

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

N° d'ordre :

Série :

Spécialité : Ecologie et Environnement

Mini-Projet

Thème :

Pollution des eaux par les métaux lourds :

Chrome- Plomb

Présenté par :

GHORAB Djallal

HAMMADA Louanas

Promoteur :

BOUNAMOUS Azzedine

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Louange à dieu tout puissant de nous avoir aidé, éclairer le chemin pour achever notre travail et nos études.

Nos remerciements à nos très chers parents, frères, sœurs, collègues et amis respectives qui nous ont encouragés, soutenu durant tout notre parcours.

Un remerciement particulier à notre encadreur D^r BOUNAMOUS Azzedine pour sa présence, son aide et surtout pour ses précieux conseils qui nous ont assistés pour l'accomplissement de notre projet malgré les préoccupations administratives.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tout le personnel de l'institut de Science et Technologie surtout les enseignants qui nous ont enseigné durant toutes nos années d'étude.

Nous remercions à l'avance notre examinateur pour son attention et son suivi.

Enfin nous remercions toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce travail.

Merci bien.

DJALAL . LOUANAS

Dédicace

A mon dieu qui nous a donné le courage pour terminer notre projet.

A mes parents qui m'ont inculqué un esprit de combativité et de persévérance et qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études.

Sans eux certainement je ne serais pas à ce niveau.

A ma trésors ma très chère mère qui sacrifier leur vie et m'a poussée a lavant pour réaliser mes rêves.

A mon père qui je souhaite il est dans le vaste paradis de mon dieu je dédie ce succès et j'espère que finalement j'atteindre leur but je n'ai jamais oublié toi et vous reste toujours dans mon cœur et une pieuse pensée.

A mes sœurs Pour ses encouragements incessants.

A mes frères Vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce travail en vous souhaite un avenir radieux, plein de bonheur et succès

A tous mes amis, pour votre sincère entité, votre soutien permanent me remontre le moral et vos conseils m'incitent à relever les défis.

A tout Personne qui me connait.

DJALAL

LOUANAS

Liste des Abréviations

AOX	les composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif
Cr (III)	chrome trivalent
Cr(VI)	chrome hexavalent
Cr	chrome
DDT	dichloro-diphényl-trichloréthane
(DBO5)	demande biologique d'oxygène en 5 jours
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCB	hescachlorobenzène
K₂Cr₂O₇	Bichromate de potassium
litres/j	litres par jours
METOX	Métaux Toxiques
MI	matière inhibitrices
MOF	matières organique fermentescibles
nm	nanomètres
PBB	diphényles polybromés
PCB	polychlorobiphényles
ppb	partie par milliard
Pb	plomb
ppm	partie par million
2PbCO₃.Pb(OH)₂	le carbonate basique de plomb
PbO.SiO₂	silicate de plomb
Pb₃O₄	Les oxydes de plomb rouge
PbO	Oxyde de Plomb Jaune
Pb(NO₃)₂	nitrate de plomb
POPs	polluants organiques persistants
POP	polluants organiques persistants
PH	potentiel hydrogène
µg	microgramme
µM	macromètre
µm	micromètre

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I: LES EAUX

I. LES EAUX	3
I.1. Définition de l'eau	3
I.2. Les types des eaux	3
I.2.1. Les eaux profondes	3
I.2.2. Les eaux courantes	3
I.2.3. Les eaux Stagnantes	3
I.3. Les besoins en eaux	3
I.3.1. Besoins alimentaires	3
I.3.2. Besoins agricoles	4
I.3.3. Besoins domestiques	4
I.3.4. Besoins industriels	4
I.4. Les paramètres caractéristiques de l'eau	4
I.4.1. Paramètres physico-chimiques	5
I.4.2. Paramètres organoleptiques	5
I.4.3. Paramètres indésirable	5
I.4.4. Paramètres microbiologiques	5
I.4.5. Les substances toxiques	6
I.5. États naturel de l'eau	6
I.6. Cycle naturel de l'eau	6

Chapitre II: Pollution des eaux

II Pollution des eaux

II.1 Définition de la pollution de l'eau	9
II.2 Origine de la pollution de l'eau	10
II.2.1 Origine domestiques	10
II.2.2. Origine industrielle	10
II.2.3. Origine agricole	11
II.2.4. Origine urbaine et routière	11
II.3. Les principaux polluants de l'eau	12
II.3.1. Pollution de l'eau par les matières organiques fermentescibles	12

II.3.2. Pollution de l'eau par les métaux lourds	12
II.3.3. Pollution de l'eau par les composés organiques de synthèse	12
II.3.4. Pollution de l'eau par les hydrocarbures	13
II.3.5. Pollution de l'eau par les composés organiques persistants	13
II.3.6. Pollution de l'eau par les composés radioactifs	13

Chapitre III: Les métaux lourds (chrome, plomb)

III. Les métaux lourds.....	14
III.1. Présentation.....	14
III.2. Origines des métaux lourds	14
III.3. La bioaccumulation des métaux lourds	15
III.4. Le processus de transfert des métaux lourds.....	15
III.5. LE CHROME	16
III.5.1. Propriétés physico-chimiques	16
III.5.2. Comportement de chrome dans l'eau	16
III.5.3. Comportement de chrome dans les sédiments	16
III.5.4. Utilisation de chrome	17
III.5.5. Voies d'Absorption et Exposition de chrome	17
III.5.6. Toxicité de chrome	18
III.5.7. Toxicité de l'homme par le chrome	18
III.5.8. Toxicité aigue de chrome	18
III.5.9. Toxicité chronique de chrome	19
III.5.10. La toxicité des végétaux par le chrome	23
III.6. LE PLOMB	23
III.6.1. Propriétés physico-chimiques.....	23
III.6.2. Utilisation du Plomb	24
III.6.3. Les voies d'exposition de Plomb	25
III.6.4. Les composés toxiques du Plomb	25
III.6.5. Toxicité de Plomb	26
Conclusion.....	29

Résumé

Introduction

général

Introduction générale

La crise globale de l'environnement constitue de nos jours le défi majeur au quel l'humanité se trouve confrontée en ce débat de troisième millénaire, bien que son émergence remonte selon toute évidence au milieu du XX^{ème} siècle

A l'heure actuelle et à l'échelle mondiale, on assiste à une intensification des activités industrielles et agricoles ainsi qu'à une augmentation rapide de la population. Ces activités ont introduit dans les hydro-systèmes (cours d'eau, nappes souterraines, lacs, estuaires, lagunes, océans...). Ces substances ont des répercussions néfastes sur l'environnement, mais aussi sur la santé humaine. Dans certains écosystèmes, ces produits chimiques peuvent être à l'origine de la disparition de certaines espèces animales et/ou végétales et par conséquent, entraînent le dysfonctionnement de la chaîne trophique (faible biodiversité...).

L'eau est un élément majeur du monde minéral et biologique ; c'est un bien collectif qui met en jeu une multitude d'intérêts contradictoires. La gestion des milieux aquatiques doit prendre en compte l'eau, mais également le milieu physique et les activités humaines qui y sont associées.

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécules H₂O, elle contient en réalité naturellement une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques, des microorganismes (bactéries, virus, plancton), ainsi que des particules en suspension (fines particules d'argiles, limons et déchets Végétaux). Les caractéristiques topographique, géologique, pédologie jouent un rôle important dans le comportement hydrologique.

Les métaux lourds sont des polluants qui peuvent être très nocifs voire même mortels. A titre d'exemple, on peut citer le Japon où une pollution par le cadmium (dans les années 1950-1960) a déclenché de nombreux troubles rénaux et osseux, entraînant une importante mortalité dans les populations des régions contaminées (Boucheseiche *et al*, 2002).

Ces substances chimiques sont véhiculées du continent vers le milieu marin qui constitue le siège ultime de l'accumulation de ces produits. Avant leur arrivée dans l'océan, elles peuvent transiter ou s'accumuler dans des endroits appelés 'milieux frontaux' comme les lagunes et les estuaires (Blondi M. 2005).

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux, mais on peut citer surtout l'arsenic, le cadmium, le chrome, le plomb et le mercure. Ils ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et sur l'homme.

