

***I. Rejets***  
***Hospitaliers***

***II. Les substances  
suspectées d'être à  
l'origine de pollution  
des effluents  
hospitaliers***

# ***III. Méthodes et matériels d'analyse***

## *IV. Résultats et discussions*

***Introduction***  
***Générale***

*Conclusion*  
*Générale*

*Partie*

*Bibliographique*

*Partie*  
*expérimentale*

*Références  
bibliographiques*

# *Annexes*



## Conclusion générale

---

La gestion des déchets liquides hospitaliers est plus délicate, cette problématique devient de plus en plus importante. Une personne hospitalisée est par définition malade et en cours de traitement. Cette personne va donc rejeter par ses excréments et urines jusqu'à 60 % des médicaments, des milliards de virus, bactéries et parasites. Sa présence dans l'hôpital induit des rejets chimiques contenant des désinfectants et solvants nécessaires à l'entretien et l'hygiène des locaux. Les hôpitaux ne connaissant pas leur consommation en eau, il est très difficile d'estimer la production en effluents dirigés au même titre que les rejets urbains classiques, vers le milieu naturel (Oued Cheffa) sans traitement préalable.

L'objectif essentiel de notre travail consiste à évaluer les paramètres de pollution du service psychiatrique Ibn Djeddar de l'hôpital Frantz Fanon Blida.

Nous avons relevé dans cette étude que

- Le service de psychiatrie est un grand consommateur d'eau, les volumes rejetés sont également importants.
- La nature et la composition des effluents produits par l'établissement sont très diversifiées à savoir : les produits désinfectants, les antiseptiques, les germes pathogènes, les médicaments, certaines métaux lourds, les détergents, les graisses. Le taux de ces produits est variable. Il dépend de la nature de l'activité au sein de l'établissement. Ils présentent des risques de nature infectieux et toxiques susceptibles de générer une pollution de l'environnement.
- La totalité des rejets liquides de l'établissement sont évacués directement dans le milieu naturel sans aucun prétraitement.
- Les composantes du réseau d'assainissement à l'intérieur du service ne subissent aucune opération d'entretien.
- Le personnel du service et de l'établissement en générale n'est pas formé et pas sensibilisé sur différents aspects de gestion des effluents liquides en milieu hospitalier.

Ce travail nous a permis de connaître qu'est ce qu'un effluent hospitalier, les substances suspectées d'être à l'origine de la pollution de ces effluents, nous a permis aussi de les caractériser en utilisant plusieurs analyses.

D'après les analyses faites au niveau de laboratoire de l'institut professionnel de Sidi AEK et au sein de notre département ainsi qu'à l'université de Boumerdes, on constate que notre effluent n'obéit pas aux normes réglementaires, les valeurs maximales trouvées sont très

## Conclusion générale

---

étroites de celles de la norme ( $MES_{max} = 2674 \text{ mg/l}$ ,  $DCO_{max} = 6954 \text{ mg/l}$ ,  $DBO5_{max} = 940 \text{ mg/l}$ ,  $\text{max} = 1697 \text{ } \mu\text{S/cm}$ , et un pH légèrement alcalin,  $Cd_{max} = 0.49 \text{ mg/l}$ ,  $Zn_{max} = 0.70 \text{ mg/l}$ ,  $Fe_{max} = 0.64 \text{ mg/l}$ ,  $Cu_{max} = 0.80 \text{ mg/l}$  ainsi que la fluorescence X a donné des valeurs importantes sous forme d'oxydes dans la matière solide en suspension.

Il était dans notre intérêt de faire un traitement après l'analyse des paramètres de pollution a fin de justifier la mise en place d'une micro station d'épuration, mais l'empêchement a été du a un manque de moyens.

Il est recommandé, qu'au sein même de l'établissement hospitalier, que le devenir des déchets liquides doit être pris en charge, en sensibilisant notamment le personnel sur l'impact de ses rejets et en organisant le tri et la collecte à la source des déchets présentant les risques les plus élevés.

Une micro station d'épuration peut améliorer la qualité des effluents des services psychiatriques de BLIDA, ses derniers sont raccordés au réseau d'assainissement de l'hôpital ou ils vont subir une forte dilution.

## *Remerciements*

*Je remercie Dieu le clément de m'avoir aidé durant toute ma scolarité et sur lequel je compte pour atteindre mon but.*

*En premier lieu, j'exprime toute ma gratitude à mon encadreur madame CHEMAT Zoubida pour avoir accepté de diriger mon travail, pour son dévouement, ses précieux conseils, ses encouragements et sa patience.*

*J'exprime toute ma gratitude à Madame Hadj Ziane la responsable du Master.*

*Mon respect s'adresse aux membres du jury qui m'ont offert l'honneur d'apprécier ce travail.*

*Mes sincères remerciements s'adressent aux personnels de :*

*L'hôpital Frantz fanon et spécialement au service de l'environnement sous la direction de M. Abd Nour BACHA*

*L'institut de sidí AEK spécialement le laboratoire « traitement des eaux », M. ACHOURI, M<sup>lles</sup> Soumia et Manel.*

*Je tiens à présenter par la même occasion tout mon respect à tous les enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au cycle universitaire.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma période d'étude, et pour leurs sacrifices consentis .A ceux qui ont toujours voulu que je sois la meilleure : A ma mère et mon père.*

*Ma très chère Ikram*

*Mon très cher Zinou*

*Toute ma famille*

*A mes amis filles et garçons et spécialement : Amina, Aziz, Belkis, Fateh, Ghanou, Hichem, Sarah, Salima*

*A tous les étudiants du CSE 2010-2011*

*Ainsi qu'aux autres que j'avais connus depuis mon enfance à ce jour.*

*Soumia LATBI*

## LISTE DES FIGURES

Figure II.1	Représentation des achats en volumes de produits utilisés par les services de soins et les laboratoires au Centre Hospitalier du Havre en 1996	19
Figure II.2	Représentation modèle d'un tensioactif	19
Figure II.3.	Entrée principale de l'hôpital	27
Figure II.4.	Ancienne STEP de l'hôpital	27
Figure III.1.	Prélèvements et conditionnement des échantillons	31
Figure III.2.	Mesure du pH	32
Figure III.3.	Mesure de la conductivité	33
Figure III.4.	Dispositif de la filtration	34
Figure III.5.	La centrifugeuse	35
Figure III.6.	Mesure de la DCO	36
Figure III.7.	Mesure de la DBO <sub>5</sub>	37
Figure IV.1.	Spectres de fluorescence des éléments présents dans l'échantillon	46
Figure IV.2.	Histogramme présente la variation des échantillons moyens des trois mois en fonction de temps	51
Figure IV.3.	Histogramme présente la variation des échantillons moyens des trois mois en fonction de temps	52
Figure V.1.	Schéma du fonctionnement d'une micro station d'épuration	54

## LISTE DES TABLEUX

Tableau I.1.	Classes de turbidité usuelles (NTU, Nephelometric turbidity unit)	9
Tableau I.2.	Rapport de biodégradabilité	12
Tableau I.3.	Valeurs limites maximales des eaux usées autres que domestiques	14
Tableau I.4.	Normes réglementaires des effluents hospitaliers	15
Tableau II.1.	Traitement approprié à chaque métal	22
Tableau IV.1.	Résultats d'analyse physico-chimique de l'échantillon du mois d'avril	41
Tableau IV.2.	Résultats d'analyse des métaux lourds de l'échantillon du mois d'avril	42
Tableau IV.3.	Résultats d'analyse physico-chimique de l'échantillon du mois de mai	43
Tableau IV.4.	Résultats d'analyse des métaux lourds de l'échantillon du mois de mai	44
Tableau IV.5.	Résultats d'analyse physico-chimique de l'échantillon du mois de juin	45
Tableau IV.6.	Résultats d'analyse des métaux lourds de l'échantillon du mois de juin	45
Tableau IV.7.	Concentration en (%) des éléments présents dans le précipité	47
Tableau IV.8.	Rendement d'épuration d'une micro station d'épuration	56

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AOX : Halogène Organique Adsorbable

°C: Degré Celsius

CHU: Centre Hospitalier Universitaire

CHH : Centre Hospitalier du Havre

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DCO: Demande Chimique de l'Oxygène

DRASS : Direction Régional des Administrations Sanitaires et Sociales

MES : matières en suspensions

MVS : Matières Volatiles en Suspensions

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel d'Hydrogène

SFHH : Société Française d'Hygiène Hospitalière

STEP: Station d'épuration

µS : micro Siemens

## **Résumé**

Les effluents hospitaliers posent plusieurs problèmes environnementaux si ces derniers sont rejetés directement dans le milieu récepteur (cours d'eau, sol, rivières.....) sans aucun traitement préalable.

