physique le port de Ghazaouet offre :

- Un plan d'eau de 25 hectares réparti sur 4 bassins
- Une darse de pêcheurs de 1 ha, avec 73 cases de pêcheurs.
- 05 môles.
- 10 quais totalisant une longueur de 1679 ML.
- Un terre-plein de 23 ha dont 960 m² couverts.
- Des postes à quais spécialisés.
- 01 port sec à 2.5 km à l'Est du port d'une superficie de 2.3 ha. dont 6000 m² en espaces
- couverts avec toutes les commodités (réseaux éclairage, clôture et poste de garde, totalement revêtu

Le port commercial de Ghazaouet a été réalisé en trois phases :

- La construction de port, de 1908 à 1931.
- La réalisation de deux bassins, de 1932 à 1939.
- L'extension du port vers l'ouest, de 1953 à 1958.

1.2 HYDROLOGIE

Les cours d'eau qui débouchent sur la côte de Ghazaouet sont principalement :

- Oued Ghazaouana passant au centre de la ville, il est considéré comme le plus grand oued de la région.
- Oued Abdellah, se situe vers l'Ouest de la ville, il débouche dans la petite plage dite du premier ravin".

Plus de la moitié du bassin hydrographique est constitué de roches peu ou pas perméables (granite, marne, schiste). Le faible couvert végétal, combiné aux fortes pentes, favorise le ruissellement, ce qui a plusieurs conséquences directes :

- une très importante quantité d'eau douce est perdue en transitant rapidement vers la mer à chaque crue,
- la réalimentation des nappes concerne d'abord et principalement la nappe des alluvions,
- le fort ruissellement se traduit par un risque élevé d'érosion et d'inondation, avec de très forts risques d'engorgement des réseaux lors des pics pluviométriques. L'évolution climatique récente, marquée par une phase de sécheresse, a renforcé le caractère temporaire de l'essentiel du réseau hydrographique, qui n'est actif que de façon intermittente.

Le bassin de GHAZAOUET couvre 285 km² dont 92 pour l'Oued Tléta et 158 pour l'Oued Talma. Il est situé dans la tranche 300 à 500 mm de la carte des moyennes pluviométriques établie par l'ANRH.

La hauteur d'eau ruisselée et infiltrée a été estimée à environ 175 mm/an répartir entre Novembre et Avril. Les statistiques sur les pluies ont montré une forte irrégularité. Les estimations faites sur les hauteurs d'eau infiltrées montrent que cette hauteur d'eau sera inférieure à 57 mm une année sur dix est supérieur à 280 mm avec la même fréquence (la médiane s'établissant à 140 mm]

Les bassins versants :

Trois oueds drainent la région de GHAZAOUET :

- 1) l'oued Ghazouana (anciennement appelé Oued El Marsa),
- 2) l'oued Abdellah à l'ouest de GHAZAOUET,
- 3) Oued el Ayadna en provenance du massif montagneux des Traras, il est plus petit que les autres oueds. (A.N.A.T, 2000).

1.3 CLIMATOLOGIE

Le climat est un élément très important du milieu naturel, il agit directement comme facteur écologique. Le climat de Ghazaouet est influencé par plusieurs paramètres :

- Son exposition découverte au nord sur le littoral.
- Sa position abritée par les monts de traras. (P.D.A.U ,1996)
- Le climat de la région d'étude est typiquement méditerranéen, où se trouve essentiellement l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par un hiver tempéré et un été plus ou moins sec.

La période pluvieuse est courte et froide elle s'étale d'octobre à mars, et est caractérisée par l'irrégularité pluviométrique .La période sèche est longue, caractérisée par le manque des précipitations et les fortes chaleurs. Elle peut aller jusqu'à 7 à 8 mois.

1.4 COURANTOLOGIE

La mer Méditerranée est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, située entre l'Europe, l'Afrique et l'Asie et qui s'étend sur une superficie d'environ 2,5 millions de kilomètres carrés. Son ouverture vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar est large de seulement 14 kilomètres. Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une « mer au milieu des terres », en latin mare méditera. (DOGLIOLI, 2010).

Les travaux entrepris par MILLOT en 1987 montrent que la partie occidentale de la Méditerranée présente deux principaux courants : le courant du Nord et le courant Algérien.

1.5 SANTE

La ville de GHAZAOUET dispose (31/12/2003) dans le domaine public d'un hôpital de 159 Lits, de 12 médecins spécialistes, de 28 médecins généralistes, de 9 chirurgiens-dentistes, d'un pharmacien et de 92 infirmières diplômées d'Etat.

Le secteur privé de la santé comprend au 31/12/2003 : 12 médecins spécialistes, 39 médecins généralistes, 14 Chirurgiens-dentistes et 21 pharmaciens. Les statistiques de santé font apparaître pour l'année 2003 :

- Un nombre de personnes hospitalisées en médecine en 2003 (hors maternité) de 895, soit 17 % du total comptabilisé à l'échelle de la Wilaya,
- Un nombre de jours d'hospitalisation en médecine en 2003 de 5 425, soit 14 % du total comptabilisé à l'échelle de la Wilaya,
- Un nombre de consultations de 191 820, soit 12% du total comptabilisé à l'échelle de la Wilaya. Compte tenu de la population de la ville de GHAZAOUET (4% de la population de la Wilaya), ces chiffres peuvent apparaître élevés mais plusieurs éléments doivent être pris en compte pour l'interprétation de ces données.

L'hôpital de GHAZAOUET draine des patients provenant d'autres localités voisines. Si l'on considère que l'établissement hospitalier draine la quasi-totalité du groupement de

communes (soit environ 80 000 habitants ou encore 8,5% de la population totale) les écarts à la moyenne arithmétiques sont significativement plus faibles sur les indicateurs considérés.

2 LES ACTIVITES HUMAINES DANS LA REGION DE GHAZAOUET

2.1 LE PORT DE GHAZAOUET

Le port de Ghazaouet est un port mixte (commerce et pêche). Il est situé à environ 111 miles du port espagnol d'Almeria. Il est caractérisé par une surface pleine très importante, 23 ha de terre-pleins et 25 ha de plan d'eau (dont une darse de pêcheurs de 1 ha) avec 73 cases de pêcheurs.

Le port commercial de Ghazaouet a été réalisé en trois phases : La construction de port, de 1908 à 1931

- La réalisation de deux bassins, de 1932 à 1939
- L'extension du port vers l'ouest, de 1953 à 1958

Entreprise	Date de mise en service	Localisation	Type de production	Type de pollution
Alzinc	1974	Ghazaouet	Zinc	Solide –liquide –gazeux
Ceramig	1977	Ghazaouet	Ceramique	Solide
Sobrit	1974	Ghazaouet	Brique	Solide

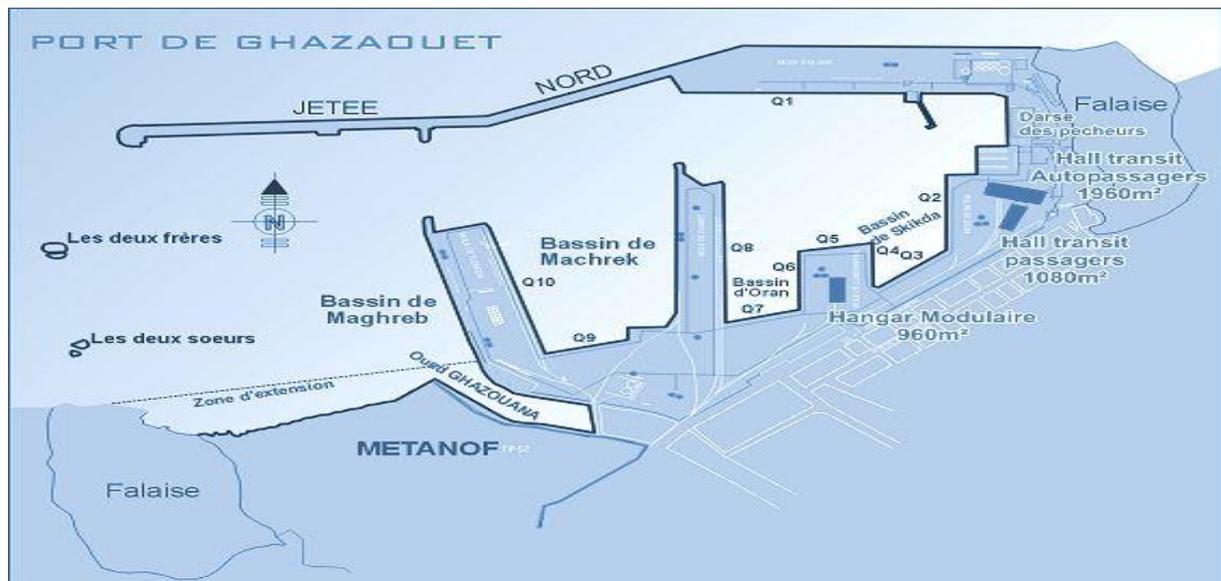


Figure II. 3: Plan de Ghazaouet.