Notre travail a pour objet de connaître la pollution de eaux par les métaux lourds et se divise sur trois chapitres :

Chapitre I est consacré aux généralités, définition des eaux et ses besoins, les différents types des eaux, les paramètres caractéristiques, l'état naturel de l'eau, cycle de l'eau

chapitre II sera consacré les pollutions des eaux et son origine suivie les principaux polluants

chapitre III présentation générale des métaux avec ses bioaccumulation et le processus de transfert et l'étude du chrome, les propriétés physico-chimique, le comportement dans l'eau, dans les sédiments, utilisation, voies d'absorption et exposition et son toxicités chroniques, sur les végétaux, sur les l'homme.

représente des généralités sur le plomb, les propriétés physico-chimiques suivies par l'utilisation, les voies d'exposition et son composé toxiques, la toxicité et l'effet sur l'homme, sur les animaux et sur les végétaux

Chapitre I

Les eaux

I. LES EAUX

I.1. Définition de l'eau

L'eau (en latin *aqua*, qui a donné aquatique et en grec *hydros*, qui a donné hydrique, hydrologie) est un élément sous forme liquide en conditions standards (température et pression ambiante), composé sous sa forme pure de molécules qui associent deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène sous la forme H₂O. L'eau, sous sa forme liquide, est essentielle aux organismes vivants à la fois pour ses caractéristiques mécaniques et ses propriétés chimiques. Ces êtres vivants peuvent par conséquent être composés jusqu'à 97% d'eau (Anonyme., 2012).

I.2. Les types des eaux

I.2.1. Les eaux profondes

Les eaux souterraines peuvent correspondre à une ressource de qualité, mais cette ressource est inégalement répartie sur le territoire (Laurent et Dupont., 2011).

L'espace de référence des eaux souterraines correspond à **l'aire d'alimentation** : espace d'infiltration de l'eau vers la nappe souterraine, il peut différer de l'extension du bassin versant de surface car les nappes ont des géométries différentes (Laurent et Dupont., 2011).

I.2.2. Les eaux courantes

Une masse d'eau intérieure coulant en majeure partie sur la surface du sol, mais qui peut couler en sous-sol sur une partie de son parcours (Anonyme., 2004).

I.2.3. Les eaux stagnantes

Une masse d'eau intérieure de surface stagnante (Anonyme. 2004).

Les eaux intérieures, à l'exception des eaux souterraines, les eaux de transition et les eaux côtières, sauf en ce qui concerne leur état chimique, pour lequel les eaux territoriales sont également incluses (Anonyme. 2004).

I.3. Les besoins en eaux

I.3.1. Besoins alimentaires

En générale, l'eau intervient pour près des trois-quarts (3/4) dans la composition pondérale de la cellule vivante. Chez l'homme adulte, l'eau représente 65% du

poids corporel et atteint 98% de celui-ci chez certaines méduses (Djennas et al, 2003).

Les pertes sont relativement importantes de l'ordre de 2.3 à 3 litres/j pour un adulte, et très repentantes de l'environnement et de l'activité de la personne (Djennas et al, 2003).

I.3.2. Besoins agricoles

L'eau d'irrigation a des effets sur la qualité des plantes et des sols : une eau salée déstabilise le sol, une eau chargée de résidus organiques ou métalliques nuit aux cultures. Certaines régions arides recourent au dessalement d'eau de mer : l'osmose inverse innove par rapport à la distillation (Lothaire, 2000).

I.3.3. Besoins domestiques

Il s'agit de ceux destinés à assurer un niveau d'hygiène acceptable, ceux rependant au niveau de confort caractéristique d'une civilisation, et enfin ceux nécessaires à la préparation des aliments (Djennas et al, 2003).

I.3.4. Besoins industriels

Les qualités d'eau requises dépendent en particulier des usages de l'eau. Il est impossible de dresser une liste exhaustive de tous les usages que l'on peut faire de l'eau dans une usine. Tout au plus peut on essayer de les regrouper dans les principales catégories ci-après (Touati., 2002).

La diversité de ces utilisations et des exigences de qualité d'eau propres à chacune d'elles explique la complexité des problèmes de l'eau dans l'usine et des filières de traitement. Dans la mesure du possible, l'industriel et le constructeur rechercheront ensemble la meilleure solution technique, qui consistera souvent en un traitement centralisé de toute l'eau consommée dans l'usine, dénominateur commun de l'ensemble des besoins, en le complétant par des traitements spécifiques aux divers usages (Touati., 2002).

I.4. Les paramètres caractéristiques de l'eau

Rien n'est poison tout est poison, la dose seule fait le poison. Une eau est caractérisée par un ensemble de paramètres accessible à l'analyse. Selon djennas et al., (2003) se trouvent essentiellement cinq paramètres :

I.4.1. Paramètres physico-chimiques

les paramètres physico-chimiques sont : la température , la conductivité , le calcium , le magnésium , le PH , le sodium , le potassium , le chlorure , le sulfate, l'aluminium , le silice, les résidus sec à 180 °C, l'oxygène dissous , le gaz carbonique dissous (Djennas et al., 2003).

I.4.2. Paramètres organoleptiques

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier et al., 2009) .

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler (Rodier et al., 2009).

I.4.3. Paramètres indésirable

Il s'agit d'un choix un peu arbitraire, certaines de ces substances pouvant être bénéfiques à très petites doses (oligo-éléments tels que : fer, manganèse, cuivre, zinc, fluor).

On classe dans cette rubrique : nitrates , nitrites , ammonium , azote , carbone organique total , hydrogène sulfuré , hydrocarbures dissous , phénols , bore , détergents , organochlorés autre que les pesticides , phosphore , chlore libre, résiduel matière en suspension , baryum et agent (Djennas et al., 2003).

I.4.4. Paramètres microbiologiques

Les paramètres microbiologiques sont :

les coliformes totaux , les coliformes thermo-tolérants , les streptocoques fécaux, le colostridium sulfitoréducteurs ,les germes totaux pathogènes , la présence d'organismes

pathogène dans une eau fait courir le plus grand risque pour la santé (Djennas et al., 2003).

I.4.5. Les substances toxiques

On cite essentiellement :

- ✓ Médicaments antinéoplasiques : cyclophosphamide, moutardes azotées, 6-mercaptopurine, azathioprine, méthotrexate, 5-fluorouracile, actinomycine, doxorubicine.
- ✓ Métaux lourds, organométalliques: plomb, cadmium, nickel, chrome, méthylmercure, arsénite, et arséniate de sodium, trioxycide d'arsenic.
- ✓ Pesticides: DDT, dieldrine, carbaryl, carbofuran, méthylparathion, manébe, chlordane, heptachlorobenzène (HCB)
- ✓ Hydrocarbures halogénés : PCB, biphényles polybromés (PBB), trichloroéthylène, chloroformes, pentachlorophénol.
- ✓ Divers : benzo (a) pyrène, méthylcholanthrène, diéthylstilbestrol, benzène, glucocorticoïdes (Djennas et al., 2003).

I.5. États naturels de l'eau

- ✓ Solidification: C'est le passage de l'état liquide à l'état solide, quand la température est inférieure à zéro degré Celsius. L'eau des précipitations se transforme ainsi en neige ou en grêle, et les eaux de surface en glace.
- ✓ Fusion : C'est le passage de l'état solide à l'état liquide, quand la température est supérieure à zéro degré Celsius. C'est ainsi que la glace et la neige fondent, et rejoignent les cours d'eau.
- ✓ Sublimation : C'est le passage de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide.
- ✓ condensation solide : C'est le passage de l'état gazeux à l'état solide (par exemple sur le fuselage de l'avion en vol) (Husson., 2010).

I.6. Cycle naturel de l'eau

Entre les quatre grands réservoirs d'eau de l'hydrosphère que sont les mers et océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère, et la biosphère, l'échange d'eau est permanent et forme ce que l'on appelle le cycle externe de l'eau. Le

moteur de ce cycle en est le soleil : grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement.

Ce cycle se divise en deux parties intimement liées :

- ✓ une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau essentiellement,
- ✓ une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain.