Les différentes analyses (physico-chimique, adsorption atomique, fluorescence X) faites sur les effluents liquides du service Ibn Djezzar de BLIDA, nous ont permis d'évaluer la gravité et la toxicité du rejet, (MES allons jusqu'à environs 2500 mg/L, la DCO dépasse 6000 mg/L, la DBO5 supérieure à 900 mg/L, la conductivité est de 1697  $\mu$ S/cm, et un pH légèrement alcalin, pour les métaux lourds, Cd max = 0.49 mg/L, Zn max = 0.70 mg/L, Fe max = 0.64 mg/L, Cu max = 0.80 mg/L.

Pour cela, l'installation d'une micro station d'épuration par boues activées est nécessaire afin de minimiser la pollution du milieu récepteur.

Mots clés : Rejets Liquides Hospitaliers, Service Psychiatrique, Métaux Lourds

## **Abstract**

The hospital wastes lead to various environmental problems if they are thrown directly in the natural area (water stream, soil, rivers...etc) without any adequate treatment.

Several analyses (physical-chemical, atomic adsorption, fluorescence X) applied on various liquid wastes of Ibn Djezzar Medical sector of BLIDA have led us to evaluate the danger and the toxic of wastes, (MES going up around 2500 mg/l, DCO exceeds 6000 mg/l, DBO5 than 900 mg/l, conductivity is 1697  $\mu$ S/cm, and a pH slightly alkaline, for heavy metals Cd max = 0.49 mg/l, Zn max = 0.70 mg/l, Fe max = 0.64 mg/l, Cu max = 0.80mg/l.

As a result, we suggest the setting of a micro plant to clean water wastes by activating mud in order to minimize the pollution of the environmental areas.

Keywords: Hospital Wastes, Psychiatric Sector, Heavy Metals

النفايات السائلة الصادرة من المستشفى  
(الأنهار الوديان.....)

بيئية عديدة خروج البيئة الم  
( X ) التي قمنا بها  
نفايات البلدية تقييم هذه النفايات السامة  
/ 2674=MES) / 6954 = max DCO / 940 =DBO5 max  
μS/cm 1697=X, القلوية قليلا ، / 0.49 =Cdmax / 0.70 = Zn max  
/ 0.64 =Fe max, / 0.80=Cumax, .

لهذا البيئة  
صغيرة مياه تشغل بواسطة الكائنات الدقيقة

الرئيسية: النفايات النفسية، الثقيلة.

# SOMMAIRE

---

Introduction	2
I. Rejets liquides hospitaliers	6
I.1. Les Effluents Hospitaliers	6
I.2. Typologie des effluents liquides hospitaliers	7
I.3. Caractérisation des effluents hospitaliers	8
I.3.1. Paramètres physiques	8
I.3.2. Paramètres chimiques	10
I.4. Les normes des rejets	13
I.5. Les risques représentés par les effluents hospitaliers	15
II. Les substances suspectées d'être à l'origine de la pollution des effluents hospitaliers	18
II.1. Les détergents	19
II.2. Désinfectants	20
II.3. Les métaux lourds	21
II.4. Substances inorganiques ciblées	23
II.4.1. Le cuivre et son effet sur la santé et l'environnement	23
II.4.2. Le zinc et son effet sur la santé et l'environnement	23
II.4.3. Le cadmium et son effet sur la santé et l'environnement	24
II.5. Résidus médicamenteux	24
II.6. Les médicaments psychotropes	25
II.7. description de l'hôpital et les services de psychiatrie	26
III. Matériels et Méthodes	30
III.1. Le service ciblé	30
III.2. Horaires de prélèvement	30
III.3. Méthode de prélèvement et traitement des échantillons	30
III.4. Evaluation des paramètres physico-chimiques	31
III.4.1. Mesure des débits	31
III.4.2. Mesure de température	32

## SOMMAIRE

---

III.4.3. Mesure de pH	32
III.4.4. Mesure de conductivité	32
III.4.5. Mesure de MES	33
III.4.6. Mesure de DCO	35
III.4.7. Mesure de DBO <sub>5</sub>	37
III.4.8.La détection des métaux lourds	38
III.4.9.L'analyse chimique par Fluorescence X	39
IV. Résultats et discussion	41
IV.1. Résultats des échantillons	41
IV.2. Résultats d'analyse fluorescences X	46
IV.3. Discussion et interprétation des résultats	49
IV.3.1.La Température	49
IV.3.2.Le pH	49
IV.3.3.La conductivité	49
IV.3.4.Les MES	49
IV.3.5.La DCO	50
IV.3.6.La DBO <sub>5</sub>	50
IV.3.7.Rapport de la biodégradabilité	50
IV.3.8.Les métaux lourds	50
IV.3.9.L'analyse chimique par Fluorescence X	53
IV.4. Conclusion	53
IV.5. Perspective	52
IV.6.1. Proposition d'une micro station d'épuration	52
IV.6.1. Caractéristiques des micros station d'épuration	55
IV.6.2.Avantages de la micro-station d'épuration	55
Conclusion générale	58
Bibliographie	
Annexes	

## Introduction générale

Depuis quelques années, les scientifiques ont commencé à s'intéresser aux problèmes liés à l'environnement. Parmi les options techniques considérées, le traitement des eaux usées pour d'éventuelles réutilisations semble un objectif. Dans cette perspective la problématique des effluents hospitaliers devient de plus en plus importante puisqu'elle se place dans le contexte de la faible potentialité du traitement par les stations d'épuration STEP. Par ailleurs, dans de nombreux pays en voie de développement, les effluents liquides hospitaliers générés par les communautés sont rejetées directement dans le milieu récepteur (les cours d'eau ou les sols) le plus souvent sans aucun traitement au préalable.

Les hôpitaux pourraient être à l'origine d'une pollution dont il faut tenir compte dans une démarche générale d'évaluation du risque sanitaire et environnemental. L'importance des volumes d'eau consommés aboutit à des flux de pollution ramenés à un lit d'hôpital supérieurs à ceux définis pour un équivalent habitant. De plus il semble que les rejets de certains services (radiothérapie, service de contagieux, ...) puissent être considérés à risques. La gestion des déchets hospitaliers s'est bien généralisée et il est nécessaire de considérer le cas des rejets liquides.

Ces établissements utilisent beaucoup de substances chimiques dans la fourniture des soins de santé à la population. Après leur utilisation, ces composés ou leurs métabolites sont rejetés le plus souvent dans le réseau d'assainissement de l'hôpital, qui est raccordé au réseau d'assainissement urbain. Les composés émis via les rejets hospitaliers sont de natures très variées. En plus des composés habituellement trouvés, des composés plus spécifiques, et d'usages plus restreints sont trouvés. Ces composés dans l'environnement aquatique sous forme initiale ou métabolisée posent le double problème de la quantification de leur toxicité et des voies possibles de leur élimination.

Cette thèse se situe au cœur de la problématique des rejets liquides hospitaliers. Elle a pour ambition d'améliorer la connaissance des rejets d'effluents hospitaliers et de leurs effets sur les milieux aquatiques. L'étude comporte trois parties principales.

## Introduction générale

---

**La première partie** consiste en une revue bibliographique détaillée des différentes notions, concepts des rejets hospitaliers, les polluants théoriquement responsables de l'écotoxicité de l'effluent. Elle se divise en deux chapitres.

- Le premier chapitre présente les effluents hospitaliers.
- Le second s'attache plus particulièrement à comprendre et expliquer la présence de certains polluants dans l'effluent étudié, à faire un lien entre la toxicité des effluents et les activités de l'hôpital, les substances suspectées d'être à l'origine de la pollution des rejets liquides hospitaliers.

**La deuxième partie** présente le volet expérimental de l'étude. Elle se divise en deux chapitres.

- Le premier chapitre est consacré aux protocoles adoptés pour la caractérisation des rejets liquides du service psychiatriques ciblé. Ce dernier présente tout d'abord le site étudié et la procédure d'échantillonnage, puis décrit les méthodes de caractérisation physico-chimique.
- Le second chapitre répond et discute les différents résultats.