Figure II. 4: Port de Ghazaouet.



Figure II. 5: Oued de Ghazouanah.

2.2 PLAGE DU PORT (GHAZAOUET)

La plage du Port dite «Chetiet » est une plage mitoyenne au port de Ghazaouet, au niveau de centre-ville de Ghazaouet. Elle s'étend sur une longueur moyenne de 250 m et de 100 m de largeur. Elle est comprise entre le port de Ghazaouet du côté Ouest et l'usine Alzinc du côté Est. Cette plage est remplie d'une vallée de l'Oued Ghazaounah, c'est une plage non autorisée à la baignade. Elle possède deux accès la première difficile au bord de l'Oued Ghazaounah et le deuxième accès facile et interdite aux travailleurs du port. En raison de sa mitoyenneté entre l'usine Alzinc d'une part et d'autre part le port de Ghazaouet et l'Oued Ghazaounah la plage du port constitue le milieu récepteur de déchets domestiques et les rejets des eaux usées ce qui a engendré la pollution des eaux de la plage. Dans les années 1960, c'était une plage autorisée à la baignade et elle avait un nom « ciné plage ». Elle contenait plusieurs installations : salle de cinéma, des restaurants, un espace pour le stationnement des véhicules « parking » et était également plage touristique. Mais avec le temps et à cause de la pollution et l'Oued Ghazaounah, il est devenu plage non autorisée à la baignade. Mais c'est une plage très appréciée des habitants de la ville de Ghazaouet.

2.3 LES APPORTS DES REJETS URBAINS AU MILIEU MARIN

Le milieu marin de Ghazaouet reçoit les eaux résiduaires industrielles recyclées en provenance de l'unité d'électrolyse de zinc à raison de 3.5m³ /heure (D.P.R.H.T, 2004). Ces rejets chargés en métaux lourds, sont déversés dans le milieu marin et ils ont participé à la contamination de la vase du fond, aggravée par le stockage sauvage des déchets de lixiviation de zinc sur la falaise surplombant la mer et l'usine (D.P.R.H.T, 2004)

Les rejets urbains sur le golfe de Ghazaouet apportent plusieurs éléments au milieu marin :

- 1) Apport de macro déchets dans la mer (plastique, verre, boîte métalliques) Lors des épisodes pluvieux liés à la présence permanente de ces déchets dans les oueds.
- 2) Apport de matière organique et particulaire dans les sédiments.
- 3) Apport d'hydrocarbures.
- 4) Apport de substances nutritives (N et P).
- 5) Apport des métaux lourds d'origine anthropique (Zn,Pb, Cu...etc.).
- 6) Apport de sable ou d'argile lors des épisodes de pluie ou de crues (M.A.T.E, 2007).

3 DESCRIPTION DE LA ZONE INDUSTRIELLE D'ALZINC

L'entreprise est située à Ghazaouet dans l'ouest de l'Algérie juste au bord de la mer cette situation géographique a été choisie pour tenir compte des conditions suivantes :

- Faciliter les opérations d'importation et d'exportation :
 - Par voie maritime
 - Par voie ferroviaire La proximité de l'eau de mer pour le refroidissement
 - La zone industrielle d'Al zinc est l'unique producteur du zinc électrolytique au monde arabe et le deuxième en Afrique après l'Afrique de sud.
 - C'est un pôle industriel de très grande dimension à vocation industrielle (Kebir, 2012).

Le complexe d'ALZINC La région de Ghazaouet, présente un tissu industriel plus ou moins diversifié, représenté essentiellement par l'unité ALZINC (Société Algérienne de Zinc) qui est une filiale de l'entreprise METANOF. Cette unité a pour objet, la production et la commercialisation du zinc et de ses alliages, de l'acide sulfurique, du cuivre cathodique.



Figure II. 6 : Usine d'Alzinc Ghazaouet.

4 PRINCIPAUX REJETS DE L'UNITE ALZINC

4.1 REJETS LIQUIDES

L'ensemble des rejets liquides provenant du complexe sont déversés dans un réseau de collecte composé de deux caniveaux qui aboutissent à la mer. Ces rejets sont composés des eaux de lavage, de refroidissement, de fonctionnement. Les déchets de type huiles usagées sont en grande partie stockées dans des fûts et remises à Naftal, pour leur recyclage éventuel.

4.2 REJETS ATMOSPHERIQUES

Les principaux rejets gazeux vers l'atmosphère sont identifiables principalement au niveau de l'unité d'acide sulfurique quand il y a une mauvaise conversion de SO_2 ou durant des arrêts et redémarrages de cette unité. Ces rejets se produisent lors de la production de zinc selon le procédé d'électrolyse et sont composés de D Poussières contenant du Zinc et du Cadmium provenant du procédé de fonte des cathodes LI Poussières contenant des métaux lourds provenant du maniement des matières premières et du produit de grillage LI Des aérosols, contenant du Zinc, du Cadmium et de l'acide sulfurique provenant du traitement des résidus. D Du gaz perdu, contenant de l'anhydride sulfurique (H_2SO_3) provenant de la production d'acide sulfurique (D.E.T, 2004).

4.3 REJECTS SOLIDS

Près de 500.000 tonnes de boues de lixiviation de zinc sont stockées sauvagement sur des falaises surplombant la mer, 20,000 t/an continuent d'être produites. Plus de 8000 tonnes de boues cuivriques, ont été recyclés en 2004 au sein de l'usine pour la fabrication de cuivre. Des résidus de Thallium, hautement toxiques, provenant de l'atelier de cadmium, ont été stockés au sein de l'usine dans deux cuves souterraines à ouverture par trappes, d'une contenance de 1 mètre cube chacune. (D.E.T, 2004)

CHAPITRE III :

DIAGNOSTIQUE SUR L'EFFET DE LA POLLUTION SUR L'ENVIRONNEMENT

1 INTRODUCTION

Les problèmes environnementaux sont un des défis les plus importants dont l'humanité est confrontée dans le monde d'aujourd'hui, parmi tant d'autres problèmes. La pollution est diffusée partout, vous en étendez parler en permanence, mais qu'est-ce que la pollution environnementale ? Il existe plusieurs types de pollution environnementale qui entourent l'environnement : la pollution de l'air, l'eau, la terre, les nuisances sonores, la radioactivité, la pollution thermique, et lumineuse. Alors que certaines peuvent avoir un impact insignifiant il y en a d'autres qui peuvent avoir un effet grave sur la population. La pollution de toute nature est nuisible pour les humains et d'autres organismes vivants comme les plantes, les animaux etc. Pendant des années, les chercheurs se sont concentrés et ont étudié l'influence de la pollution sur la santé des humains. De nombreux résultats des études prélevés sur les sites fortement pollués du monde entier indiquent les impacts possibles sur la santé des niveaux élevés de la pollution environnementale. La corrélation entre ces deux derniers est inévitable. L'air, l'eau et la pollution des sols, particulièrement, sont les principaux dangers environnementaux qui représentent de grands risques pour les organismes vivants, en particulier sur la santé humaine.