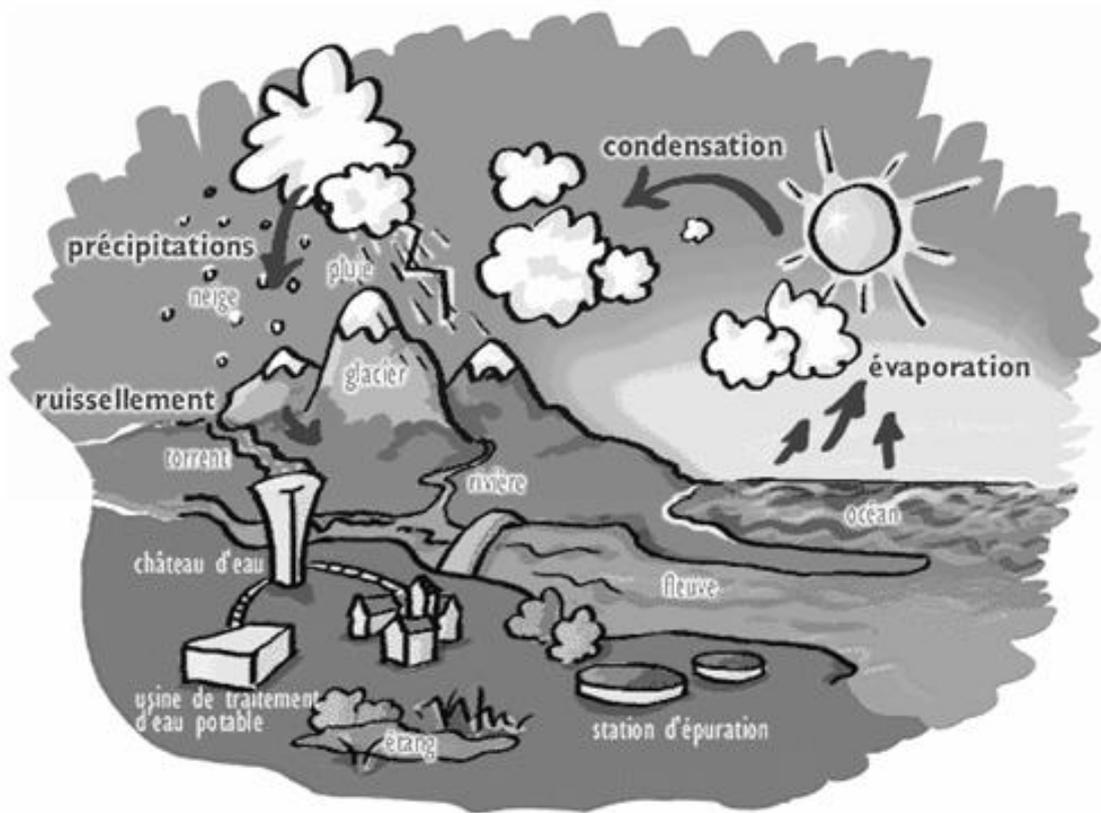


Figure 01 : Cycle de l'eau (Anonyme.,2001).

En résumé, on retiendra les phénomènes suivants :

- ✓ **L'évaporation** : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.

- ✓ **La condensation** : au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condensé en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- ✓ **Les précipitations** : les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.
- ✓ **Le ruissellement** : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le restes 'infiltré dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources)ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence... (Anonyme.,2001).

Chapitre II

Pollution des eaux

II. POLLUTION DES EAUX

II.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau est l'introduction de n'importe quelle substance dans une rivière, un cours d'eau, un lac ou un océan, substance qui altère les ressources naturelles de cet environnement. Il peut s'agir d'objets visibles : sacs en plastique, bouteilles, pneus, voitures... bien souvent, la pollution de l'eau est pourtant invisible : produits agricoles fertilisants, produits chimiques industriels, produits ménagers.

La pollution a de nombreuses origines en relation avec le cycle de l'eau. Et tout ou presque est source de pollution pour ce bien si fragile qu'est l'eau. Quand elle ruisselle sur le sol, elle peut se charger de polluants provenant des routes, des jardins, des exploitations agricoles... Quand elle s'infiltré dans le sol, elle peut entrer en contact avec des polluants s'échappant de décharges de déchets, d'ordures abandonnées en pleine nature, de produits chimiques. Sans oublier la contamination par des polluants rejetés en rivière par des installations industrielles.

Dans l'atmosphère, c'est pareil ou presque. La vapeur d'eau se retrouve dans un air vicié par la pollution atmosphérique (automobiles, cheminées d'usines ...). Quand les gouttes tombent vers la terre, toute substance qui est entraînée vers le sol devient un polluant de l'eau. Dans les eaux usées, on peut distinguer plusieurs catégories

- * les eaux usées domestiques rejetées par les habitants après les divers usages faits à la maison ;
- * les eaux usées agricoles résultant de l'élevage et de la culture.
- * les eaux usées industrielles dont les caractéristiques dépendent de l'usage de l'eau dans les procédés de fabrication ;
- * les eaux de ruissellement pluviales qui sont rejetées après la pluie par les systèmes d'évacuation prévus pour les surfaces imperméables.

Les eaux épurées constituent un cas à part. Elles ne sont en effet que très rarement des eaux pures. Mais elles ne sont plus des eaux usées au sens propre du terme puisqu'elles ont fait l'objet d'un traitement jusqu'à un niveau de pollution imposé par une législation

On peut distinguer plusieurs catégories de pollution des eaux selon la nature et les usages de polluants qui sont à l'origine de ces pollutions .malgré le caractère toujours

arbitraire d'une typologie, il est possible de proposer une classification des diverses causes de pollution des eaux fondée sur la nature physicochimique de leurs agents et les usages ou les activités qui en sont à l'origine :

- ✓ Effluents industriels : acides, phénols, cyanures, détergents et hydrocarbures.
- ✓ Effluents agricoles : épandage excessif d'engrais et de pesticides.
- ✓ Effluents urbains : détergents (Bouزيد et Boukraa, 2008).

II.2. Origine de la pollution de l'eau

II.2.1. Origine domestiques

Le métabolisme humain ne génère pas directement de produits toxiques. D'une manière générale la pollution toxique d'origine domestique peut provenir:

- ✓ des activités domestiques proprement dites avec l'utilisation par les ménages de composés pouvant présenter une toxicité (produits d'hygiène, de nettoyage, de désinfection, substances médicamenteuses, solvants, peintures...), et rejetés dans les réseaux d'assainissement,
- ✓ des activités raccordées aux réseaux d'assainissement : établissements industriels, artisanat, activités de service et de commerce, laboratoires divers, établissements de santé, DTQD rejetés à l'évier,
- ✓ de la toxicité induite par la collecte des eaux pluviales par "lavage" d'une partie de la pollution atmosphérique, lessivage des toxiques déposés sur les sols, les voiries et les toitures, ou corrosion d'éléments du mobilier urbain (ex : les chenaux de toiture)

(Boucheseiche et al., 2002).

II.2.2. Origine industrielle

De nombreuses mesures sont réalisées dans les établissements industriels (contrôles inopinés des services de police des eaux, autocontrôles...) mais les toxiques n'en sont pas l'objet principal. Dans ce contexte, un des moyens d'appréhender les grandes masses de pollutions toxiques est l'exploitation des données redevances disponibles dans les agences de l'eau. Ainsi, au travers des données redevance, la toxicité peut être approchée au travers de trois paramètres spécifiques : les Matières Inhibitrices (MI), les Métaux Toxiques (METOX), les composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif (AOX) (Boucheseiche et al., 2002).

II.2.3. Origine agricole

Dans le cadre de leurs productions animales et végétales, les exploitants agricoles manipulent de nombreux produits toxiques qui sont épandus sur les parcelles lors de la fertilisation et de la protection des cultures (Boucheseiche et al., 2002).

Les fertilisants minéraux contiennent des éléments toxiques et notamment du cadmium qui provient essentiellement des engrais phosphatés dont l'apport annuel par épandage sur les sols français correspond à 60 tonnes (Boucheseiche et al., 2002).

Les fertilisants organiques contiennent eux aussi des métaux lourds, principalement du cuivre et du zinc, mais aussi, en plus faible quantité, du fer, du bore, du molybdène, du manganèse et du cobalt, en provenance des compléments alimentaires et additifs donnés aux animaux dans un but nutritionnel.

Dus essentiellement aux lisiers de porcs, ces apports représentent 2 250 tonnes de zinc et 900 tonnes de cuivre épandus annuellement sur les sols agricoles (Boucheseiche et al., 2002).

II.2.4. Origine urbaine et routière

Elles sont générées par les rejets d'eaux usées urbaines (d'origine domestique et industrielle) et les eaux pluviales qui se chargent de polluants lors de leur transfert sur les aires urbaines. Les effluents urbains sont soit collectés dans des réseaux d'assainissement puis rejetés dans le réseau hydrographique, soit rejetés directement dans le réseau naturel. Pour ne pas porter atteinte au milieu naturel ils devraient subir systématiquement une épuration (Laurent et Dupont., 2011).

Différents systèmes de collecte sont distingués :

- ✓ Les **réseaux unitaires** : toutes les eaux usées et pluviales sont collectées dans un seul réseau. Il dilue les eaux usées domestiques et industrielles avec les eaux pluviales. Lors de fortes pluies, des déversoirs d'orage délestent le réseau en rejetant l'excès de débit dans le milieu naturel, une partie du flux des polluants n'est alors pas traitée.
- ✓ Les **réseaux séparatifs**, généralement réalisés depuis les années 1970 en France, ils séparent les eaux usées d'une part et les eaux pluviales d'autre part. Ces dernières sont recueillies dans des ouvrages spécifiquement conçus pour tamponner les

débits irréguliers (bassin de rétention par exemple) et pour permettre une sédimentation. Les eaux usées sont traitées dans des stations d'épuration sans risque d'être déversées dans le milieu lors de fortes précipitations (Laurent et Dupont., 2011).