**La troisième et dernière partie** s'achève par une conclusion et des perspectives.

## I. Les effluents hospitaliers

Ce chapitre présente une revue bibliographique détaillée des connaissances existantes sur les effluents liquides hospitaliers : leur typologie, leur caractérisation, les molécules susceptibles d'être à l'origine de leur potentiel écotoxique et finalement, les normes concernant leur rejet.

### I.1. Les effluents liquides hospitaliers

L'hôpital est un grand consommateur de l'eau issue du réseau de distribution publique ajoutée à celle utilisée spécialement par l'établissement (eau stérile par exemple). Outre les volumes d'eau entrant dans l'hôpital qui sont importants, les rejets d'effluents sont également considérables.

Les usages de l'eau à l'hôpital sont très variés : usage alimentaire, sanitaire, technique et thérapeutique ; et génèrent donc différents types d'effluents. Pour avoir une première approche sur la situation actuelle du rejet des effluents des établissements hospitaliers, il est nécessaire d'identifier l'origine des rejets et de connaître ensuite les risques qu'ils peuvent générer pour pouvoir enfin formuler des recommandations pour remédier à la situation

Les eaux usées des établissements de soins présentent des spécificités :

- qualitatives car ces établissements rejettent des substances supplémentaires par rapport à celles commercialisées en ville, et pour certains d'entre-eux présente des substances à haute toxicité.
- quantitatives en raison de fortes consommations de médicaments induisant une contamination significative du réseau d'assainissement collectif.

Ce type d'effluents est assez mal caractérisé, même à l'échelle internationale, et l'importance de leur contribution dans la pollution globale entrant dans les STEP est faiblement documentée.

### I.2. Typologies des effluents liquides hospitaliers

D'un point de vu qualitatif, les effluents liquides hospitaliers peuvent être classés en trois grandes catégories [1-2] :

1. Les rejets d'origine domestique qui regroupent les eaux provenant des cuisines et les rejets résultant de l'hygiène des patients non contagieux et du personnel.
2. Les rejets assimilables à des effluents industriels qui sont générés par certains équipements spécifiques (blanchisseries, chaufferies, climatisations, ateliers, garages).
3. Les effluents spécifiques aux établissements de santé qui sont générés par les activités de soins, d'analyse et de recherche.

Cette dernière catégorie est responsable de la singularité des effluents hospitaliers et nécessite à ce titre, d'être détaillée. Les rejets liquides spécifiques aux activités médicales comprennent principalement :

1. Les effluents des services de soins qui contiennent des désinfectants, des détergents, des résidus médicamenteux, des rejets contenant des métaux ou encore des rejets contenant des germes pathogènes qui sont souvent polyrésistants aux antibiotiques : germes présents dans les rejets humains (salmonelles, etc.), bactéries responsables des infections nosocomiales (Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, etc.), des virus, des parasites.
2. Les effluents des services médico-techniques qui proviennent des salles d'opération et dans lesquels on retrouve entre autres des liquides biologiques très chargés en matières organiques : sang, urines, selles, liquide gastrique, aspiration trachéo-bronchite, liquides d'épanchement péritonéal ou pleural, de drainage ou d'irrigation, etc.
3. Les rejets résultant de l'entretien du matériel médical et des locaux médicaux qui contiennent des détergents, des détergents-désinfectants et des désinfectants avec des traces de matières organiques et des résidus médicamenteux.

## I. Les Rejets Hospitaliers

---

4. Les rejets des laboratoires de recherches et d'analyses : qui regroupent une très grande variété de molécules : du sang, des crachats, des urines, des acides (acétique, lactique, citrique), des bases (soude, etc.), des solvants, des hydrocarbures benzéniques (toluène et xylène), des désinfectants (formol, alcool éthylique, eau de Javel), des colorants, des effluents des services de radiologie (eaux de rinçage des clichés chargées en résidus argentiques) et des rejets provenant de la pharmacie (préparation de la teinture d'iode, désinfectants, etc.).

5. Les effluents des services de médecine nucléaire : Certains éléments radioactifs sont susceptibles de dispersion, même si leur évacuation est soumise à réglementation. D'un point de vu quantitatif, les hôpitaux consommeraient 400 à 1 200 litres d'eau par jour et par lit [1,3]. La consommation d'eau par lit serait ainsi approximativement deux fois supérieure de celle attendue sur la base de « l'Équivalent-Habitant » [4].

### I.3. Caractérisations des effluents hospitaliers

L'étude de la pollution des effluents hospitaliers nécessite la connaissance d'un certain nombre de paramètres : qu'on appellera « paramètres de pollution », ils permettent de juger de la gravité du problème. L'analyse est primordiale et concerne aussi bien, des paramètres physiques que chimiques. En plus, la recherche du chlore et de métaux lourds donne aussi une idée plus concrète et plus précise sur le type de pollution engendrée par les effluents hospitaliers avec un échantillonnage représentatif.

#### I.3.1. Paramètres physiques

##### I.3.1.1. Couleur et odeur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration

L'odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition [5].

### I. 3.1.2. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension [5].

**Tableau I.1. Classes de turbidité usuelles (NTU, Nephelometric turbidity unit)**

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

### I.3.1.3. Température

Il est très important de connaître la température de l'eau. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (oxygène dans le milieu récepteur, donc son pouvoir auto-épuration).

Il est établi que la solubilité d'un gaz diminue avec l'augmentation de la température. Ce phénomène est particulièrement important dans le cas de l'oxygène dissout. Aussi, plus l'eau est chaude, plus la concentration de saturation de l'oxygène devra diminuer, ce qui conduit à la diminution de la réserve d'oxygène mis à la disposition des micro-organismes intervenants dans les processus d'auto-épuration, la multiplication des micro-organismes, affectant ainsi l'épuration biologique [6].

### I.3.1.4. Conductivité

La conductivité est la mesure de la capacité d'une solution à laisser passer un courant électrique. Cette capacité dépend des sels solubles dans l'eau et de la température de mesure son unité est Siemens/cm.

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est

plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C [5-6].

### I.3.1.5. Matières en suspensions (MES)

Les MES sont les matières solides dans l'eau, et se subdivisent en deux catégories :

\* Les matières totales en suspensions : obtenues après évaporation à 105°C (en étuve).

Le poids du résidu sec obtenu représentera la teneur en MES ramenée au litre d'eau.

\* Les matières volatiles (MVS) en suspensions : représentent la fraction organique des solides contenue dans l'eau. Après calcination (dans le four) à 600°C.

Les MVS exprimées en (mg/L) représente la différence entre les MES totales et le résidu après 600°C [5-6].

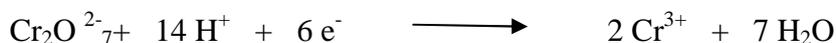
### I.3.2. Paramètres chimiques

#### I.3.2.1. Potentiel hydrogène pH

Le pH (potentiel hydrogène) exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue un rôle primordial dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité), dans les processus biologiques dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre 5,5 et 8,5 [6].

#### I.3.2. Demande chimique en oxygène DCO

La DCO traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques contenues dans un effluent. La mesure de la DCO s'effectue à l'aide d'un oxydant  $K_2Cr_2O_7$  en milieu acide et à ébullition des matières contenues dans l'eau et oxydables dans les conditions de l'essai, en présence de sulfate d'argent (jouant un rôle de catalyseur d'oxydation) et de sulfate de mercure (agent complexant des chlorures).

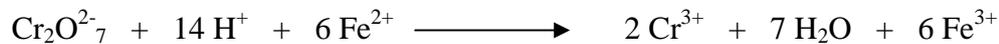


## I. Les Rejets Hospitaliers

---



Détermination de l'excès de dichromate à l'aide d'une solution titrée de sulfate de fer d'ammonium :



On estime que cette oxydation détruit (oxyde) 90-95% des matières organiques et minérales dans l'eau usée [5-6].

### I.3.2.3. Demande biochimique d'oxygène DBO

Elle représente la quantité d'oxygène total consommée par l'eau usée pendant un certain délai, et d'une manière générale on utilise la  $\text{DBO}_5$ . Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader par oxydation et par intervention des bactéries des matières organiques de l'eau usée.

La  $\text{DBO}_5$  est un paramètre évolutif dont la mesure permet d'étudier le comportement d'une charge organique et plus généralement celui d'un échantillon. Si la  $\text{DBO}_5$  est élevée, il y a un appauvrissement en oxygène de l'eau ce qui fait disparaître toute vie aquatique [5-7].