2 ACTIVITE INDUSTRIELLE ALZINC

- La société Algérienne de zinc a été créée le 24 mai 1998 suite à la restructuration du secteur industriel.
- Elle a pour objet conformément à ses statuts, la production et la commercialisation du zinc et de ses alliages (Zamak), de l'acide sulfurique et du cuivre cathodique.
- L'unique producteur de zinc électrolytique dans le monde arabe.
- Le zinc produit est de qualité S.H.G. (Spécial High Grade, soit une pureté de 99,995% de zinc) ; et est enregistré à la bourse de LONDRES des Métaux, LME (London Metal Exchange).

Production d'ALZINC La capacité de production annuelle de l'usine se chiffre à 36 850 tonnes de zinc lingot et alliage de zinc, et 60 000 tonnes d'acide sulfurique.

L'entreprise est dotée d'un capital de 855.000.000 DA ; elle se compose de plusieurs ateliers. Elle emploie 480 personnes qui contribuent à réaliser la production de zinc. Les ventes de ces produits fabriqués sont essentiellement destinées à l'exportation (20 à 30%) sert à la certification de la demande nationale. Secteur d'Activité : Hydrométallurgie du Zinc Conformément à ses statuts, ALZINC produit et commercialise :

- Le Zinc Électrolytique de type SHG (Spécial High Grade).
 - Zinc lingot de 25 kg.
 - Zinc Jumbo de 02 Tonnes, pré aluminé, pré plombé.
 - Alliages de zinc (zamak 3 et zamak 5).
 - Anodes pour protection cathodique.
 - Acide sulfurique concentré à 98%.
 - Cuivre électrolytique en cathodes de 100 à 160 kg teneuses 99.98% Minimum.
 - Outre le zinc tous les autres éléments sont des sous-produits
- **Acide sulfurique** (72 000 tonnes) : L'usine dispose de 7 Tanks de stockage d'acide sulfurique d'une capacité de 18000 tonne.
- **Cuivre cathodique** (150 tonnes) : la production de cuivre s'obtient par électrolyse « Plaque de cuivre cathodique ».
- Processus Grillage Pour produire du zinc le complexe d'ALZINC utilise comme matière première du Concentré du Zinc contenant en moyenne 54% à 60% de zinc, 32% de soufre, 6% de fer, 1% à 2% de plomb, 3% de SiO₂ et une quinzaine d'autres éléments dont les teneurs sont inférieures à 0,5%.
 - Processus Acide L'opération suivante consiste à envoyer le SO₂ vers une tour de catalyse où il est oxydé en SO₃ en présence de pentoxyde de vanadium (V₂O₅) (catalyseur) selon la réaction suivante :
- $$\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ -----} > \text{SO}_3 + \text{calories (1)}$$
- $$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \text{ -----} > \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (2)}$$

2.1 LIXIVIATION

La calcine est mise en solution dans l'acide sulfurique, cette opération est appelée lixiviation. La réaction donne une solution de sulfate de zinc qui après purification alimentera les halles de l'électrolyse. . -Purification La solution de sulfate de zinc provenant de la lixiviation et encore impure et est purifiée en deux étapes successives ; D'abord a lieu la cémentation du cuivre, ensuite celle du cobalt et de cadmium. Ces éléments sont précipités à l'état métallique par addition de poudre de zinc et l'antimoine.

Une deuxième étape de cémentation permet de garantir la pureté de la solution à électrolyser. Ensuite, les ciments obtenus sont filtrés et traités séparément pour récupérer le zinc en excès ; le cuivre, le cadmium et le cobalt sont récupérés sous forme de concentré. Le concentré du cuivre (boues noires) est remis en solution et électrolysé. -
Électrolyse de cuivre Les boues noires provenant de la purification sont lavées puis mises en solution dans un milieu acide. La solution passe ensuite à l'étape suivante qui est la neutralisation afin d'éliminer le fer et le chlore. Une fois purifiée elle est envoyée à l'électrolyse

2.2 PURIFICATION

La solution de sulfate de zinc provenant de la lixiviation et encore impure et est purifiée en deux étapes successives ; D'abord a lieu la cémentation du cuivre, ensuite celle du cobalt et de cadmium. Ces éléments sont précipités à l'état métallique par addition de poudre de zinc et l'antimoine. Une deuxième étape de cémentation permet de garantir la pureté de la solution à électrolyser. Ensuite, les ciments obtenus sont filtrés et traités.

Séparément pour récupérer le zinc en excès ; le cuivre, le cadmium et le cobalt sont récupérés sous forme de concentré. Le concentré du cuivre (boues noires) est remis en solution et électrolysé.

2.3 ÉLECTROLYSE DE CUIVRE

Les boues noires provenant de la purification sont lavées puis mises en solution dans un milieu acide. La solution passe ensuite à l'étape suivante qui est la neutralisation afin **d'éliminer** le fer et le chlore. Une fois purifiée elle est envoyée à l'électrolyse.

2.4 ÉLECTROLYSE DE ZINC

L'électrolyse du Zinc est effectuée en milieu Sulfurique contenant Sulfates de Zinc. Les ions Zn^{++} se déposent à la cathode en Aluminium tandis les ions OH^- réagissent à l'anode en Pb argentifère (0.1 %). La solution est parcourue par un courant électrique, ce qui entraîne le dépôt de zinc sur les deux faces des cathodes et l'oxygène se dégage à l'anode. L'électrolyse dure quarante-huit heures (48H), les feuilles de zinc sont enlevées manuellement. Cette opération de pelage des cathodes est dite « stripping ». Le complexe possède deux halles d'électrolyse (halle "est" et halle "ouest"), chaque halle est composée de six (06) rangées de vingt-quatre (24) cellules chacune. Dans chaque cellule quarante (40) cathodes et quarante et une (41) anodes. Le zinc issu de l'électrolyse affiche une pureté supérieure à 99.995% (Spécial High Grade ou SHG). Le zinc électrolytique alimente l'atelier refonte. -Refonte et alliage Les plaques de zinc sont fondues dans deux

fours de fusion, liquéfiées à la température de 500°C. Le zinc peut être alors coulé, en forme de lingot, soit directement en zinc SHG soit sous forme allié c'est-à-dire associé à des métaux d'addition (zamak). Les lingots ont un poids de 25 kg, 01 tonne et 02 tonnes.

2.5REFONTE ET ALLIAGE

Les plaques de zinc sont fondues dans deux fours de fusion, liquéfiées à la température de 500°C. Le zinc peut être alors coulé, en forme de lingot, soit directement en zinc SHG soit sous forme allié c'est-à-dire associé à des métaux d'addition (zamak). Les lingots ont un poids de 25 kg, 01 tonne et 02 tonnes.