II.3. Les principaux polluants de l'eau

II.3.1. Pollution de l'eau par les matières organiques fermentescibles

Outre le rejet des égouts urbains, il faut mentionner ceux de diverses industries agroalimentaires hautement polluants : abattoirs, laiteries, fromageries, sucreries, etc.... l'industrie du papier occupe, si l'on peut dire une place de choix relativement à son potentiel intrinsèque de pollution des eaux. En effet, elle rejette des lessives riches en glucides, donc hautement fermentescibles. Une papeterie. « Moyenne » présente une capacité de pollution des eaux par les matières organiques fermentescibles (MOF) comparables à celle d'une ville de 500 000 habitants, lorsque 'elle rejette à la rivière ses eaux usées sans épuration préalable (Ramade., 2005).

la charge de pollutions d'une eau par les MOF s'évalue par la demande biologique d'oxygène en 5 jours (DBO5). Celle-ci rend compte de la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser entièrement la totalité des matières organiques présentes dans un litre d'eau polluée (Ramade, 2005).

II.3.2. Pollution de l'eau par les métaux lourds

Les stations d'épuration biologique des villes n'épurent pas les métaux. Le rendement apparent sur l'eau est en fait dû à leur précipitation dans les boues de la station. C'est pourquoi il est si important de limiter voire de dé raccorder les rejets industriels contenant des métaux (Ramade, 2005).

II.3.3. Pollution de l'eau par les composés organiques de synthèse

De nos jours, plus de 120000 molécule de synthèse qui se répartissent en plusieurs certaines de groupes chimiques font l'objet d'un usage commercial et finissent pour une raison ou une autre par se retrouver dans les écosystèmes aquatiques . Parmi ces dernières, un groupe, hétérogène ou au plan de sa structure chimique, celui dit des polluants organiques persistants'(POPs), est à l'origine des plus redoutables pollutions des eaux tant continentales que marines. Celui ci réunit un grand nombre de molécules

organohalogénées et aussi un groupe particulier d'hydrocarbures, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) parmi diverses autres familles chimiques. Outre les HPA, nous citerons parmi les POPs majeurs, les insecticides organochlorés, les PCB (polychlorobiphényles) et analogues, les dioxines et les dibenzofurans (Ramade, 2005).

II.3.4. Pollution de l'eau par les hydrocarbures

La pollution des eaux continentales et océaniques par les hydrocarbures constitue la principale cause de contamination de l'hydrosphère par la civilisation moderne. L'existence des régions marines dans lesquelles les pétroliers peuvent également rejeter le contenu de leurs soutes après nettoyage (dégazage) constitue un véritable défi aux enseignements de l'océanographie (Ramade, 2005).

Le problème est de nos jours particulièrement préoccupant dans les régions estuariennes ou de deltas fort poissonneuses, dont le produit des pêcheries est parfois inconsommable à cause du goût qui se génère que le pétrole confère aux poissons. Pis encore, l'équilibre écologique des mers fermées paraît de plus en plus compromis par ce type de pollutions (Ramade, 2005).

II.3.5. Pollution de l'eau par les composés organiques persistants

Les polluants organiques persistants (POP) sont des composés organiques qui, à des degrés divers, résistent à la dégradation photo lytique, biologique et chimique. Les POP sont souvent halogénés et se caractérisent par une faible solubilité dans l'eau et une solubilité élevée dans les lipides, ce qui entraîne leur bioaccumulation dans les tissus adipeux. Ils sont également semi volatils, ce qui leur permet de se déplacer sur de longues distances dans l'atmosphère avant de se déposer (Ritter et al., 1995).

II.3.6. Pollution de l'eau par les composés radioactifs

La plus grande partie de nos connaissances sur le déplacement et l'atténuation des polluants inorganiques proviennent de recherches hydrogéologiques réalisées au moyen de traceurs radioactifs ou d'études sur les sites d'élimination des déchets radioactifs (djennas et al., 2003).

Chapitre III
Les métaux
lourds
(chrome, plomb)

III. Les métaux lourds

III.1. Présentation

Les métaux lourds sont des polluants engendrés par l'activité humaine qui ont un fort impact toxicologique. Les métaux toxiques sont nombreux, mais on peut citer surtout l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure. Ils ont des impacts sur les végétaux, les produits de consommation courante et sur l'homme (tableau01) (Di Benedetto, 1997).

Tableau 01 : Représente quelques impacts des métaux lourds sur la santé humaine (Di Benedetto, 1997).

Particules	Toxicité
Plomb	troubles du système nerveux, affection du foie et des reins
Cadmium	Affections respiratoires, troubles rénaux
Mercure	Troubles du système nerveux (mémoire, fonctions sensorielles de coordination)
Nickel	Maladies respiratoires, asthme, malformations congénitales, cancers
Chrome	Cancers, troubles dermatologiques, anémie

III.2. Origines des métaux lourds

L'enrichissement des sols et des milieux aquatique en métaux lourds est en progression constante. Ces éléments sont apportés par :

- ✓ Les engrais minéraux susceptibles de contenir du cadmium, de l'arsenic, du vanadium ;
- ✓ Les amendements organiques sous forme de composts de déchets urbains et de boues de station d'épuration renferment fréquemment du cadmium, du cuivre, du zinc, du nickel, du mercure, du chrome, du plomb et du sélénium;
- ✓ Les produits phytosanitaires (djennas et al., 2003).

III.3. La bioaccumulation des métaux lourds

La bioaccumulation est un phénomène, existant pour les métaux lourds mais également mis en évidence pour d'autres composés chimiques, qui a pour conséquence une concentration en polluant dans un organisme vivant supérieure à la concentration de ce polluant dans le biotope de l'organisme. Au-delà de cette définition, qui sert à comprendre l'utilité des bio-indicateurs (organismes vivants dont la contamination est révélatrice de la pollution du biotope), dans le cas des métaux lourds, c'est la bioaccumulation qui se transmet tout au long de la chaîne alimentaire qui explique que l'homme puisse être exposé à des quantités dangereuses de métaux lourds par son alimentation (Di Benedetto, 1997).

Cette bioaccumulation est le fait des êtres vivants qui peuvent être végétaux ou animaux. Pour tous les métaux lourds, il est possible de trouver une plante ou un animal appartenant à la chaîne alimentaire de l'homme qui sert d'accumulateur vivant de métaux lourds. A l'inverse, il existe très peu d'espèces capables de détoxifier ou d'éliminer efficacement ces métaux lourds de la chaîne alimentaire. Par conséquent, lorsqu'un bioaccumulateur de métaux lourds apparaît dans la chaîne alimentaire, ses effets sur la teneur finale des aliments se poursuivent jusqu'à l'homme (lorsqu'il n'y a pas intervention de plusieurs bioaccumulateurs, ce qui est souvent le cas). Si on ajoute à cela que l'homme lui-même ne possède pas de métabolisme efficace des métaux lourds susceptible de les éliminer, on comprend comment peut survenir la toxicité chez l'homme (qui devient lui-même un bioaccumulateur)(Di Benedetto, 1997).

III.4. Le processus de transfert des métaux lourds

L'association des métaux lourds à la phase solide du sol fait que ceux-ci sont en règle générale très peu entraînés vers les nappes. Ils sont aussi faiblement entraînés vers les eaux de rivières, sauf en période de crue lorsque que la charge en matière en suspension issue de l'érosion des sols s'accroissent. Toutefois des processus de remobilisation sont possibles notamment lors de changements des conditions oxydo-réductrices du milieu qui peuvent accroître la proportion de métaux sous forme d'ions libres, accroissant par la même leur mobilité (Molénat et al., 2011).

Les transferts de métaux lourds ont été peu étudiés et peu de chiffres sont disponibles, la difficulté résidant notamment dans les différentes formes que prennent ces éléments

traces, rendant complexe le suivi de leur évolution dans les sols et dans l'eau. Deux mécanismes principaux peuvent être mentionnés :

- ✓ le transfert par érosion ou ruissellement pour les éléments métalliques associés aux particules solides.
- ✓ le transfert vers l'eau suite à des modifications des conditions du milieu (oxydoréduction) (Molénat et al., 2011).

III.5. LE CHROME

III.5.1. Propriétés physico-chimiques

Le chrome, quant à lui a un poids atomique relatif de 51.99, un numéro atomique de 24, son point de fusion est de 1857°C et son point d'ébullition est de 2672°C et fait partie du groupe VIB du tableau périodique, le chrome élémentaire est un métal gris lustré qui résiste extrêmement bien aux agents corrodants ordinaires, il ne se rencontre généralement qu'à l'état de trace. Sa teneur dans la croûte terrestre est trivalente bien que le chrome puisse prendre neuf états d'oxydation différents de (II) à (VI). Il existe deux formes du chrome, trivalent (III) et le chrome hexavalent (VI), le chrome trivalent se trouve sous forme d'ions chargés positivement ayant tendance à former des complexes avec la matière organique ; quant au chrome hexavalent, il se trouve presque exclusivement sous forme anionique (Sahli, 2002, in Bouberbara et al, 2011).

III.5.2. Comportement de chrome dans l'eau

La solubilité du chrome VI est importante alors que le chrome III est généralement peu soluble (Pichard., 2005).