### I.3.2.4. Rapport de la biodégradabilité

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées.

- La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposée par les micro-organismes (bactéries, champignons...) comme le montre le tableau suivant [6].

**Tableau I.2. Rapport de biodégradabilité**

Rapport DCO/DBO	Type de traitement
DCO/DBO <sub>5</sub> < 2	Le traitement se fait biologiquement
2 < DCO/DBO <sub>5</sub> < 3	Traitement biologique avec adaptation de souches.
DCO/DBO <sub>5</sub> > 3	Traitement physico-chimique. L'eau est pratiquement non traitable par voie biologique

### I.3.2.5. L'azote

L'azote dans l'eau se présente sous plusieurs formes :

- L'azote organique : c'est l'azote contenu dans les cellules. C'est un élément essentiel de la constitution moléculaire des cellules [6].
- L'azote ammoniacal N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : c'est l'azote contenu dans l'ammoniac contenu dans l'eau. L'ammoniac est une substance assimilable par les micro-organismes. Son oxydation conduit aux nitrites N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> et aux nitrates N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> [6].
- L'azote KJELDAHL : c'est tout l'azote assimilable, nécessaire au développement des cellules. L'assimilation de l'azote constitue un des éléments de base au développement et à la reproduction des micro-organismes [6].

### **I.4. Les normes des rejets**

Face à la dégradation de plus en plus élevée de l'environnement, et les conséquences très fâcheuses que les rejets liquides ont occasionnés en disposition, ont été prises d'abord par les pays développés ou le volume et la nature des rejets sont très important et variés.

En Algérie, ce n'est que récemment, que l'on s'est rendu compte de la nécessité de la préservation de l'environnement. Un décret exécutif n° 09-209 du 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration mais la gestion et le traitement des effluents liquides hospitaliers ne sont pas encore réglementées en Algérie [7].

Le tableau suivant nous donne les valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

## I. Les Rejets Hospitaliers

---

**Tableau I.3. Valeurs limites maximales des eaux usées autres que domestiques**

Paramètres	Valeurs limites maximales (mg/L)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0.1
Arsenic	0.1
Cadmium	0.1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0.1
Chromate	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0.1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0.1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0.01
Nickel	2
Nitrites	0.1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0.5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

- Température : inférieure ou égale à 30 °C
- pH : compris entre 5.5 et 8.5

Le tableau suivant représente les différentes normes internationales des effluents hospitaliers [8]

## I. Les Rejets Hospitaliers

**Tableau I.4. quelques valeurs limites des rejets des effluents hospitaliers**

Paramètres	Rejet au milieu naturel	Raccordement sur station collective	Normes des effluents domestiques	Normes de rejets algériennes
Température (°C)	< 30 °C			
pH	5,5<pH<8,5			
MES (mg/L)	100-35	600	30	600
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	100-30	800	40	500
Conductivité (μS/cm)	900-1300			
DCO (mg/L)	125-300	2000	120	1000

### I.5. Les risques représentés par les effluents hospitaliers

#### I.5.1. Les risques infectieux

Il est théoriquement possible de retrouver dans les eaux usées hospitalières des germes pathogènes, qui peuvent être :

- Des bactéries présentes dans les selles ou urines ou encore des bactéries responsables d'infections nosocomiales. La particularité et le danger de ces bactéries est qu'elles sont souvent poly-résistantes aux antibiotiques.
- Des virus (Hépatites, Entérovirus, Rota virus...)
- Des parasites (amibes, tænia, ascaris, champignons...) [9]

### **I.5.2. Le risque toxique**

Le risque toxique est théoriquement réel, tant pour l'environnement que pour la Santé publique, du fait d'une pollution possible par des métaux lourds. Ces produits solubles représentent donc un danger de pollution de l'eau puisqu'ils peuvent modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau et nuire au bon fonctionnement de la station d'épuration en détruisant sa flore épuratrice.

Au niveau du service de radiologie on retrouve les révélateurs, les fixateurs, les sels d'argent qui présentent des risques potentiellement élevés [9-10].

### **I.5.3. Le risque radioactif**

Les risques sont potentiellement élevés dès qu'on utilise des éléments radioactifs. Cependant, au vue de la réglementation très stricte sur les conditions d'utilisation et d'élimination, les risques sont minimisés. Il faut rester vigilant car il peut survenir des accidents ou des fuites. De plus, il subsiste un risque potentiel avec les patients injectés non soumis à un contrôle particulier après leur injection [10].

## **II. Substances suspectées d'être à l'origine de la pollution des effluents hospitaliers**

Aucun travail n'a, à ce jour véritablement montré l'origine de la toxicité des effluents hospitaliers. En 1994, la Société Française d'Hygiène Hospitalière et la Direction Régional des Administrations Sanitaires et Sociales ont piloté une importante étude sur trois hôpitaux de la région Rhône-Alpes. Les résultats ont permis de confirmer la toxicité élevée des effluents hospitaliers et d'émettre des hypothèses quant à son origine [1]. La plus forte de ces hypothèses porte sur la présence de rejets contenant des produits détergents et des désinfectants. En 2004, une seconde hypothèse a été proposée : la présence de substances médicamenteuses [2]. De nombreuses études ont en effet montré la faible biodégradabilité et l'importante toxicité de nombreux médicaments qui pourraient contribuer à l'écotoxicité des effluents hospitaliers [11-15]. La dernière hypothèse découle de l'utilisation d'agents de contraste iodés qui sont rapportés comme persistants dans l'environnement et participant activement à la formation d'AOX dans les réseaux d'assainissement [16-18].

Si les quantités de produits médicamenteux généralement utilisés paraissent quantitativement négligeables, il s'avère que ces molécules peuvent induire des effets importants sur la faune aquatique [19].

Au-delà des hypothèses proposées par la littérature, on peut s'interroger sur les quantités de produits qui sont consommées et donc rejetées par les établissements de santé. Les détergents et les désinfectants sont majoritaires au niveau quantitatif [19]. Une étude réalisée au Centre Hospitalier du Havre (CHH) confirme ces résultats: l'ensemble des produits achetés en 1996 par le CHH et utilisés par les services de soins et les laboratoires a été identifié et classé en 6 grandes familles représentées sur la figure II.1 [4].



### II.1.1. Effet des surfactants sur l'écosystème

Du fait de leurs propriétés physico-chimiques, les surfactants sont très souvent utilisés en tant que matière active des formulations des produits biocides [23]. L'utilisation des biocides génère des effluents dangereux pour les écosystèmes car capables d'agir et de détruire les membranes biologiques. Il a en effet été établi que les parties hydrophiles et hydrophobes des tensioactifs interagissent rapidement avec les structures polaires ou apolaires des macromolécules comme les protéines et la cellulose ou avec les molécules dans les mélanges de substances [21, 24]. En fonction de leur concentration et de la longueur de leur chaîne d'alkyl, les surfactants peuvent inhiber ou activer des enzymes.

- Les surfactants anioniques peuvent solubiliser des protéines et aller jusqu'à leur dénaturation [21,25].
  - Les surfactants non-ioniques sont également capables de solubiliser les protéines mais leur action sur les enzymes est moins claire [21].
  - Quant aux surfactants cationiques, ils présentent différentes propriétés qui ne semblent pas généralisables [25]. D'autres surfactants cationiques peuvent inhiber certaines acétyltransférases et modifier la structure et l'activité d'enzymes.
- À faible concentration, les détergents peuvent modifier la co-formation des protéines membranaires de structure et sont ainsi responsables d'une perméabilisation et d'une lyse progressive de la cellule.
- À forte concentration, ils détachent la couche de phospholipides membranaires, action qui s'accompagne d'une perte progressive d'activité biologique de la cellule [21, 25, 26].

### II.2. Les désinfectants

Parmi les désinfectants les plus couramment utilisés, on peut notamment citer :

#### II.2.1. Les produits chlorés

L'eau de Javel et les autres hypochlorites sont les désinfectants les plus utilisés dans les hôpitaux. Ils appartiennent à la famille des halogènes et agissent en oxydant les acides aminés aromatiques des protéines, ce qui induit l'inhibition de certaines enzymes et une modification des protéines structurelles [27]. Ils contribuent également à la formation d'AOX

qui sont le plus souvent lipophiles, rémanents dans l'environnement et potentiellement toxiques pour les organismes aquatiques [28].