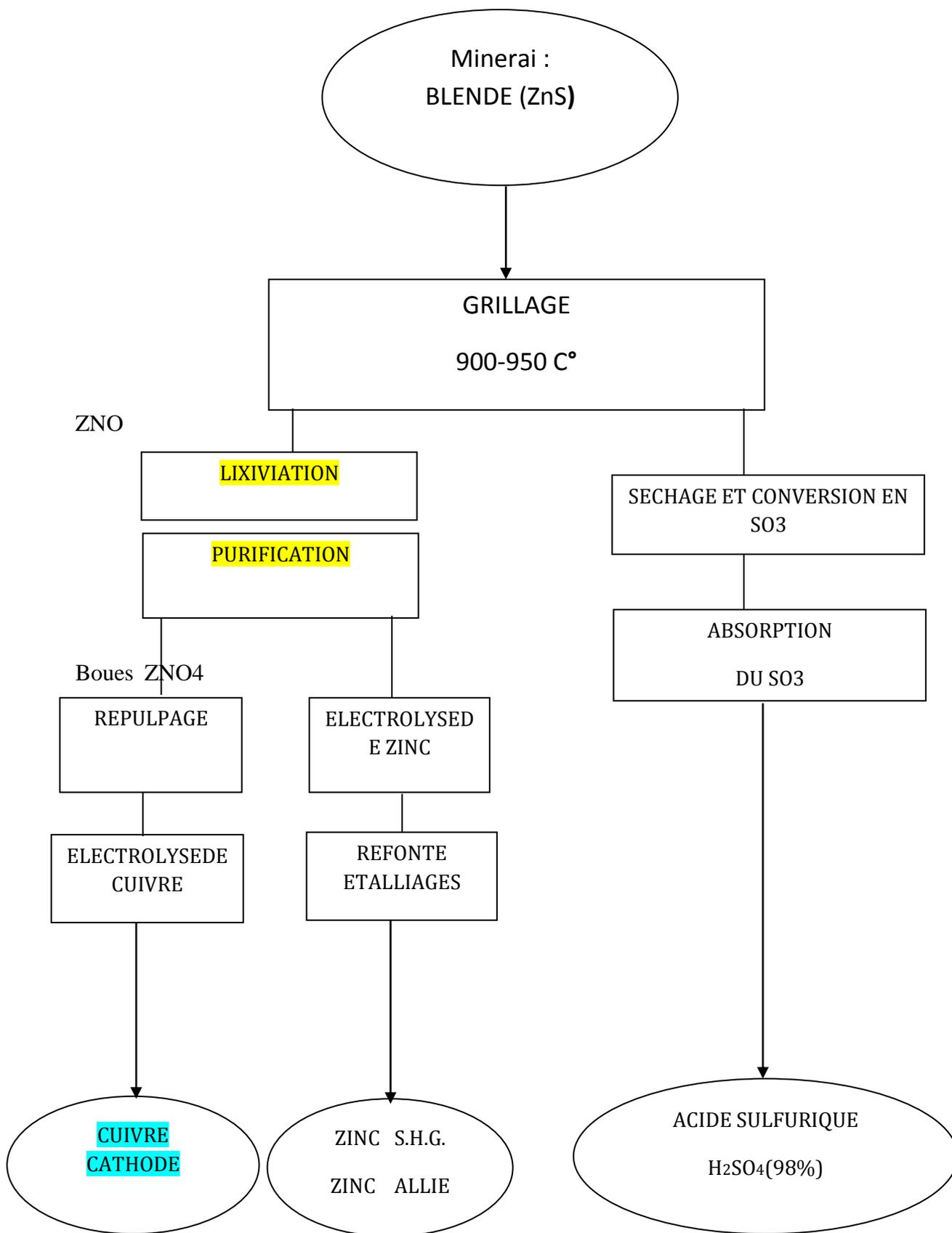


Figure III. 1 : Stockage de la plaquette de Zinc.



Figure III. 2 : Test de SO₂.

➤ Les processus de réalisation peuvent se schématiser ainsi :



Objectifs et Cibles Environnementaux : Année 2016

Tableau 1: Objectifs et cibles environnementaux

Objectives de performance	Unité	Seuil	Période	Observations
01- Maintenir le taux de SO ₂ (à court terme)	%	0.25	Fin2017	Maîtrise du processus de fabrication Grillage / Acide
02- Traiter les boues de Manganèse (DIS) stockées au sein de l'unité. Traiter les crasses de zinc (DIS) stockée au sein de l'unité.	Gain en MDA	10 80	Fin 2017 Fin 2017	Recyclage des boues de manganèse Déstockage des crasses par recyclage et vente
03- Stabiliser dans les rejets liquides les taux de : Pb Total Zn Total PH	mg/l	0.5 3 6.5-8.5	Fin2017 Fin2017 Fin 2017	Maîtrise du processus de traitement (neutralisation) des eaux de rejets.
04- Maîtriser le processus de fabrication : Taux d'extraction Rendement faradique	% %	89 87		Limitation de la formation des boues de lixiviation Réduction des crasses de zinc
05- Rationaliser la consommation d'énergie électrique par tonne de zinc	KWh/t de Zinc	4000	Fin2017	Contribution à la limitation de l'effet de serre

(électrolyse)				
Rationaliser la consommation de :	m ³	190 000	Fin2017	Preservation des ressources naturelles
Eau	m ³	1250		
Gazole	Nm ³ x 10 ³	8850		
Gaz naturel	litre	15000		
Huile	kg	15000		
Papier		1200		
07- Standardiser la consommation (annuelle) de produits chimiques	T	180	Fin 2017	Preservation des Matières Premières
08- Améliorer les capacités de stockage de la décharge contrôlée	m ³	500	Fin 2017	Augmentation des capacités de stockage.
Recycler les eaux acidulées de la décharge contrôlée.	GAIN EN MDA	7.5	Fin 2017	Extraction du zinc contenu dans les eaux.

3 REJET GAZEUX A ATELIER ACIDE

Tableau 2: rejet gazeux a atelier acide.

Elément aspect, moyen, paramètre contrôlé	Résultat attendus critères d'acceptation	Résultat contrôle Valeur
SO2 sortie Absorbeur	0.156à0.25%	0.33
Observations : SO2 sortie absorbeur est non conforme Atelier GRILLAGE /ACIDE à l'arrêt		

ANALYSE Moyenne des Rejets liquide ver mer

Fréquence Bi –Hebdomadaire

Enregistrement suite au contrôle au : **05/12/2016**

- Les mesures sont réalisées deux fois par semaines et sont automatiquement reportées et analysées.
- Le taux de SO₂ s'élève lorsque des pannes d'électricité ont lieu et que le générateur ne démarre pas.
- Cette situation est raréfiée depuis ses dernières années.
- Le ZnO est stocké dans des silos de stockage et une partie des poussières sera transporter par SO₂.
- Ces poussières passeront dans une chaudière pour être récupérées et puis :
 - ✓ le gaz est refroidit.
 - ✓ Le gaz passe ensuite à travers deux électrofiltres secs placés en parallèle pour récupérer la poussière restée et le ZnO récupérer passe aux silos de stockage.
 - ✓ Donc ici nous constatons la récupération de l'oxyde de zinc qui va être stocké comme un sous-produit disponible à la vente.
 - ✓ Le gaz passe dans un tour de lavage ou il refroidi et lavé de la majorité des poussières puis à travers deux échangeuses pour éliminer l'humidité.
 - ✓ Le gaz passe à travers deux électro filtres humides pour enlever la poussière qui reste,) puis sécher dans le tour de séchage avec l'acide sulfurique 96%.
- L'anhydrique sulfurique (SO₃) est absorbé par contact avec l'acide sulfurique 98% dans le tour d'absorption.
- L'acide sulfurique obtenu est en partie réutilisé dans le processus et le surplus est commercialisé
- Le cadmium, le cuivre et le cobalt sont récupérés lors de la purification.

- La lixiviation Acide traite les boues de la lixiviation neutre et récupère le zinc ensuite, les boues sont amenées par camion et stockés dans un bassin de stockage, Qui est représenté par un CET de classe 1 destiné aux déchets spéciaux.
- A l'étape d'électrolyse pour que l'hydrogène ne dégage pas beaucoup on ajoute le jus de réglisse à la solution provenant de la purification et de carbone de strontium pour la réduction de plomb.

On sait que le plomb est responsable d'une pathologie appelée saturnisme (troubles gastriques, neurologiques, rénaux etc.).

Cette intoxication est possible à des degrés divers dans certaines professions à risque. Les métiers liés à l'extraction et la métallurgie du plomb, mais aussi du zinc, ces deux minerais étant généralement associés.

Pour le traitement de poudre de Zinc : le zinc lingot passe dans un four à l'induction, ou on ajoute du plomb. Le zinc liquide est envoyé vers un creuset où les particules lourdes descendent par gravité et les particules légères sont aspirées. Donc la poudre de zinc contient 99.00_99.30% de zinc et 0.7_1% de plomb. Cette poudre est ensuite commercialisée.