III.5.3. Comportement de chrome dans les sédiments

La majeure partie du chrome est presque d'origine naturelle ou artificielle ; sa présence dans les milieux aquatiques et sous forme de chrome trivalent (CrIII) ; comme il est associé aux matières particulaires en suspension, une forte proportion de ce Cr (III) rejeté dans les eaux de surfaces passe dans les sédiments ; Cr (III) inerte peut donc s'accumuler et persister dans les sédiments et les sols (Bouberbara et al, 2011).

III.5.4. Utilisation de chrome

Le Cr est utilisé dans la fabrication des batteries, de l'acier inox, dans le tannage et comme agent de traitement du bois (dans ce cas sous forme de $K_2Cr_2O_7$), etc. quelques sels de Cr solubles sont des produits à risque (Reichl et al., 2010).

Le Cr constitue un élément essentiel pour l'homme, son besoins quotidien étant d'environ 60µg. Le chrome est un composant du facteur de tolérance au glucose, qui est important pour la fonction métabolique (Reichl et al., 2010).

III.5.5. Voies d'Absorption et Exposition de chrome

III.5.5.1. Inhalation

L'inhalation des sels hexavalents de chrome fortement hydrosolubles, tel l'acide chromique, le bichromate de sodium, et le bichromate de potassium, peut avoir comme conséquence une absorption systémique substantielle. Les sels moins hydrosolubles sont peu susceptibles de produire d'effets systémiques mais peuvent produire des effets pulmonaires (Bastarache., 2000).

Le chrome métallique et les sels chromeux ou chromiques (valences 0, +2, +3) sont absorbés de façon minimale par inhalation. Le dépôt pulmonaire local de ces sels a été observé après exposition mais sans évidence d'effets systémiques défavorables (Bastarache., 2000).

III.5.5.2. Ingestion

Les sels hexavalents sont convertis par le suc gastrique en trivalents avant leur absorption (Bastarache., 2000).

Les sels trivalents de chrome sont absorbés après ingestion, mais seulement 1% à 25% de la dose ingérée est absorbé (Bastarache., 2000).

L'ampleur de l'absorption varie selon le sel impliqué et les circonstances de l'ingestion (Bastarache., 2000).

III.5.5.3. Absorption Dermique

Les sels hexavalents sont généralement bien absorbés de façon topique par la peau intacte (Bastarache., 2000).

Le chrome hexavalent peut pénétrer la peau et être transformé en chrome trivalent qui devient une haptène et partie de la réaction allergique causant la dermatite exémateuse (Bastarache., 2000).

Les sels trivalents sont mal absorbés par la peau intacte mais, une fois que la barrière cutanée est brisée, l'absorption peut se produire (Bastarache., 2000).

III.5.6.Toxicité de chrome

La liste des contaminations chimique de l'eau est longue, ils sont presque tous dangereuse pour l'environnement et pour la santé humaine. Ainsi les eaux usées de l'industrie (tannerie, teinture...) sont à l'origine de la contamination des cours d'eaux par le chrome. Ce dernier se présente sous deux degrés d'oxydation : l'un hexavalent et l'autre trivalent, c'est surtout le chrome hexavalent qui est à l'origine l'intoxication. De se fait, une eau de bonne qualité ne doit pas contenir de chrome (Bounail et Khelifa, 1997 in djennas et al, 2003).

III.5.7.Toxicité de l'homme par le chrome

L'ingestion de sels de chrome entraîne une inflammation massive du tube digestif suivie d'une nécrose s'étendant de la bouche au jéjunum (douleurs abdominales, vomissements, diarrhées, hématuries). Ces manifestations d'apparition rapide, en quelques heures peuvent entraîner la mort par collapsus circulatoire. Si le patient survit au delà de 8 jours, les effets majeurs observés sont une nécrose hépatique et rénale (Pichard., 2005).

Les manifestations toxiques du chrome sont généralement attribuées aux dérivés hexavalents. Le chrome III est un composé naturel de l'organisme, mais il possède également une action toxique. Il n'y a pas d'étude rapportant les effets du chrome (III) seul chez l'homme, cependant il a été montré que lors d'exposition au chrome sous la forme hexavalente ce dernier est tout ou partiellement réduit en chrome trivalent (Pichard., 2005).

III.5.8.Toxicité aigue de chrome

L'inhalation d'aérosols détermine une irritation des muqueuses respiratoires, notamment de la muqueuse nasale où peuvent apparaître des ulcérations, mais aussi pulmonaire entraînant douleurs thoraciques, toux, dyspnée et cyanose. Les niveaux précis

d'exposition engendrant ces effets ne sont pas déterminés (Bavoux et al., 2009).

L'ingestion accidentelle est responsable de lésions caustiques du tube digestif pouvant se traduire par des brûlures bucco-œsophagiennes avec parfois œdème de la glotte, des vomissements sanglants, de violentes douleurs épigastriques et un syndrome dysentérique. Ce dernier entraînant d'importants désordres hydroélectrique est la cause principale d'un collapsus cardiovasculaire. Dans les jours qui suivent, on peut observer une insuffisance rénale par atteinte tubulaire ainsi que, dans quelques cas, une hépatite cytolytique et une hémolyse. Des cas mortels ont été décrits. Par contact avec la peau, le trioxyde de chrome provoque des brûlures sévères. Dans certains cas, on a pu observer des atteintes systémiques avec atteinte rénale et décès mais uniquement lorsque la peau est fortement lésée soit par l'acidité, soit par des brûlures thermiques (Bavoux et al., 2009) .

III.5.9.Toxicité chronique de chrome

Le contact répété avec la peau et les muqueuses et l'inhalation chronique d'atmosphères chargées d'aérosols de trioxyde de chrome entraînent des pathologies connues depuis longtemps. Au niveau cutané, on observe des ulcérations caractéristiques (pigeonneaux), peu étendues mais profondes, qui siègent surtout sur la face dorsale des mains ou sur la face latérale des doigts ; leur guérison est lente et laisse souvent des cicatrices rétractiles. Elles peuvent survenir à n'importe quel endroit du corps où il y a un contact cutané avec le chrome. On note également des dermites eczématiformes. Au niveau des voies respiratoires, des atrophies, des ulcérations de la muqueuse nasale sont fréquentes, surtout en cas d'hygiène personnelle insuffisante avec apport du chrome au niveau du nez par les doigts. Elles aboutissent souvent à des perforations de la cloison. C'est pourquoi dans l'industrie de l'électrometallurgie, des cas ont été (Bavoux et al., 2009).

III.5.9.1. Symptôme cutanés

Au contact avec la peau, les composés hexavalents du chrome agissent en tant qu'irritants et sensibilisants.

- ✓ Dermatite Exématiforme (Dermatite de Contact Allergique) :

Cette entité clinique est caractérisée par des lésions érythémateuses, ou vésicaux-papuleuses, humides, prurigineuses et localisées particulièrement sur les avant-bras (bracelets de chrome) (Bastarache., 2000).

Elle est très fréquente parmi les individus en contact avec le ciment.

Dans la pratique, seuls les composés hexavalents du chrome sont des sensibilisants. Le chrome hexavalent peut pénétrer la peau où il est réduit en chrome trivalent qui joue le rôle d'une haptène; une fois fixé sur une protéine ce complexe devient un antigène complet. Il a été prouvé que la sensibilité aux chromates est assez persistante une fois intaillé (Bastarache., 2000).

Dans une étude, 92% des patients présentant une sensibilité aux bichromates induite par exposition au ciment Portland, ont continué de présenter de la dermatite de contact 10 ans après que les symptômes soient initialement apparus (Bastarache., 2000).

Une fois induite, la sensibilité aux chromates peut produire des difficultés dans de multiples environnements. Le contact avec des textiles colorés avec des colorants à base de chromates peut être suffisant pour aggraver la dermatite (Bastarache., 2000)

Le port des chaussures en cuir tanné avec des chromates peut produire de la dermatite aux pieds si ceux-ci sont humides par la transpiration.

"La dermite des ménagères " peut être en grande partie un phénomène de sensibilité aux chromates, puisque les détergents et les agents de blanchiment contiennent plus que des traces de sels de chromates dans certains secteurs

Chez les individus sensibilisés, l'absorption du chrome par voie pulmonaire et/ou orale peut causer une réaction exémateuse (Bastarache., 2000)

Le chrome trivalent ne pénètre que difficilement la peau et ainsi le risque de sensibilisation est faible. En théorie, le chrome métal n'est pas un allergène (Bastarache., 2000)

L'allergie au chrome est confirmée par tests épicutanés. Quelques auteurs considèrent que la mesure du chrome urinaire permet de confirmer l'origine professionnelle de la dermatite chez les tanneurs (Bastarache., 2000).