### II.2.2. Les produits contenant des aldéhydes et dérivés

Les aldéhydes sont des agents réducteurs qui réagissent avec les acides nucléiques et les groupements amines des protéines de structure et de fonction.

Ils dénaturent les glycoprotéines de surface, inhibent les fonctions enzymatiques et nucléiques des cellules et ont donc une activité antivirale sur les virus enveloppés. Les dialdéhydes permettent de plus, la formation de ponts entre acides aminés. Ces ponts peuvent rigidifier les structures protéiques qui perdent alors leur activité biologique [29].

- Le formaldéhyde ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) est le plus toxique de tous les aldéhydes.
- Le glutaraldéhyde ( $\text{CHO}-(\text{CH}_2)_3-\text{CHO}$ ) Sa nature volatile et irritante peut être responsable de dysfonctionnements pulmonaires comme l'asthme ou d'anomalies cutanées comme les eczémas allergiques chez le personnel médical exposé périodiquement à cette substance [30-32].

### II.3. Les métaux lourds

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse  $5 \text{ g/cm}^3$  [33]. Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

L'eau transporte les métaux lourds, et les inserts dans les chaînes alimentaires (algues, poisson, etc.). Même si les métaux lourds sont le plus souvent présents à l'état de traces, ils n'en restent pas moins très dangereux, puisque leur toxicité se développe par bioaccumulation dans l'organisme [34].

### II.3.1. La toxicité par les métaux lourds

Les métaux lourds ne sont pas biodégradables et sont hautement toxiques à certains stades d'oxydation. Le quart de la contamination par les métaux lourds est dû aux médicaments et de quelques détergents et désinfectants. Le devenir des métaux lourds dépend de nombreux facteurs parmi lesquels la nature du sol et son acidité.

- Dans les sols acides et pauvres en humus, les métaux lourds ne s'accumulent pas. Ils sont transférés vers les nappes phréatiques ou absorbés par les plantes et présentent alors un risque pour la santé.

- Les sols basiques riches en humus piègent les métaux lourds, il n'y a donc pas de risque immédiat pour la santé. Mais le sol est contaminé durablement et la concentration en métaux lourds augmente avec les années. Ces derniers sont susceptibles d'être libérés quand l'environnement est modifié (acidification du sol sous l'effet des changements de température, d'humidité, etc.).

La plupart du temps, les effets toxiques des métaux lourds concernent :

- ✓ Le système nerveux le sang ou la moelle osseuse.
- ✓ Ils sont généralement cancérigènes.

Pour chaque métal le type de traitement approprié est donné dans le tableau ci-dessous [35] :

**Tableau II.1. Traitement approprié à chaque métal**

	Mg	Ag	Pb	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd	Co	Va
Préchloration	Amélioration l'élimination de tout les métaux									
Coagulation	*	***	***	***	**	**	-		-	*
Filtre à sable	**	**	***	**	**			***	-	
Echange d'ions	**	**	***	**	**		***	***	**	**
Charbon actif	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**

(-) : Pas d'effet

(\*) : Peu d'effet

(\*\*) : Suffisant pour répondre aux normes en vigueur

(\*\*\*) : Excellent

## **II.4. Substances inorganiques ciblées**

### **II.4.1. Le cuivre et son effet sur la santé et l'environnement**

Une exposition au cuivre à long terme peut provoquer une irritation au nez, à la bouche et aux yeux et, peut provoquer des maux de tête, des maux d'estomac, des vertiges, des vomissements et des diarrhées, des dommages aux reins et au foie et même la mort. On n'a pas encore déterminé si le cuivre était cancérigène [36, 37].

Les fleuves déposent sur leurs rives des boues contaminées par du cuivre, du fait du rejet d'eaux usées. Il se retrouve essentiellement dans le sol. Par conséquent, les sols peuvent contenir une grande quantité de cuivre après que le cuivre de l'air se soit déposé. Le cuivre se lie fortement aux matières organiques et aux minéraux.

Le cuivre ne se détruit pas dans l'environnement et, de ce fait, il peut s'accumuler dans les plantes et les animaux quand il est présent dans le sol. Il peut sérieusement influencer ce qui se passe sur les terres agricoles, car il influence de façon négative l'activité des micro-organismes et des vers de terre. Malgré cela, les engrais contenant du cuivre sont toujours utilisés [38].

### **II.4.2. Le zinc et son effet sur la santé et l'environnement**

Trop de zinc peut provoquer des problèmes de santé importants, comme des crampes d'estomac; des irritations de la peau, des vomissements, des nausées, de l'anémie. De très hauts niveaux de zinc peuvent endommager le pancréas et perturber le métabolisme des protéines et provoquer de l'artérioclose. Une exposition intensive au chlorure de zinc peut provoquer des désordres respiratoires [38].

Le zinc peut augmenter l'acidité de l'eau. Le zinc est une sérieuse menace pour la production des terres agricoles, les plantes absorbent des quantités de zinc que leur système ne peut pas gérer, le même problème pour les animaux. Malgré ça les engrais contenant du zinc sont toujours utilisés. Le zinc a une influence négative sur l'activité des micro-organismes et les vers de terre. La décomposition de la matière organique peut être sérieusement ralentie de ce fait [39].

### II.4.3. Le cadmium et son effet sur la santé et l'environnement

Le cadmium peut pénétrer dans l'environnement par le sol. Les aliments qui sont riches en cadmium peuvent augmenter de façon importante les concentrations en cadmium du corps humains [40].

Le cadmium est transporté jusqu'au foie par le sang. Là, il se lie aux protéines pour former des complexes qui sont transportés jusqu'aux reins. Le cadmium s'accumule dans les reins, où il endommage les mécanismes de filtration. Cela entraîne l'excrétion de protéines essentielles et de sucre hors de l'organisme et d'autres dommages aux reins. Il faut beaucoup de temps pour que le cadmium qui s'est accumulé dans les reins soit excrété du corps. Les autres problèmes que le cadmium peut provoquer sont:

- Diarrhée, douleurs d'estomac et vomissements importants
- Fracture des os, problèmes au système nerveux central, désordre psychologique
- Problèmes au niveau du système immunitaire, probablement altération de l'ADN ou développement de cancer

Le cadmium peut être transporté sur de longues distances lorsqu'il est absorbé par les boues. Ces boues riches en cadmium peuvent polluer aussi bien les eaux de surface que les sols.

C'est un danger potentiel pour les animaux qui dépendent des plantes pour survivre. Le cadmium peut s'accumuler dans leur organisme. Les vers de terre et autres organismes essentiels du sol sont extrêmement sensibles à l'empoisonnement au cadmium. Ils peuvent mourir avec de très faibles concentrations et ceci a des conséquences pour la structure du sol. Une importante concentration en cadmium dans le sol peut influencer les processus des micro-organismes du sol et menacer tout l'écosystème du sol.

Dans les écosystèmes aquatiques le cadmium peut être bio accumulé dans les moules, les huîtres, les crevettes, les langoustines et les poissons. La sensibilité au cadmium peut varier entre les organismes aquatiques [41].

### II.5. Résidus médicamenteux

Les risques potentiels liés aux rejets de médicaments sont mal connus et nécessitent des travaux d'étude et de recherche pour mieux connaître les dangers, caractériser les expositions et en évaluer les risques pour la santé humaine et l'environnement.

Il s'agit de traces indésirables de médicaments ou de produits phytopharmaceutiques ou de dérivés de ceux-ci dans le produit final susceptibles de nuire à la santé humaine [42].

Un nombre important de ces molécules sont rejetées dans les effluents hospitaliers (analgésiques, antibiotiques, antiépileptiques, bêtabloquants, anti-cholestérols et anticancéreux) [43-45].

### **II.5.1. Les risques associés aux résidus de médicaments dans l'environnement aquatique**

Par opposition à beaucoup de molécules mises sur le marché, les substances médicamenteuses (Et leurs métabolites) sont spécifiquement conçues pour avoir des effets biologiques. Elles sont souvent persistantes et lipophiles, ce qui leur permet de se bioaccumuler et d'entraîner des effets sur les écosystèmes aquatiques et terrestres [13]. Une fois ingérées, la plupart des substances médicamenteuses subissent des modifications biochimiques qui donnent naissance à des métabolites. Ceux-ci peuvent être plus ou moins actifs et/ou toxiques que le médicament initial [46]. Le taux de médicaments non-métabolisé varie avec le patient, le médicament et le moment de la journée où celui-ci est administré [12].