Ce sont les sociétés étrangères notamment chinoises qui récupèrent les sous-produits industriels de l'unité d'Al ZINC

Tableau 3: control des rejets industriels.

Elément, aspect, moyens, paramètres à contrôler	Résultat attendu, critères d'acceptation (valeurs limites des rejets industriels selon la réglementation Algérienne)	Résultat du contrôle
PH	6.5à8.5	8.3
Température	30	18.7
Zn	3mg/l	0.8
Cu	0.5mg/l	0.062
Fe	3mg/l	0.3
Cd	0.2mg/l	0.1
Pb	0.5mg/l	0.5
Ni	0.5mg/l	0.030
Cr	0.5mg/l	0.4

4 CONTROLE ET A L'ELIMINATION DES DECHETS

- Le stock en boues cuivriques est conforme.
- 190tonnes de crasses de zinc ont été vendus.

- Les déchets non valorisables sont évacués vers la décharge contrôlée pour y être stockés.
- Le stockage des boues de Mn et les crasses de zinc au sein du complexe se fait dans des zones non appropriées (sol non bétonné).
- Une quantité importante de boues de Mn a été transférée vers des loges bétonnées.
- Les efforts de déstockage de la crasse de zinc sont maintenus
- Les déchets spéciaux sont stockés séparément dans des endroits appropriés.
- Les informations relatives à la nature et aux quantités des déchets sont transmises annuellement aux services de la direction de l'environnement de la wilaya.
- ALZINC réduit le taux de crasses produites à la refonte par la maîtrise du processus de fabrication.
- Les opérations de vente des crasses réalisées sont soumises à des autorisations préalables des autorités compétentes (MATE).
- ALZINC a opté pour un déstockage des boues de manganèse et des crasses de zinc en les recyclant.
- ALZINC étudie la possibilité de vente de boues de manganèse pour un déstockage plus efficace.
- L'impact sur l'environnement du stockage des boues et des crasses en interne est réduit de manière conséquente.



Figure III. 3: Déchet boue cuivrique.



Figure III. 4 : Résidus lixi (ferrite de zinc).



Figure III. 5 : Crase de zinc.



Figure III. 6 : Boue de manganèse.

5 EFFET DE POLLUTION SUR LA FLORE

De manière aiguë ou chronique les polluants atmosphériques ont de lourds impacts sur les cultures et les écosystèmes.

De manière ponctuelle, par exemple lors des forts épisodes de pollution à l'ozone, des nécroses ou des tâches apparaissent sur les feuilles des arbres. Sur une période d'exposition prolongée à l'ozone, un affaiblissement des organismes et un fort ralentissement de la croissance est observé, et à terme cela impacte les cultures agricoles.

Les polluants peuvent également parcourir des distances importantes et atteindre des écosystèmes sensibles. Sous l'effet des oxydes d'azote (NO_x) et du dioxyde de soufre (SO_2), les pluies, neiges, brouillard deviennent plus acides et altèrent les sols et les cours d'eau (perte des éléments minéraux nutritifs). Ces apports engendrent un déséquilibre de l'écosystème. Cette transformation du milieu se traduit en général par un appauvrissement de la biodiversité puis par la perturbation du fonctionnement général des écosystèmes

La plupart des espèces sont sensibles à l'ozone, mais cette sensibilité s'exprime à de degrés très différents d'une espèce à l'autre et même entre individus d'une même espèce.

Les études expérimentales montrent que :

Les espèces les plus vulnérables sont le blé, le soja, la laitue, l'oignon, la tomate, le tournesol et certaines légumineuses comme le haricot.

La pomme de terre, le tabac, le colza et la betterave paraissent un peu moins sensibles, tout comme le maïs, alors que le riz et la vigne sont assez peu sensibles.

Des espèces comme l'orge, le seigle et quelques arbres fruitiers comme le prunier semblent bien résister à l'ozone.

5.1 EFFETS DE L'OZONE SUR LE FONCTIONNEMENT DES PLANTES

C'est principalement au niveau des feuilles que les plantes réalisent leurs échanges avec l'atmosphère, par de minuscules orifices présents à la surface des épidermes : les stomates. Les polluants atmosphériques diffusent à travers ces ouvertures vers l'intérieur de la feuille et leur impact est d'autant plus important que la quantité absorbée par la feuille est grande. La quantité de polluant absorbée dépend donc à la fois de la concentration en polluant dans l'air et du degré d'ouverture des stomates, qui est contrôlé par de nombreux facteurs physiques et physiologiques (rayonnement solaire, température, humidité de l'air, état hydrique, etc.).

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes). Les produits issus de ces réactions sont encore mal connus, mais certains peuvent également être toxiques pour les plantes

➤ **Les principaux dommages sont dus à :**

- La réduction de la photosynthèse. La photosynthèse est le phénomène par lequel les plantes utilisent l'énergie du soleil pour fabriquer une partie de leur biomasse (des sucres) à partir du gaz carbonique de l'air (CO₂) et de l'eau prélevée dans le sol par les racines.
- L'augmentation de la respiration. Une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Ces deux effets sont les principaux responsables de la diminution de la croissance des plantes.

L'accroissement de la sénescence des feuilles

La sénescence est le phénomène de vieillissement par lequel les feuilles jaunissent, sèchent et finissent par mourir. Sous l'effet de l'ozone, les feuilles vieillissent plus vite, et leur photosynthèse est donc moins longtemps efficace. Ceci conduit également à une diminution de la croissance et de la production des plantes.

Les impacts de l'ozone peuvent être très différents d'une plante à l'autre. Certaines espèces sont plus sensibles que d'autres, et pour une même espèce, certaines variétés sont plus sensibles que d'autres. Les origines de ces différences sont multiples. Le plus souvent, elles sont liées à une plus ou moins grande aptitude à mettre en œuvre des mécanismes de détoxification.

Les polluants régionaux peuvent avoir des impacts sur plusieurs centaines de kilomètres autour de leurs sources d'émission.

Ils comprennent principalement les dépôts acides, avec essentiellement la présence de H_2SO_4 et de HNO_3 dans des dépôts humides ou solides. Ce sont des polluants secondaires car ils sont issus d'interactions entre des polluants primaires (SO_2 , composés azotés) et l'ozone.

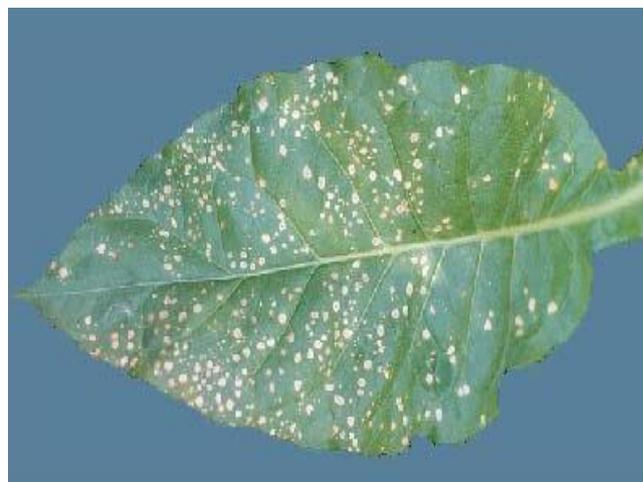


Figure III. 7 : Impact de l'ozone sur les feuilles de tabac BEL W3. [Source : © J.P. Garrec]



Figure III. 8 : Des lichens sur des arbres.

Figure III. 9 : Le pétrole s'incruste même sur les végétaux.