✓ **Ulcères de Chrome:**

Après exposition cutanée à l'acide chromique, des érosions de la peau peuvent se produire.

Ces " ulcères de chrome " apparaissent au début comme des lésions populaires, séparées ou groupées, avec ulcération centrale.

Elles se produisent principalement sur les mains et les avant-bras où il y a eu une rupture de l'épiderme; on pense qu'ils sont dus à un effet nécrotique direct de l'ion chromate. Ces ulcères ont de 5 à 10 millimètres de diamètre, sont indolores, avec des bords nets, parfois prurigineux et peuvent s'étendre dans les articulations; ils guérissent lentement et produisent une cicatrice enfoncée.

On observe ces ulcères principalement parmi des ouvriers de l'industrie du chromage électrolytique (Bastarache., 2000).

✓ Dents et Peau :

Une décoloration jaunâtre de la langue et des dents est un signe d'intoxication chronique (Bastarache., 2000).

III.5.9.2. Irritation des membranes muqueuses

Une atrophie de la membrane muqueuse nasale suivie d'ulcération et de perforation peut se produire. Elle est généralement indolore et est trouvée à l'examen médical. Elle peut se trouver chez presque 50 % des travailleurs exposés aux chromates et peut être associée à de l'anosmie.

On a observé des ulcérations du septum nasal après seulement 2 semaines d'exposition à 1mg/m³ de chromate de zinc tandis que 18 mois d'exposition à 0,02-0,1 mg/m³ ne causaient aucune perforation ou ulcération. Ces ulcérations furent observées principalement parmi les ouvriers du chromage électrolytique. Dans une étude chez des ouvriers de l'acide chromique, l'incidence et la sévérité des dommages nasaux ont été liées à la durée de l'exposition et le au laxisme dans l'hygiène industrielle pratiquée par les travailleurs.

Rappelons-nous que la perforation du septum nasal est également associée à l'exposition à beaucoup d'autres toxiques industriels:

- ✓ arsenic;
- ✓ fulminate de mercure;
- ✓ chlore;
- ✓ poussière de ciment;
- ✓ sels de potassium (mines de potasse).

Les symptômes de rhinite et conjonctivite, l'essoufflement et le prurit sont plus fréquents parmi les ouvriers du chromage électrolytique. Les ouvriers de ce type d'industrie, excréant plus de 15 µg chrome par g. de créatinine, ont des perturbations

des mesures spirométriques, par exemple une réduction. Par conséquent, il est logique de conclure que l'exposition chronique aux fumées d'acide chromique peut causer la maladie pulmonaire obstructive chronique.

L'exposition chronique à l'acide chromique (hexavalent) peut causer de la pharyngite et de la laryngite. De l'œsophagite, gastrite et ulcères d'estomac ont été décrits parmi des ouvriers exposés aux sels hexavalents du chrome (Bastarache., 2000).

III.5.9.3. Voies respiratoire

L'asthme professionnel s'est rencontré parmi les ouvriers exposés aux vapeurs d'acide chromique, aux composés hexavalents du chrome présents dans la bauxite utilisée dans la production de l'aluminium, et au chrome hexavalent dans les fumées de soudure (Bastarache., 2000).

La réaction bronchospastique peut être de type retardé et accompagnée d'une réaction anaphylactoïde comprenant l'urticaire, le gonflement de la peau et une augmentation de l'histamine de sérique. L'inhalation de sels trivalents du chrome peut également causer de l'asthme professionnel (sulfate de chrome).

On a observé également de la pneumoconiose après exposition à la poussière de minerai de chromite (Bastarache., 2000).

III.5.9.4. Cancérogènes

Plusieurs études épidémiologiques menées dans l'industrie de la production des chromates et des pigments à base de chromate ont démontré que celle-ci comporte un risque accru de cancer pulmonaire, sans que les composés responsables n'aient pu être identifiés. Des études chez les ouvriers de l'électrolyse (plaqueurs), qui sont principalement exposés au trioxyde de chrome, rapportent également une augmentation des cancers pulmonaires, sans qu'il soit possible d'établir une relation dose-réponse claire (Bavoux et al., 2009).

Le trioxyde de chrome est considéré comme les autres composés du chrome (VI) cancérogène pour l'homme par le CIRC (Bavoux et al., 2009).

III.5.9.5. Génotoxicité

Quelques études ont été conduites chez des travailleurs exposés au chrome VI chez lesquels les lymphocytes circulants ont été isolés et examinés à la recherche d'aberrations chromosomiques, de micronoyaux, d'échanges de chromatides sœurs et de modifications du nombre de chromosomes. En général, dans les études bien menées, les résultats sont négatifs y compris dans les entreprises d'électrolyse. Certaines donnent des résultats positifs mais il s'agit pour la plupart d'études de qualité médiocre (Bavoux et al., 2009).

III.5.10. La toxicité des végétaux par le chrome

L'évacuation des rejets liquides par des canaux vers l'oued influe négativement et directement sur l'écosystème surtout sur les végétaux (djennas et al, 2003).

Le chrome quant à lui s'accumule facilement dans les plantes aquatiques, les facteurs de bioaccumulation typiques signalés vont de 100 à 1000. En générale, le chrome hexavalent est absorbé dans les cellules plus facilement comme le chrome trivalent, comme pour le plomb et le cadmium, la biodisponibilité du chrome pour les plantes, ainsi que son absorption dépendent des caractéristiques physico-chimique du milieu (djennas et al, 2003).

III.6. LE PLOMB

III.6.1. Propriétés physico-chimiques

Symbole : Pb

concentration dans la croûte terrestre : 0,002%

Numéro atomique : 82

Poids atomique : 207,2

Structure du cristal : cubique à faces centrées avec une distance interatomique minimale de 3,492Å

Valences : +2et+4

rayon ionique de Pb^{2+} : 1,20Å

Densité : d_4^{20} = 11,34

Point de fusion : 327 ,43 °C

Point d'ébullition : 1 740 °C

Le plomb est un métal gris bleuté, brillant, qui se ternit à l'air. Il est mou, malléable, flexible, facile à tréfiler tant qu'il est sous la forme de gros fils. Il est relativement peu sensible à la fatigue mécanique. Le gaz carbonique accroît cette résistance, l'oxygène la diminue.

Le plomb pratiquement insensible à la fatigue thermique. Il a une faible conductivité électrique. De plus, sa masse élevée lui confère un important pouvoir d'absorption des rayonnements électromagnétiques, Xety notamment (Cézard et Haguenoer, 1992).

III.6.2. Utilisation du Plomb

La fabrication des accumulateurs constitue la principale utilisation du plomb (environ 50 % de la consommation totale). Les caractères d'imprimerie, les gaines de câbles électriques et les tuyaux pour les canalisations d'eau et de gaz constituaient des marchés importants qui ont considérablement diminué. D'autres comme les bandes et les tables de plomb laminé pour les couvertures et l'insonorisation dans le bâtiment, le plomb de chasse, les capsules de bouteilles et les métaux d'apport pour soudures se maintiennent ou éventuellement progressent.

Les plaques de plomb sont utilisées dans la lutte contre la corrosion (industrie chimique) et dans la protection contre les rayonnements (installations utilisant les rayons X ou γ , énergie nucléaire). Le plomb entre dans la composition de nombreux alliages à bas point de fusion et d'alliages antifriction (avec de l'étain ou du cuivre). Les composés chimiques du plomb sont importants pour leurs applications industrielles: matière active des accumulateurs, cristallerie, verrerie technique (tubes de télévision), fabrication des pigments, de peintures anticorrosion, de stabilisants pour les plastiques, de glaçures pour les céramiques et les poteries, etc. Les additifs à base de plomb (plomb tétraéthyle) ont joué un rôle important dans l'industrie des carburants grâce à leurs propriétés antidétonantes, mais sont de moins en moins employés à cause de la pollution atmosphérique qu'ils engendrent.

Les principales sources de plomb se trouvent en Australie, aux Etats-Unis, au Canada, au Mexique, au Pérou et en Russie. Les Etats-Unis consomment la moitié de la production mondiale. (Di Benedetto, 1997).

III.6.3. Les voies d'exposition de Plomb

Le plomb peut pénétrer dans l'organisme humain par trois voies :

- ✓ **Par inhalation de vapeur de plomb ou de poussières (oxyde de plomb)**
par ingestion, qu'il s'agisse du plomb d'abord inhalé et ingéré à la suite des processus d'épuration pulmonaire, ou du plomb ingéré directement avec les aliments ou avec les poussières se trouvant sur les mains ou les objets portés à la bouche notamment chez le jeune enfant (Semde., 2005).

- ✓ **Par voie cutanée, plus rarement**
L'importance relative de ces différentes voies diffère selon qu'il s'agit d'un enfant ou d'un adulte. Un soudeur découpant au chalumeau des plaques métalliques respirera des fumées plombifères. L'inhalation sera donc une voie d'imprégnation importante pour les travailleurs. En revanche, un jeune enfant vivant dans un immeuble ancien, revêtu de peintures au plomb vétustes et dégradées, ingérera du plomb par l'intermédiaire des poussières et des écailles des vieilles peintures (Semde., 2005).