## **II.6. Les médicaments psychotropes**

### **II.6.1. Les neuroleptiques**

Ce sont des médicaments symptomatiques, c'est-à-dire qu'ils traitent les symptômes psychotiques. Ils ont souvent peu d'action sur le « noyau » de la maladie. Dans la plupart des cas, ils permettent d'améliorer l'état psychique et facilitent l'adaptation sociale des patients. Les neuroleptiques n'entraînent pas de dépendance psychique.

### **II.6.2. Les antidépresseurs**

Ce sont des médicaments indiqués pour traiter les troubles dépressifs caractérisés, c'est-à-dire ceux qui ont atteint un certain degré de sévérité et de durée.

### **II.6.3. Les régulateurs de l'humeur**

Appelés aussi thymorégulateurs ou normothymiques, ces médicaments servent à :

- ✓ Soigner un épisode dépressif survenu dans le cadre de troubles bipolaires.
- ✓ Prévenir les épisodes aigus de cette pathologie.
- ✓ Réduire la fréquence, la durée, l'intensité des épisodes.
- ✓ Améliorer la qualité des moments libres de symptômes.

### **II.6.4. Les tranquillisants**

Également appelés anxiolytiques, ces médicaments sont destinés à soulager l'anxiété, fréquente dans les troubles psychiques. Les tranquillisants appartiennent en majorité à la famille des benzodiazépines.

### **II.6.5. Les somnifères**

Appelés aussi hypnotiques, ces médicaments induisent le sommeil et permettent de le réguler. Le but est d'éviter l'installation d'une insomnie qui est en général liée à la pathologie psychique.

Notre service utilise la plus part du temps des neuroleptiques, les plus courants sont :

NOZINAN<sup>®</sup>, LARGACTIL<sup>®</sup>, HALDOL<sup>®</sup> ...etc.

## **II.7. Description de l'hôpital et les services de psychiatrie**

L'hôpital psychiatrique Frantz-Fanon de Blida, anciennement "Blida Joinville", construit au début du siècle (inauguré en 1925), s'étendant sur plusieurs hectares (35 hectares), était d'une renommée continentale grâce à son environnement agréable et calme. Malheureusement, ce joyau, qui, à l'origine, était un asile réservé exclusivement aux maladies mentales, a été transformé en CHU, perdant, de ce fait, sa vocation première. L'établissement a fini par céder le pas à d'autres spécialités médicales dont l'introduction progressive de plusieurs disciplines médico-chirurgicales. Il compte actuellement quatre services et 16 pavillons d'une capacité d'accueil d'environ de 1.376 lits et d'un débit journalier d'eau estimé de 35 L/ j/lit.

## II. Substances suspectées d'être à l'origine de la pollution des effluents hospitaliers

---

Jadis, cet hôpital qui jouissait d'un cadre de vie propice à la sérénité et à la détente, était un véritable village doté de toutes les commodités pour le repos et les soins. Il y avait pratiquement tout, selon un ancien infirmier, actuellement en retraite. En dehors des ateliers d'ergothérapie où tous les corps de métiers existaient, cet hôpital disposait également d'une ferme avec animaux qui assurait son approvisionnement en lait et en légumes, ainsi que de plusieurs structures comme des salles de loisirs, une salle de cinéma, un terrain de football, une chapelle ainsi qu'une mosquée même une station d'épuration qui ne fonctionne pas depuis plusieurs années



**Figure II.3. Entrée principale de l'hôpital**



**Figure II.4. Ancienne STEP de l'hôpital**

Le CHU de Blida est situé dans la commune de Blida et plus précisément dans le banlieu de Zabana (ex Joinville) sur l'axe routier Blida – H'tatba.

Actuellement, L'hôpital compte 18 services de psychiatrie dont chaqu'un d'eux spécialisés dans une spécialité psychiatrique

### **III. Matériels et méthodes**

#### **III.1. Le service ciblé**

Les prélèvements ont été effectués uniquement sur les effluents du service de psychiatrie nommé Ibn Djezzar. Ce service est spécialisé dans le traitement des grabataires hommes.

La plus part de ses malades sont abandonnés par leur famille, leur âge varie entre 45-75 ans, en plus de la maladie mentale, ces malades souffrent de maladies chronique, tel que le diabète, l'hyper tension, l'asthme ...etc. Le service en question a une capacité de 130 lits, mais au moment de cette étude 81 lits étaient occupés.

Dont les effluents sont directement déversés dans le réseau spécifique du service. Ce système d'égout est constitué de deux canalisations et un regard vers l'égout principal de l'hôpital.

#### **III.2. Horaires de prélèvement**

Les différentes analyses physico-chimiques sont réalisées à partir des échantillons périodiques et moyens d'effluents, qui sont prélevés pendant sept jours à raison de quatre prises ponctuelles par jours et d'un volume total d'un litre par prise. En se basant sur l'hypothèse que les concentrations maximales pour les différents polluants peuvent être observées durant le jour, l'horaire suivant a été adapté pour les prélèvements

- a. Un prélèvement entre 9.00 h- 10.00 h
- b. Un prélèvement entre 11.00 h - 12.00 h
- c. Un prélèvement entre 13.00 h - 14.00 h
- d. Un prélèvement entre 14.30 h - 15.30 h

#### **III.3. Méthode de prélèvement et traitement des échantillons**

La méthode de prélèvement manuel instantané a été utilisée pour la collecte des échantillons, tous les échantillons ont été placés dans les flacons parfaitement propres (stérilisés) en verre. Les flacons ont été rincés au moment de l'emploi avec l'eau à examiner

et remplis complètement. Les flacons contenant les échantillons de rejet liquide ont été soigneusement étiquetés et conservés à 4 °C (dans une glacière).

Ils ont été transportés jusqu'au laboratoire dans un laps de temps ne dépassent pas une heure. Un échantillon moyen par jour a été réalisé juste après le quatrième prélèvement.



**Figure III.1. Prélèvements et conditionnement des échantillons**

#### **III.4. Evaluation des paramètres physico-chimiques**

Le choix d'analyse physico-chimique est effectué sur la base de la revue bibliographique détaillée de la caractérisation physico-chimique des effluents hospitaliers et des produits utilisés dans les hôpitaux, susceptibles d'avoir un rôle important dans la toxicité des effluents ( chapitre II). Notons que plusieurs moyens ont également limité nos choix.

Pour évaluer les paramètres de pollution, tous les échantillons ont été prélevés en début et en fin de semaine, sachant que les activités des services sont à leurs maximum en début de semaine, alors qu'ils sont réduits en fin de semaine.

##### **III.4.1. Mesure des débits**

Le point de rejet est souvent non équipé d'un débitmètre et l'installation d'un dispositif de mesure est difficile, en effet la réalisation des systèmes de mesure doit faire l'objet d'une attention particulière à fin d'éviter les erreurs suivantes :

- Inadaptation aux débits et fuites latérales.
- Tranquillisation imparfaite.

### III.4.2. Mesure de la température

La détermination se fait par un thermomètre manuel sur place.

### III.4.3. Mesure électrométrique du pH

Un pH mètre équipé d'une électrode combinée et un thermomètre intégré

- ✓ Rincer le vase, l'électrode, avec de l'eau distillée puis avec l'échantillon.
- ✓ Remplir le vase de mesure avec l'échantillon.
- ✓ Immerger l'électrode avec les précautions habituelles et agiter.
- ✓ Lire directement le pH lorsque la valeur s'est stabilisée.