5.2 IMPACT SUR LA FLORE MARINE

Les conséquences d'une pollution par le plomb, de son impact sur la flore marine ont été étudiées en laboratoire sur des algues unicellulaires en cultures constituant un outil simple pour les chercheurs. Cette étude, menée notamment sur les Bacillariophycées (diatomées), semble montrer que dans quelques cas le plomb a tendance à favoriser la croissance des algues avec concentration relativement faible ; mais à concentration plus élevée, les effets

toxiques surviennent (Etude de Henning en 1979 ; Strongle, 1980). Reuchlin et al. (en 1983) détermine la concentration efficace réduisant la croissance phyto-planctonique de 50% pour différentes espèces. Elle est de 6.1 mg/l pour l'espèce *Nitzschecolostrum* (**Bacillariophycées**). La croissance de l'algue *Asparagopsis armata* est ralentie à partir d'une concentration de 3.7 mg/l (**Sergot et al. 1983**)

En 1980, Stromgen rapporte que le plomb a des effets négatifs sur la croissance de ces trois algues : **Fucus spiralis**, **Fucus serratus** et **Ascophylum nodosum**, à partir de concentration supérieure à 2 mg/l. Il relie cette toxicité au fait qu'à ces concentrations, le plomb précipite et s'absorbe sur les algues. En revanche, à concentration plus faible (45-810 mg/l), la croissance de l'algue **Pelvetia caniculata** est favorisée.

6 EFFET DE POLLUTION SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques.

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons :

- Elle détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent.
- Elle diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire.

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le smog, les particules et l'ozone troposphérique, pour n'en mentionner que quelques-unes, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.



Figure III. 10 : Poussière de silo céréale.



Figure III. 11 : Fuite de bitume.

Tableau 4: Nombres et capacité des installations spécialisées

Installation	Nombre et capacité
STOCKAGE DE CORPS GRAS (E.N.C.G)	02 bacs de 1100 T 06 bacs 440 T
STOCKAGE D'ACIDE SULFURIQUE (AL-ZINC)	02 bacs de 1600 T
Silo à Céréales (doté de 02 portiques de 300T/h chacun (C.C.L.S)	Capacité totale de 30000 T
Cale de halage (3 bers)	250 T 100 T 100 T
Pont bascule	60 T

Source : Direction technique de l'EP Ghazaouet 2009.

Tableau 5: Les effets de la pollution sur les espèces marines

Peuplement	Sensibilité	Effets à court terme	Effets à long terme
Algues	Faible	Engluage ou brûlure des tissus si contact direct avec le produit	Bonne restauration en général
Flore des marais (marins ou marnage)	Variable suivant état de développement et périodes de l'année	Engluage des parties aériennes entraînant asphyxie. Impact dû à la circulation des matériels et personnels de lutte dans les marais	Restauration relativement courte (2 à 3 ans) si renouvellement d'eau et apport de matériaux support. Restauration très lente si rien n'est fait pour la favoriser
Mollusques des zones de marnage	Forte en général	Asphyxie et empoisonnement	Accumulation par les organismes filtreurs. Un pourcentage d'hydrocarbures résiduels même faible dans les sédiments rend les organismes commercialisables impropres à la consommation. Possibilité d'épuration en eau propre dépend du temps de contact avec le polluant. Baisse de reproduction
Faune fixée sur les rochers	Forte en général	Asphyxie et empoisonnement	Dépend de la durée de contact Avec le polluant. Dans les zones battues, sensibilité moins élevée car renouvellement d'eau et nettoyage plus rapide
Poissons	Faible pour adultes, forte pour les larves et juvéniles	Par contact direct avec des hydrocarbures ; asphyxie par engluage et effet tensioactif sur les	Plaies chez les poissons fouisseurs dans des sédiments pollués, même faiblement (ex. : Poissons plats)

		branchies, quittent rapidement les zones polluées	
Oiseaux	Variable (forte pour les plongeurs)	Engluage du plumage, empoisonnement par ingestion, destruction des nids et œufs par contact	Désaffection des zones polluées.



Figure III. 12 : Impact des hydrocarbures sur les oiseaux et les reptiles marins ;

Question aux pêcheurs :

Comment savoir si une espèce de poisson est menacée, ou si elle a été pêchée dans de bonnes conditions ? Et surtout, comment le savoir lorsqu'on se trouve devant l'étal du poissonnier ? Il est possible de faire jouer sa mémoire, en se remémorant les espèces victimes de surpêche.

Mais ça ne suffit pas. Un poisson pêché durablement conjugue des stocks suffisants dans une zone géographique et à une période données, une méthode de pêche peu destructrice du milieu et permettant des prises ciblées sur les espèces recherchées, mais aussi des facteurs plus « humains » comme les conditions de travail des marins et le maintien d'une activité économique. Tour d'horizon des différents facteurs

❖ Les réponses des pêcheurs :

➤ Branchies : elles ne doivent pas être pâles !

Pour savoir si votre poisson est bien frais, vous devez soulever les ouïes (fentes à la base de la tête) ; et vérifiez que les branchies soient rouges ou roses, humides et brillantes, mais pas visqueuses ni tachetées. C'est un très bon critère de fraîcheur et qui est, en prime, facile à vérifier.

➤ **Poisson : une odeur très forte d'ammoniac doit vous dissuader**

En aucun cas votre poisson doit avoir une odeur nauséabonde et encore moins une odeur d'ammoniac, à l'exception de la raie (c'est son odeur naturelle).

Frais, le poisson dégage une petite odeur iodée qui doit vous rappeler la mer et les algues.

➤ **Yeux : s'ils ne sont pas vifs et brillants, fuyez !**

Les yeux du poisson doivent être brillants, clairs et bien bombés.

Ils ne doivent pas être noirs et opaques, sinon cela signifie qu'il a été pêché il y a déjà plusieurs jours.



Figure III. 13 : Branchies d'un poisson.

7 EFFET SUR LA BIODIVERSITE

Les polluants atmosphériques n'ont pas uniquement des effets négatifs sur l'homme et l'environnement, mais influencent aussi directement ou indirectement le climat.

Deux phénomènes principaux de pollution ont été mis en évidence à cette échelle :

- **Le « trou dans la couche d'ozone »** : la destruction de l'ozone stratosphérique est due à l'action de certains composés chimiques à base de chlore et de brome, tels que les chlorofluorocarbones (CFC) ou les bromures de méthyle (CH_3Br), résultant des activités humaines. Des mesures sont prises afin de réduire les émissions de telles substances dans l'air comme l'arrêt total de la production de CFC depuis 1994 (protocole de Montréal).
- **Le réchauffement ou dérèglement climatique** dû à l'augmentation des concentrations de Gaz à Effet de Serre. Au cours du XXe siècle, un réchauffement général de la planète de + 0,5°C a été observé. Si ce phénomène persiste et s'amplifie, le réchauffement de la planète pourrait entraîner la fonte totale des glaciers et une élévation du niveau moyen des mers.

Enfin, même si des programmes de recherche se mettent en place notamment sur les prairies, on n'a encore que très peu d'informations sur les impacts de l'ozone à l'échelle des écosystèmes. Les premiers résultats montrent que les degrés de sensibilité peuvent être très différents d'une espèce à

l'autre. C'est pourquoi, la pollution de l'air par l'ozone peut modifier les relations de compétition entre espèces et altérer la composition des écosystèmes, affectant ainsi leur biodiversité.

8 EFFET SUR LA SANTE HUMAINE

➤ Les sujets à risque :

- ❖ Les personnes âgées.
- ❖ Les personnes vivant dans des conditions socioéconomiques difficiles.
- ❖ Maladie respiratoire chronique préexistante (asthme, BPCO, insuffisance respiratoire chronique...).
- ❖ Maladie coronarienne, insuffisance cardiaque.
- ❖ Les enfants, qui en général passent plus de temps à l'extérieur que les adultes.
- ❖ Les fumeurs sont à risque accru d'événements cardiovasculaires liés à la pollution atmosphérique.
- ❖ Susceptibilité individuelle, possiblement au moins en partie génétique, en particulier sur l'ozone.

Les métaux lourds s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres. Les effets des métaux lourds sur le système nerveux central et leurs symptômes sont : irritabilité ; peur ; nervosité ; inquiétude ; instabilité émotionnelle ; perte de confiance ; timidité (symptôme principal chez les adolescents) ; indécision ; perte de la mémoire immédiate ; toutes les sortes d'insomnies et la dépression.