- ✓ **Chez le jeune enfant**, le tube digestif est la principale voie d'entrée du plomb dans l'organisme. L'absorption des dérivés inorganiques du plomb est d'autant plus élevée que le composé considéré est plus hydrosoluble et que les particules ingérées sont de plus petites tailles. L'absorption digestive du plomb est augmentée par la vitamine D, les régimes riches en graisses ou carencés en calcium et en fer. Dans le cas particulier du fœtus, le plomb, au travers de la barrière placentaire, passe de la mère à l'enfant. Le plomb passe également après la naissance à l'enfant au travers du lait maternel (Semde., 2005).

III.6.4. Les composés toxiques du Plomb

Le carbonate basique de plomb $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ aussi appelé céruse, ce produit est instable dans les conditions suivantes :

lorsqu'il est chauffé il se décompose à 400 degrés Celsius en émettant du monoxyde de plomb, du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone (Bastarache., 2002).

Les frites de plomb (dont le monosilicate de plomb et le bisilicate de plomb) Dans la littérature pertinente nous n'avons pas retrouvé de produits de dégradation thermique pour les frites de plomb suivantes :

Le bisilicate de plomb, le sesquisilicate de plomb et le borosilicate de plomb Par contre le silicate de plomb, $PbO.SiO_2$, émet des fumées toxiques de plomb lorsque chauffé jusqu'à décomposition (Bastarache., 2002).

Les oxydes de plomb rouge Pb_3O_4 (ou minium), Ce produit est instable dans les conditions suivantes :

Lorsqu'il est chauffé jusqu'à sa décomposition (plus de 500 degrés Celsius), il y a dégagement d'oxygène et émission de fumées toxiques de plomb (Bastarache., 2002).

Les oxydes de plomb jaune PbO (ou litharge) Ce produit est instable dans les conditions suivantes :

Lorsqu'il est chauffé il se transforme en tétr oxyde de plomb entre 300 et 400 degrés Celsius (Bastarache., 2002).

III.6.5. Toxicité de Plomb

III.6.5.1. Toxicité de l'homme par le Plomb

L'intoxication, en milieu professionnel, peut survenir après inhalation (poussières ou fumées) ou ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée) de plomb ou de ses composés minéraux.

L'enfant est plus sensible aux effets de plomb, mais cet aspect pas détaillé dans ce document (Bonnard et al., 2006).

✓ Effets sur le système nerveux :

Le plomb est responsable d'atteintes neurologiques. En cas d'intoxications massives, l'effet neurotoxique du plomb peut se traduire par une encéphalopathie convulsivante pouvant aller jusqu'au décès. En cas d'intoxication moins sévère, on a observé des troubles neurocomportementaux et une détérioration intellectuelle (Semde., 2005).

L'action sur le système nerveux se traduit par une encéphalopathie et une neuropathie périphérique. Les effets centraux prédominent chez l'animal jeune alors que les effets périphériques l'adulte l'encéphalopathie est observée chez la souris et chez le singe (Bonnard et al., 2006).

✓ **Effets sur la moëlle osseuse et le sang :**

Le plomb bloque plusieurs enzymes nécessaires à la synthèse de l'hémoglobine. Ces effets sanguins aboutissent à une diminution du nombre des globules rouges et à une anémie (Semde., 2005).

L'os est le principal lieu de stockage du plomb. Certains événements, comme des fractures ou des traitements chélateurs mal réalisés, peuvent provoquer une mobilisation importante du métal provoquant des symptômes aigus parfois graves en relation avec l'élévation de la plombémie (Bonnard et al., 2006).

III.6.5.2. Toxicité des animaux par le Plomb

L'intoxication clinique par le plomb chez les bovins est une cause importante de perte économique dans les troupeaux de boucherie et laitiers. L'intoxication par le plomb est fréquente et des cas individuels d'animaux intoxiqués par le plomb sont souvent présentés aux médecins vétérinaires. On doit également envisager la possibilité de résidus de plomb chez les bovins exposés, mais asymptomatiques. Parfois, on observe une épidémie de cas d'intoxication après l'exposition de troupeaux à une source de plomb. Les vétérinaires prélèvent fréquemment des échantillons de sang ou de tissus à des fins d'analyse pour confirmer le diagnostic chez les animaux présentant des signes cliniques. Cependant, ils n'effectuent pas un dépistage systématique des animaux asymptomatiques dans ces troupeaux pour démontrer qu'ils ont été exposés.

Tous les troupeaux incluaient des bovins asymptomatiques présentant des concentrations élevées de plomb dans le sang. Lorsque l'exposition de troupeaux à du plomb entraîne des signes cliniques, tous les bovins doivent être testés avant leur vente ou leur abattage afin de réduire la possibilité d'introduire du plomb dans la chaîne alimentaire (Checkley et al., 2002).

III.6.5.3. Toxicité des végétaux par le Plomb

La fraction de plomb pénétrant dans le symplaste est faible et rapidement séquestrée dans les cellules. Néanmoins, elle cause une grande diversité d'effets néfastes dans les plantes. Ces effets ont déjà fait l'objet de très nombreuses publications ainsi que plusieurs revues bibliographiques (Singh et al., 1997; Seregin et Ivanov, 2001; Patra et al., 2004; Sharma et Dubey, 2005 in Pourrut.,2008).

Le premier point important à souligner, est que ces effets varient en fonction de la

durée d'exposition, de l'intensité du stress, du stade de développement de la plante, des organes considérés et évidemment des espèces étudiées voire même du cultivar. Les effets présentés ci-dessous sont donc des tendances générales.

Le deuxième point important à noter, est que, dans leur grande majorité, les études d'impact du plomb sont réalisées à des concentrations très importantes, souvent létales, de l'ordre du millimolaire et quasi exclusivement en culture hydroponique (environ 2 publications sur 3). Il est évident qu'à de telles concentrations, les effets observés sont multiples et très significatifs. Cependant, d'un point de vue environnemental, ces résultats n'ont que peu de significativité, car ces teneurs dépassent très largement celles pouvant se retrouver dans la solution du sol, même dans des sites fortement contaminés. Une étude réalisée par Jopony et Young (1994), portant sur cent sites pollués au plomb, a montré que les concentrations de ce métal dans la solution de sol étaient comprises entre 3,5 ppb et 3,5 ppm. Ces concentrations correspondent, par exemple, en hydrophone, à des concentrations en $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ comprises entre environ 17 nM et 17 μM . C'est pourquoi, au cours de cette revue bibliographique sur les effets du plomb, nous considérerons, avec une attention plus particulière, les effets de « faibles » doses de plomb (de l'ordre du micromolaire ou moins), lorsque ces données existent (Pourrut., 2008).

Conclusion

La nature est le lieu où vivent tous les êtres vivants et pour assurer son équilibre, on doit protéger ces différents éléments. Parmi ces derniers « l'eau » qui est la base de vie. Cette ressource est très importante dans les différents domaines (industriel, les besoins domestiques, agricole...).

Dans notre étude, nous visons à reconnaître la pollution des eaux et ses dangers dont nous distinguons plusieurs polluants de l'eau, parmi ces derniers les métaux lourds surtout le chrome « Cr » et le plomb « Pb » sont les plus dangereux du fait que leurs intoxications peuvent se transmettre aux êtres vivants par différents moyens (l'inhalation, digestion et par le contact cutané), puis ils s'accumulent dans les tissus des êtres vivants. Ces métaux se transmettent ensuite dans leurs organes en causant plusieurs maladies, soit chez l'homme ou chez les animaux ont causés plusieurs maladies tel que: Maladies gastriques et cutanées, le cancer qui peut toucher plusieurs organes surtout le cancer des poumons. Ces molécules toxiques causent aussi des maladies internes et des graves brûlures, Des effets dangereux sur le système nerveux et le sang, des variations génétiques, des maladies de l'appareil respiratoire qui se transmettent par inhalation, elles entraînent de mauvais effets sur la membrane muqueuse.

Comme il y a d'autres effets très dangereux sur les animaux, parce que ses molécules toxiques propagent au sang puis elles s'accumulent en causant l'allergie et autres maladies très graves, de sorte qu'elles se transmettent de l'eau polluée par ces métaux lourds aux végétaux puis aux animaux.