Figure III.2. Mesure du pH

### III.4.4. Mesure de la conductivité

- ✓ Rincer soigneusement la cellule de mesure à l'eau distillée et l'essuyer convenablement.
- ✓ Immerger la cellule dans l'échantillon
- ✓ Noter la valeur de la conductivité directement en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou en ( $\text{mS}/\text{cm}$ ).
- ✓ Rincer l'électrode après chaque mesure



Figure III.3. Mesure de la conductivité

### III.4.5. Mesure des matières en suspension

#### III.4.5.1. Principe

On obtient les matières en suspension soit par filtration ou centrifugation ; l'extrait est ensuite séché dans une étuve et puis pesé, en appliquant la relation suivante :

$$MES = (P - P_0) / V * 1000 \quad \dots\dots\dots (III.1)$$

P1 : poids du papier filtre vide en mg

P2 : poids du papier filtre plein de résidus après séchage en mg

V ech : volume de l'échantillon

#### III.4.5.2. Première méthode la filtration

##### III.4.5.2.1. Appareillage et verrerie

- Verrerie courante du laboratoire
- Equipement de filtration
- Filtres en microfibrilles de verre Wattman GF/C (Æ 45mm)
- Etuve portée à 105 °C
- Balance analytique

#### III.4.5.2.2. Mode opératoire

- ✓ Peser la membrane et noter sa masse à vide P1
- ✓ Placer la membrane sur la rampe de filtration
- ✓ Bien agiter l'échantillon et prélever un volume de l'échantillon et le transvider sur la membrane
- ✓ Procéder à la filtration et récupérer la membrane après la filtration, puis la placer dans une étuve à 105°C pendant 1h30 mn pour enlever l'excès d'eau
- ✓ Peser de nouveau la membrane, après séchage, puis noter sa masse P2.



Figure III.4. Dispositif de la filtration

#### III.4.5.3. Deuxième méthode Centrifugation

##### III.4.5.3.1. Appareillage

- Verrerie courante du laboratoire
- Centrifugeuse
- Etuve portée à 105 °C
- Balance analytique

##### III.4.5.3.2. Mode opératoire

On transvase 50 ml dans les tubes de la centrifugeuse qui doivent être disposés dans le rotor de façon à éviter tout déséquilibre. On règle l'appareil dont la vitesse est 3500 tour /min et un temps de 15 min.

Quand l'appareil s'arrête on obtient deux couches. On sépare la phase liquide qui est en haut de la phase solide (matières organiques) qui s'est précipité en bas , et on met le précipité dans des capsules a un poids connu, puis dans l'étuve pendant deux heures à 105 °C. On pèse les capsules pleines de résidus et on applique la relation précédente.



**Figure III.5. La centrifugeuse**

#### **III.4.6. La demande chimique en oxygène DCO**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité consommée par les matières oxydantes présentes dans l'eau quelles que soit leur origine (organique ou minérale).

L'Oxydation par un excès de dichromate de potassium en milieu acide et à ébullition des matières contenues dans l'eau et oxydables dans les conditions de l'essai, en présence de sulfate d'argent (jouant un rôle de catalyseur d'oxydation) et de sulfate de mercure (agent complexant des chlorures).

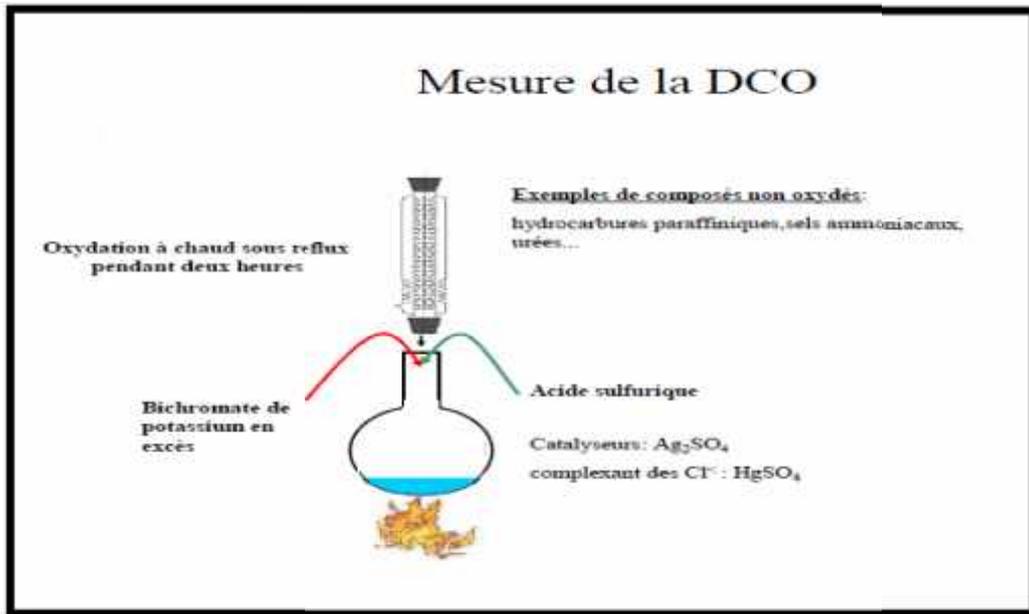


Figure III.6. Mesure de la DCO

### Calcul de la DCO dans l'échantillon

Un litre d'échantillon consomme n équivalent de bichromate, donc d'oxygène, soit :

$(n \cdot 8000)$  mg de  $\text{O}_2$

$$DCO = [(8000 \cdot T \cdot (V_0 - V_1)) / PE] \dots\dots\dots (III.2)$$

T = titre du sulfate ferreux

$V_0$  = volume du témoin (eau distillée)

$V_1$  = volume prélevé d'échantillon

PE = prise d'essai

### III.4.7. La demande biologique en oxygène $DBO_5$

#### III.4.7.1. Matériels et réactifs

- Appareil de mesure DBO-mètre
- Bouteilles (500ml) et bouchons
- Eprouvette jaugée.
- Soude caustique.

#### III.4.7.2. Mode opératoire

On prend le volume nécessaire de l'échantillon à analyser à l'aide d'une éprouvette jaugée. On transvase le volume dans les bouteilles de 500ml qui contiennent un agitateur magnétique puis on couvre avec les bouchons piégés; ces derniers contenant cinq pastilles de soude caustique.

On met ensuite l'échantillon à analyser dans l'appareil, on ferme (température  $20^{\circ}\text{C}$  pendant une incubation de 05 jours). Au bout de 5 jours, on a la mesure de la  $DBO_5$ .

On peut ensuite lire les résultats de l'expérience, on appuyant sur les boutons trouvant sur le fermoir, on obtient une valeur, on la multiplie par le facteur déjà connu (47.5) et on obtient la concentration de la  $DBO_5$ .



Figure III.7. Mesure de la  $DBO_5$

### III.4.8. La détection des métaux lourds

L'absorption atomique permet de doser environ 70 éléments à des concentrations faibles. Son champ d'application est donc considérable et son utilité est d'autant plus grande que cette méthode accepte des échantillons se présentant sous des formes très variées, elle s'applique de manière courante à l'analyse élémentaire des solutions aqueuses ou organiques.

Son domaine d'application le plus fréquent reste celui du dosage des traces pour des teneurs comprises entre quelques parties par milliard ( $10^{-9}$ ) et quelques dixièmes de pourcent ( $10^{-3}$ ). Les domaines d'application courants sont: l'analyse des eaux, des aliments, des médicaments, des huiles et essences, des minerais, sols et engrais, des produits métallurgiques, des ciments, des verres, des milieux végétaux et biologiques [47-49].

Les échantillons doivent être filtrés avant qu'on les passe dans l'absorption atomique. On doit préparer les solutions étalons pour chaque métal ciblé. Voir l'annexe

#### III.4.8.1. Protocole d'un dosage

1. Choisir la lampe appropriée à l'élément à doser et la faire chauffer.
2. Sélectionner la longueur d'onde du monochromateur et la largeur de fente requise pour isoler le pic de résonance.
3. Régler le zéro du détecteur en l'absence de radiation.
4. Ajuster à 100% la réponse du détecteur (concentration nulle) en passant dans la flamme le solvant ou la solution à blanc.
5. Mesurer l'absorbance des étalons.
6. Tracer la courbe d'étalonnage en portant l'évolution de l'absorbance en fonction de la concentration.
7. faire passer les échantillons à analyser.

### **III.4.9. Analyse chimique par Fluorescence X**

La spectrométrie de fluorescence X (FX ou XRF pour X-ray fluorescence) est une technique d'analyse élémentaire qui permet de mesurer des échantillons très variés : minéraux, métaux, huiles, eau, ciments, polymères, verres....

Le principe de l'analyse est d'exciter l'échantillon avec un rayonnement standard (sollicitation avec un tube à rayon X) et d'analyser le rayonnement propre réémis par l'échantillon.

L'appareil utilisé est un spectromètre de fluorescence X type SRS 3400 BRUKER-AXS. Après la filtration de l'échantillon par centrifugation (III.4.5.3), et récupération du filtrat, nous le passons dans le four pour le séchage à une température égale à 105 °C pendant deux heures. La matière sèche obtenue sera mise dans l'appareil de fluorescence X à fin d'identifier et quantifier les concentrations en pourcentage des éléments présents dans le précipité.