➤ Symptômes neurologiques :

Fourmillement des mains ; sentiments de brûlure constante avec endormissement des membres inférieurs (symptôme caractéristique des perturbations dues au mercure) ; léger tremblement des mains.

➤ Toux chronique :

L'exposition à la pollution atmosphérique pourrait être responsable de toux chronique indépendamment d'un effet passant par un asthme ou une BPCO.

Il existe des données convaincantes impliquant les oxydes d'azote et le SO₂.

➤ Asthme :

- Les pics de pollution atmosphérique, augmentent les recours en urgence pour crise d'asthme.

- La pollution atmosphérique aggrave l'asthme, augmente le nombre de crises et diminue le degré de contrôle des asthmes sous traitement. Elle exerce un effet adjuvant sur les différents facteurs qui conditionnent la gravité de la maladie.

➤ **Broncho-pneumopathie chronique obstructive :**

Comme dans l'asthme, il existe des données robustes associant pics de pollution atmosphérique et exacerbations de BPCO (appréciées sur l'augmentation des symptômes, l'augmentation des admissions hospitalières pour exacerbation et la mortalité associée à la BPCO).

Pour les études à long terme, on dispose d'études de plus en plus nombreuses qui impliquent l'exposition chronique à la pollution atmosphérique comme cause de la BPCO

➤ **Symptômes de la tête :**

Saignement des gencives ; gencives qui se retirent mettant l'os du maxillaire à nu ; dents qui bougent ; mauvaise haleine ; sentiment de brûlure sur les lèvres, la langue et le visage ; abcès buccaux ; vertiges ; sifflement dans les oreilles ; troubles de l'audition ; difficultés oculaires.

➤ **Symptômes digestifs :**

Allergies alimentaires, particulièrement aux œufs et au lait ; coliques.

➤ **Symptômes cardiaques :**

Arythmie due aux dépôts de métaux lourds dans les nerfs commandant l'activité cardiaque ; problèmes de pression

➤ **Cancer :**

La pollution de l'air extérieur a été classée cancérogène pour l'homme en octobre 2013 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)» le CIRC estime que « la pollution atmosphérique est l'une des premières causes environnementales de décès par cancer.

Effet sur l'environnement Les métaux ont surtout un impact sur l'environnement. La contamination de la faune entraîne des problèmes de santé et conduit à un risque de bioaccumulation de métaux toxiques dans de nombreuses espèces aquatiques, y compris le poisson. Dans les sols arables, des concentrations élevées en métaux sont généralement associées à la présence d'eau souterraine contenant des métaux ainsi qu'à l'utilisation de certains engrais et produits chimiques agricoles. Dans des conditions extrêmes, les sols arables peuvent devenir impropres aux cultures destinées à la consommation humaine, car ces

cultures accumuleraient les métaux à des concentrations supérieures à celles considérées comme acceptables par l'Organisation Mondiale de la Santé OMS.

- ❖ L'intoxication au cadmium, chez la femme enceinte, a été liée à la diminution de la durée de la grossesse du poids du nouveau-né et récemment au dysfonctionnement du système endocrinien et ou immunitaire chez l'enfant (scooters et al.2006)
- ❖ L'exposition au plomb, a été maintes fois, liée à un retard dans le développement neurocomportemental
- ❖ Plusieurs études s'ont été effectuées sur la fertilité en testant la vitalité des spermatozoïdes ce qui fait que l'exposition à ces métaux lourds réduit cette capacité alors qu'un traitement d'œufs avec chaque métal
- ❖ (Cd, Hg ; Pb, Ni, Zn) n'a pas empêché la fertilisation mais a retardé ou bloqué les premières divisions mitotiques et un changement précoce dans le développement embryonnaire est envisagé (Lindsay Scheider, 2003)

Autre aspect de la toxicité pour l'homme :

Tableau 6: Données sur les propriétés irritantes contact avec la peau

Exposition	Effet	Référence
Chez l'homme Acide sulfurique de titre fort	Destruction rapide des tissus, brûlures très graves, nécrose	DPIMR1981
Acide à 77-98%	Brûlures du deuxième et des troisièmes degrés	CHRIS1978
Solutions	Possibilité de dermatite en cas de contact répété	SAX1979

Tableau 7: Liste du malade à l'hôpital.

Service	Pédiatrie	Médecin interne	Chirurgie	VMS
Nombre de séance	04	86	10	00
Nombre de malade	02	32	05	00

Tableau 8: Les statistiques des maladies interne

Le mois	Cancer	Broncho pneumopathie	Dermatologique
Janvier	04	02	02
Février	10	06	02
Mars	18	02	00

CONCLUSION GENERALE

La pollution et les déchets industriels comprennent toute la gamme de substances indésirables et de pertes que génèrent les activités industrielles : émissions dans l'air ou rejet dans les eaux de surface, et substances envoyées aux usines de traitement des eaux usées, déposées dans des sites d'enfouissement, rejetées ou épandues sur les sols, incinérées, injectées sous terre, contrôlées par voie d'entreposage, recyclées ou brûlées aux fins de récupération de l'énergie. La pollution des sols va dépendre de deux types de facteurs : les premiers auront trait à la nature des polluants, les seconds seront liés à la nature physicochimique des sols considérés.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche sur le suivi de la contamination métallique au niveau de baie de Ghazaouet (W. Tlemcen), une des régions connues en raison de son importance sur le plan industriel.

Nous avons pour objectifs voir les rejets industriels de l'usine ALZINC et d'une autre usine qui sont des rejets dans le port de Ghazaouet et quelle sont les polluants et leur toxicité

Nous avons remarqué aussi que les métaux lourds ont un impact sur l'environnement (La faune, la flore, la santé humaine)

Enfin, on peut dire que les activités industrielles ont une grande part de responsabilité dans la dégradation des écosystèmes, et tant que des programmes à la fois ambitieux et rigoureux ne sont pas mis en application, la qualité des eaux de nos côtes ne peut évoluer que vers la détérioration, donc une prise de conscience généralisée de ce problème est indispensable pour la sauvegarde de ces écosystèmes qui sont en fait plus fragiles qu'ils n'en ont l'air.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1- **Abdullah, M. et Chmielnicka, J., 1990.** New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure to toxic metals. *Boil Trace Elem Res* .23:25– 53.
- 2- **ATSDR., 1990-** Agency for toxic substances and disease registry – toxicological profiles for copper, department of health and human services, public health services atlanta Gasus.
- 3- **AMIARD-TRIQUET, C ET AMIARD, J.C ; 2008-** Les bio marqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques, Doc (Editions)
- 4- **BENGUEDDA W., 1993-** Contribution à l'étude de quelques polluants métalliques chez la moule *Perna perna* (L) et le rouget *Mullus surmuletus* (L) dans la partie occidentale du golf d'Arzew, Magister en biologie marine I. S. M. A. 108p
- 5- **BELABED B., 2010-** la pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba "sources décontamination des écosystèmes aquatiques". Thèse de doctorat en sciences de la mer. Université de Badji Mokhtar-Annaba-
- 6- **BEAUCHAMP A., 2003-** La pollution littorale D.E.S.S. Qualité et Gestion de l'Eau Université de Picardie Jules Verne.
- 7- **BAIZE D., 1997-** Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols (France). Références et stratégies d'interprétation. INRA Éditions, Paris. 410 p
- 8- **BENDADA K., 2011-** Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds. Mémoire de master. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (U.S.T.H.B).
- 9- **BENMANSOUR AISSAM 2017-** Intérêt écologique de l'application de la norme ISO 14001 (SME) au sein de l'usine d'électrolyse de Zinc (Ghazaouet).
- 10- **CHIFFOLEAU J.F., 2001-** La contamination métallique. Programme Scientifique SeineAval. Editions Ifrem
- 11- **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. 314 p
- 12- **CHRISTIAN, N ; ALAIN, R ; 2004-**Déchets et pollution, impact sur l'environnement et la santé, Dunod, paris. pp100. UA damage and cytochrome P 4501A induction, *Ecotoxicologie* 10 :175
- 13- **C.N.R.S., 2005-** (centre nationale de la recherche scientifique) « Principaux rejets industriels »
- 14- **Danovaro, R., 2003-** Pollution threats in the Mediterranean Sea: An Overview. *Chem Ecole.* ,19:15–32.
- 15- **D.P.R.H.T 2006**(Direction De La Pêche Et Des Ressources Halieutiques De La Wilaya De Tlemcen)- Le Secteur De La Pêche Et L'état Environnemental Du Littoral De La Wilaya De Tlemcen. P4