Références bibliographiques

- 1) **Anonyme,(2012)** :eau http://www.futurasciences.com/fr/definition/t/developpement-durable-2/d/eau_5715/#xtor=AL-40
- 2) **Anonyme.(2004)**. États des lieux des sous-bassins hydrographiques.
Ministère de la Région wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement. 101p
- 3) **Anonyme.(2001)**. (<http://www.sos-planete-eau.org>)
- 4) **Bastarache Edouard., (2000)**. Le chrome et ses composés.
Auteur de « Substitutions de matériaux céramiques complexes » Tracy, Québec, Canada(http://smart2000.pagesperso-orange.fr/chrome_chromium.htm)
- 5) **Bastarache Edouard., (2002)**. Le Plomb Inorganique et céramique.
Auteur de « Substitutions de matériaux céramiques complexes » Sorel-Tracy, Québec, Canada.(<http://smart2000.pagesperso-orange.fr/plomb.htm>)
- 6) **Bavoux C ., Bonnard N., Jargot D., Lafon D. (2009)**. trioxyde de chrome.
Institut national de recherche et de sécurité .Paris. 8p
- 7)**Bloundi M. (2005)**. Etude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental): Impacts Des facteurs anthropiques, thèse de Doctorat, Sciences de la Terre et de l'Univers . Université Mohamed V-(Agdal). 238 p.
- 8) **Bonnard N., Falcy M., Hesbert A., Jargot D., Pillière F., Schneider O., Serre P. (2006)**. Plomb et composés minéraux.
Institut national de recherche et de sécurité .Paris. 12 p
- 9) **Bouberbara A., Bouabdallah S., (2011)**. Suivi du rendement de la STEP Ibn Ziad, impact des eaux traitées sur la contamination des sédiments de l'oued Rhumel par les E.T.M (Zn, Cu, Cr et Pb) et estimation de la qualité de la boue.
Diplôme d'ingénieur d'état en écologie et environnement.Univ Constantine 107p
- 10) **Boucheseiche Claire., Cremille Etienne., Pelte Thomas., Pojer Katy.(2002)**.
Guide technique n° 7 – Pollution Toxique et écotoxicologie. Agence de l'Eau Artois Picardie. 112p
- 11) **Boucheseiche Claire., Cremille Etienne., Pelte Thomas., Pojer Katy.(2002)**.
Guide technique N° 7 Pollution Toxique et écotoxicologie. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse 82p
- 12) **Bouزيد Djamel., Boulkraa Zoubir. (2008)**. Les paramètres physico-chimiques et le dosage des métaux lourds au niveau d'Oued Ez-zatine d'Ain el kebira.

Mémoire D'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Univ Ferhat Abbas, setif. 44p

13) Cézard Christine., Haguenoer Jean-Marie. (1992). Toxicologie Du Plomb Chez L'homme.

Technique et Documentation-Lavoisier. Édition Médicales Internationales., Paris. 5 p

14) Checkley Sylvia., Waldner Cheryl., Blakley Barry. (2002). L'intoxication par le plomb chez les bovins : implications pour la salubrité des aliments.

Département des sciences cliniques des grands animaux. Université de saskatchewan canada. 6 p

15) Djennas, nadjat ., Mecharbet, souhila ., Mimeche, saida,(2003).

contribution à l'étude de la pollution des eaux de oued mouttas, DUEA en biologie, univ Jijel 32 p

16) Emilian, koller.,(2009) .Traitement des pollutions industrielles. 2^eéditions, dunod, paris, 21p

17) Husson R. (2010).Bon Voyage D'eau. Aquawale.107p

18) J. Molénat, J.M. Dorioz, C. Gascuel et G. Gruau., (2011).

Les pollutions de l'eau dans les bassins versants agricoles : natures, sources et mécanismes de transfert. http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/TerritEau/CONNA_ISSA_NCES/Polluants_de_l_eau/.9p

19) L. Ritter, K.R. Solomon, J. Forget et M. Stemeroff et C. O'Leary.(1995).

Les Polluants Organiques Persistants. Le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISSC) dans le cadre du Programme interorganisations de gestion

écologiquement rationnelle des produits chimiques (IOMC) Canada .56p

20) Lachambre Malika et Fisson Cédric. (2007).La contamination chimique.

Préfecture de Région Haute-Normandie Pôle Environnement et Développement Durable. Financements
État français – Europe. 9p

21) Laurent, François et Dupont, Nadia., (2011).L'eau Dans Le Milieu.

Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/.53p>

22) Lothaire zilliox. (2000). Pollution et épuration des eaux. Texte de la 28⁷e conférence de

l'Université de tous les savoirs donnée le 13 octobre 2000. 11 p

- 23) M. Di Benedetto. (1997).** Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation.
Les métaux lourds. École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne 49p
- 24) Pichard Annick., (2005).** Chrome et Ses Dérives.
INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. 80p
- 25) Picot André.(2001).** Les Métaux Lourds : De Grand Toxiques. Ingénieur chimiste (toxicologie). L'Association Toxicologie – CNAM (Paris).8p
- 26) Pourrut Bertrand. (2008).** Implication du stress oxydatif dans la toxicité du plomb sur une plante modèle, Vicia faba.
Thèse Doctorat de L'université de Toulouse. 285 p
- 27) Ramade, François.,(2005).** Éléments d'écologie., écologie appliquée. 6^e éditions., dunod, paris, 302-317p
- 28) Reichl Franz-Xavier et al. (2010).** Guide Pratique de Toxicologie.2^e édition de Boeck Université. Bruxelles. 168p
- 29) Rodier Jean ., Legube Bernard., Merlet Nicole. (2009).** L'analyse de L'eau. 9^e Edition, Dunod, Paris.33-35p
- 30) Semde Idrissa. (2005).** Contribution Du Burkina Faso a L'étude Sur Le Plomb et Le Cadmium. Ingénieur d'État du Génie de l'Environnement.
Ministère de l'Environnement Et du Cadre de Vie. Burkina Faso. 26 P
- 31) Touati, Myriam .(2002).** Consommation D'eau par Les Secteurs Industriels.
Étude conduite par Planiste France pour le compte du Ministère de l'Écologie et du Développement durable Direction des Études et de l'Évaluation Environnementale (D4E) Sous-directions des Politiques Environnementales. 97 p

Présenté par :

**GHORAB Djalal
HAMMADA Louanas**

Promoteur :

**Dr. BOUNAMOUS
Azzedine**

Thème :

Pollution des eaux par les métaux lourds :

Plomb-Chrome

Résumé :

La pollution des eaux conduit généralement de dégât important aux différents êtres vivants. A cet effet les métaux lourds comme, par exemple, le plomb et le chrome qui sont très dangereux, peuvent être transmis de différentes voies telles que l'inhalation, l'ingestion et le contact cutané pour s'accumuler dans les tissus. Ainsi ils peuvent donc être transmis aux différents organes ce qui entraîne une intoxication se traduisant par les graves maladies, comme par exemple chez l'être humain on a le cancer, les gastrites les maladies du système nerveux et celle du sang.

Cependant il fait signaler que ces molécule touchent aussi les animaux d'une façon directe lors de l'abreuvement ou indirectement par broutage des herbes des eaux usées ou arrosées par celle-ci de ce fait elles seront accumulées dans le sang pour être ensuite ventilées aux différents organes de l'organisme de l'animal.

Mots-clefs : l'eau, pollution de l'eau, métaux lourds , le chrome et le plomb.

Summary:

Water pollution generally leads to significant damage to the various living beings. For this purpose heavy metals , for example, lead and chromium both are very dangerous, they can be transmitted in different ways such as inhalation, ingestion and dermal contact to accumulate in tissues. Thus they can be transmitted to the various organs which causes intoxication resulting in severe diseases, such as in humans we have cancer, gastritis, nervous system desaes and so as blood.

However these molecules also affect animals in a direct way when they drink from water or indirectly by mounting grass waste water by it thus they will be accumulated in the blood to be broken down to different organs follows of the body of the animal.

Key words: water, water pollution , heavy metals, chromium and lead.

ملخص :

التلوث المائي يؤدي إلى أضرار كثيرة على الكائنات الحية ، وخاصة عندما يكون التلوث بواسطة المعادن الثقيلة ، مثل الكروم و الرصاص الأكثر خطورة والتي يمكن أن تنتقل إلى الكائنات الحية عن طريق : الشم ، البلع أو بلامسة الجلد . وبذلك تحدث لها عملية تجمع داخل أنسجة الكائنات الحية ثم تنتقل بين مختلف الأعضاء مسببة تسممها وإصابتها بأمراض خطيرة ، فتسبب للإنسان عدة أضرار منها : أمراض جلدية معدية ، السرطان ، تأثر على الجهاز العصبي والدم.

كما أن جزيئات هذه المعادن تسبب أضرار عديدة على الحيوانات وذلك بانتقال هذه الجزيئات السامة من الماء الملوث بالمعادن الثقيلة إلى النبات ثم إلى الحيوان (يمكن أن تتجمع في الدم) مسببة تسمم جميع الأنواع الحية التي تمر بها،

الكلمات المفتاحية

:الماء ، التلوث المائي،المعادن الثقيلة،الكروم و الرصاص.