- 16- **DERMECHE., 1998-** Teneurs en métaux lourds (Cd, Pb, Cu, Zn et Ni) chez l'oursin commun paracentrotuslividus (Lamarek, 1816) pêche dans le golf d'Arzew. Thèse de Magister. Université d'Oran. Pp 6-35
- 17- **D.E.T (Direction de l'Environnement de la wilaya de Tlemcen),2004 -** Rapport sur le diagnostique et état des lieux de la ville de Ghazaouet.11p.
- 18- **EISLER. R. (1995)-**Mercury hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Contaminant Hazard Reviews Report no. 10. US Fish Wildl. Serv. Biol. Re
- 19- **Fallon, L. MD. Jr., 2006 -**Infancy through Adolescence: Heavy Metal Poisoning. Agency clopedia of Children's Health. 4:866-868.
- 20- **Intergovernmental panel on climate change. Projected changes in the climate system. In: Core writing team, Pachauri RK, Meyer LA, editors. Climate change 2014: synthesis report, contribution of working groups 1, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland : IPCC ; 2014.**
- 21- **GAUJOUS. 1995 -**La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire, 2ème édition, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp. 17-18.198-199, 62, 64,65.
- 22- **GIS, POSIDONIE, 1996-** groupement d'internet scientifique d'études et de protection de l'environnement marin, biologie méditerranéenne, nuisance et pollution,
- 23- **Galsomies, L.,1999-** Retombées atmosphériques des métaux en France : estimation par dosage dans les mousses, ADEME édition,.
- 24- **Garrec J.P. & Van Haluwyn C. (2002) -** *Bio surveillance végétale de la qualité de l'air. Concepts, méthodes et applications.* Editions Tec et Doc Lavoisier, Paris, 118 pages.
- 25- **GAUJOUS D., 1995-** La pollution des milieux aquatique. Aide-mémoire. Edt.Technique et documentation-Lavoisier. Paris. 220 p
- 26- **GUTHRIE ET PERRY., 1980-** Introduction to environmental toxicology Black Well. Scientifique publications. 484p.
- 27- **Ghalouci faouzi ,hocini bachir 1999-**Mémoire de fin d'étude institut supérieur maritime de BouIsmaïl sur le thème exploitation d'une terminal de chargement d'acide sulfurique port de ghazaouet
- 28- **Jacob D, Winner D.2009 -**Effect of climate change on air quality. Atmos Environ;43:51—63.
- 29- **Kalia, K., Flora, SJ.2005-** Strategies for safe and effective therapeutic measures for chronic arsenic and lead poisoning. J. Occup Health. , 47 :1–21.
- 30- **LIDSKYTLET Schneider JS 2003 -** le leadneur rotoxicity in children basic mechanisms and clinical correlates brain 100,284-293, in memoires de magister 2 en ecologies d'environnement ,univ de tlemcen sahbaoui fatiha ,2015
- 31- **LARNO, V., LOROCHÉ, J., LAUNEY S., FLAMMAION P., DEVAUX A.,2001 –** responses of chub (*leuciscus cephalus*) populations chemical stress, assessed by genetic markers. D
- 32- **LAUWERYS R., 1982-** Toxicologie industrielle et intoxication professionnelles 2ème édition Mas
- 33- **LEBLANC J.C., GUERIN T., VERGER P., VOLATIER J.L., 2004-** Étude de l'alimentation totale française. Mycotoxines minéraux et éléments traces .INRA.

Ministère de l'agriculture, de l'alimentation de la pêche et des affaires rurales .72Pson
Paris. 462

- 34- **M.A.T.E, 2006-** Etude de pré investissement pour le HOT SPOT de Ghazaouet (Algérie)- Rapport de phase I.67p.
- 35- **MALQUIOT et BERTOLINI, 2000-**Encyclopédie de l'environnement et du développement durable, 1100mots, Ed,Mecy consult,192P.
- 36- **MANCE G., 1987-** Pollution threat of heavy metals in aquatic environment. Poll. Monitor. Ser. 371p.
- 37- **MARCHAND M., et KANTIN R., 1997-** "Les métaux traces en milieu aquatique." Océans 23(4). Pp 595-629
- 38- **M.A.T.E, 2007.-** Etude De Réinvestissement Pour Le Hot Spot De Ghazaouet(Algérie) Rapport De Phase Ii;2017p4
- 39- **NAS/NRC., 1989-** Recommended dietary allowances, National Academy of Science/National Research Council, Washington.
- 40- **PRICE N.M., ET MOREL F.M.M., 1990-** Cadmium and cobalt substitution for zinc in a marine diatom. Nature 344(6267). Pp 658-66
- 41- **RAMADE F., 2000-** « Les polluants de l'environnement et de l'homme» dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edi science international, Paris. 690p
- 42- **RAMADE F., 2000-** Introduction à l'écotoxicologie : fondements et applications. Ed Lavoisier.- **RODIER J., 1996-** L'Analyse de l'eau .Eaux naturelles –Eaux résiduaires- Eaux de mer. Tom I ET II.8ème Edit. DUNOD.1383p
- 43- **Ravishankara AR. New directions:** adapting air quality management of climate change: a must for planning. Atmos Environ2012;50:387—9.
- 44- **SABHI Y. 1998 –** Etudes des tendances des contaminations des organismes marins de la côte méditerranéenne marocaine par les métaux lourds (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Ti, Zn et Cu) : aspectsenvironnementaux et expérimentaux. Thèse de Doctorat Es-Sciences biologie. Fac. ScDhar el Mehraz. Fès.
- 45- **SINICROPI M.S., AMANTEA D., CARUSO A., et SATURNINO C., 2010-** Chemical and biological properties of toxic metals and use of chelating agents for the pharmacological treatment of metal poisoning. Arch Toxicol, 84(7). Pp 501-520.
- 46- **SCHOETERS G .DEN HOND E ZUURBIER M NAGINIENE R VAN DEN HAZEL P STILIANAKIS N RONCHETTI R KOPPE J.G 2006-**cadmium and children exposure and health effects actapaedidtre 95 (Suppl)
- 47- **Survival of pathogens- Final Reports on Research Projects (1989-1991).** -MAP Technical Reports Series No 63. UNEP Athens 86 pp.
- 48- **UNEP/WHO, 1992 -** Biogeochemical cycles of specific pollutants (Activite K).
- 49- **UNEP/FAO/WHO, 1996 -**Etat du milieu marin et du littoral de la région méditerranéenne. MAP Technico. Rep. Ser. 101: 1-148
- 50- **UNEP, 2001-**Programme des nations unies pour l'environnement
- 51- **WHO. Burden,2012-** of disease from ambient air pollution for,
- 52- **WHO/UNEP, 1995 -** Health Risks From Marine Pollution in the Mediterranean. Implication For Policy Markers. EUR/HFA-TARGET 20. PART I. 255

Sites web

- 1- Fiche toxicologique IRERIS: <http://www.ineris.fr/>
- 2- <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/744452/plastisphere-oceans-plastiqu>
- 3- Source : © J.P. Garrec
- 4- http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March_2014.pdf?ua=1 (consulté le 1er décembre 2014).
- 5- http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March_2014.pdf?ua=1 (consulté le 1er décembre 2014). EB136/15
- 6- ILZSG (International Lead and Zinc Study Group) : <http://www.ilzsg.org/static/statistics.aspx?from=1>).