## IV- Résultats et discussions

### IV.1. Résultats des échantillons

Les différentes analyses, durant une période de trois mois, des rejets du service psychiatrique ‘‘Ibn Djezzar de l’Hôpital Frantz Fanon BLIDA’’ donnent les résultats d’analyse physico-chimiques présentés dans les tableaux IV.1, IV.3 et IV.5 et les teneurs en métaux lourds dans les rejets sont regroupés dans les tableaux IV.2, IV.4 et IV.6

**Tableau IV.1 : Analyses physico-chimiques du rejet du mois d’avril**

		24 avril 2011					27 avril 2011				
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
T°C		17	18	19.5	18		19	19	18	19	
pH		7.82	7.48	7.69	6.16	7.29	7.91	5.26	8.91	8.80	7.91
(µS/cm)		644	849	1205	1697	1133	1269	893	1257	1628	1342
MES (mg/L)	F	1290	1360	977	1170	1367	1678	1584	1196	1269	1597
	C	1748	1678	1335	1582	1793	2277	2430	1898	1888	2244
DCO (mg/L)		2267	1987	1626	2109	2590	1980	2018	5258	3290	2598
DBO <sub>5</sub> (mg/L)		755	497	652	642	432	399	338	538	479	869
DCO/DBO <sub>5</sub>		3	4	2.5	5	6	5	6	9.3	6.8	3

Où :

F : Filtration

C : Centrifugation

## IV. Résultats et discussions

---

**Tableau IV.2 : Concentrations en métaux lourds du rejet du mois d'avril**

	24 avril 2011					27 avril 2011				
	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
Cu (mg/L)	0.07	0.04	0.13	0.12	0.16	0.20	0.31	0.45	0.26	0.11
Zn (mg/L)	0.35	ND	0.08	0.12	0.39	0.19	0.03	ND	0.70	0.06
Fe (mg/L)	0.25	0.23	0.33	0.17	0.28	0.16	0.21	0.08	0.30	0.19
Cd (mg/L)	0.05	0.01	0.31	0.15	0.03	0.15	0.19	ND	0.00	0.15

## IV. Résultats et discussions

**Tableau IV.3 : Analyses physico-chimiques du rejet du mois de mai**

		08 mai 2011					17 mai 2011				
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
T°C		16	18	18	18.5		19	21	20	20	
pH		7.82	5.48	6.89	7.16	7.69	7.91	7.26	8.01	7.80	7.01
(μS/cm)		604	879	1025	1597	1003	1369	983	1257	1628	1367
MES (mg/L)	<b>F</b>	1597	1200	1350	987	1160	1297	1458	1569	1236	1369
	<b>C</b>	2214	1731	1698	1225	1692	1863	2167	2340	1958	1988
DCO (mg/L)		2120	1854	1426	2258	2592	1980	2034	3160	5290	3598
DBO5 (mg/L)		759	499	651	703	432	396	339	516	470	866
DCO/DB <sub>5</sub>		2.8	3.7	2.2	3.2	6	5	6	6	11	4.2
		28 mai 2011									
		Ech 1		Ech 2		Ech 3		Ech 4		Ech M	
T°C		19		19		21		21			
pH		6.87		8.71		9.14		8.28		7.69	
(μS/cm)		600		1400		1213		984		1000	
MES (mg/L)	<b>F</b>	1259		1479		1694		1238		1830	
	<b>C</b>	1959		2587		2597		1876		2674	
DCO (mg/L)		2490		2100		1987		1367		2358	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)		498		469		331		685		346	
DCO/DBO <sub>5</sub>		5		4.5		6		2.5		6.8	

## IV. Résultats et discussions

**Tableau IV.4 : Concentrations en métaux lourds du rejet du mois de mai**

	08 mai 2011					17 mai 2011				
	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
Cu (mg/L)	0.02	0.14	0.03	0.15	0.10	ND	0.51	0.05	0.16	0.11
Zn (mg/L)	0.15	ND	ND	0.02	0.09	0.10	0.13	0.01	ND	0.05
Fe (mg/L)	0.15	0.23	0.43	0.07	0.18	0.13	0.31	0.38	0.20	0.19
Cd (mg/L)	0.15	0.01	0.21	0.15	0.13	0.11	0.14	ND	0.01	0.10
	28 mai 2011									
	Ech 1		Ech 2		Ech 3		Ech 4		Ech M	
Cu (mg/L)	0.11		0.17		0.05		0.19		0.16	
Zn (mg/L)	ND		0.24		0.40		0.41		0.09	
Fe (mg/L)	0.15		0.11		0.25		0.52		0.20	
Cd (mg/L)	0.01		0.14		0.35		0.45		0.23	

## IV. Résultats et discussions

**Tableau IV.5 : Analyse physico-chimique du rejet du mois de juin**

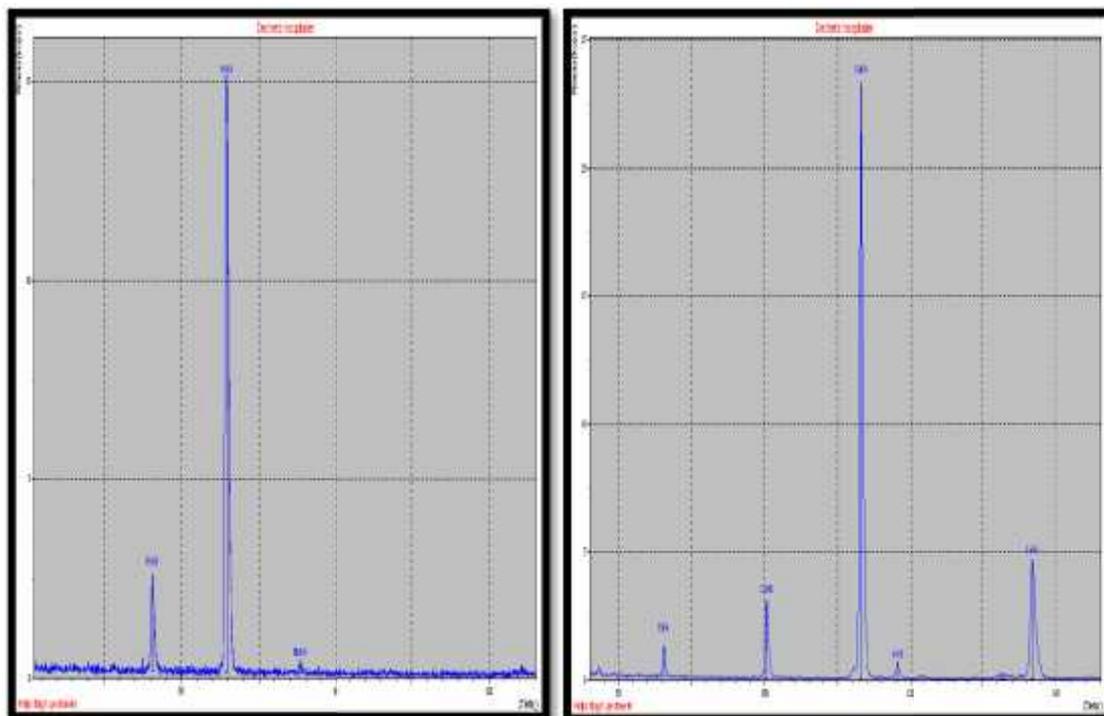
		05 juin 2011					08 juin 2011				
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
T °C		17	17	19	22		18	19	19	20	
pH		5.96	6.80	7.26	8.30	8.63	6.89	7.01	7.52	8.61	8.00
(μS/cm)		300	680	900	1200	1320	958	200	1600	1124	1230
MES (mg/L)	F	1489	1250	1369	1789	1600	1598	1620	1478	1428	1541
	C	1759	2078	1908	2295	2369	2145	2458	2014	2239	2368
DCO (mg/L)		2200	1984	2109	6954	3697	1980	3569	1259	1069	1697
DBO <sub>5</sub> (mg/L)		859	900	856	684	478	660	940	367	746	379
DCO/DBO <sub>5</sub>		2.5	2.2	2.5	10	7.7	3	3.8	3.4	1.4	4.4

**Tableau IV.6 : Concentrations en métaux lourds du rejet du mois de juin**

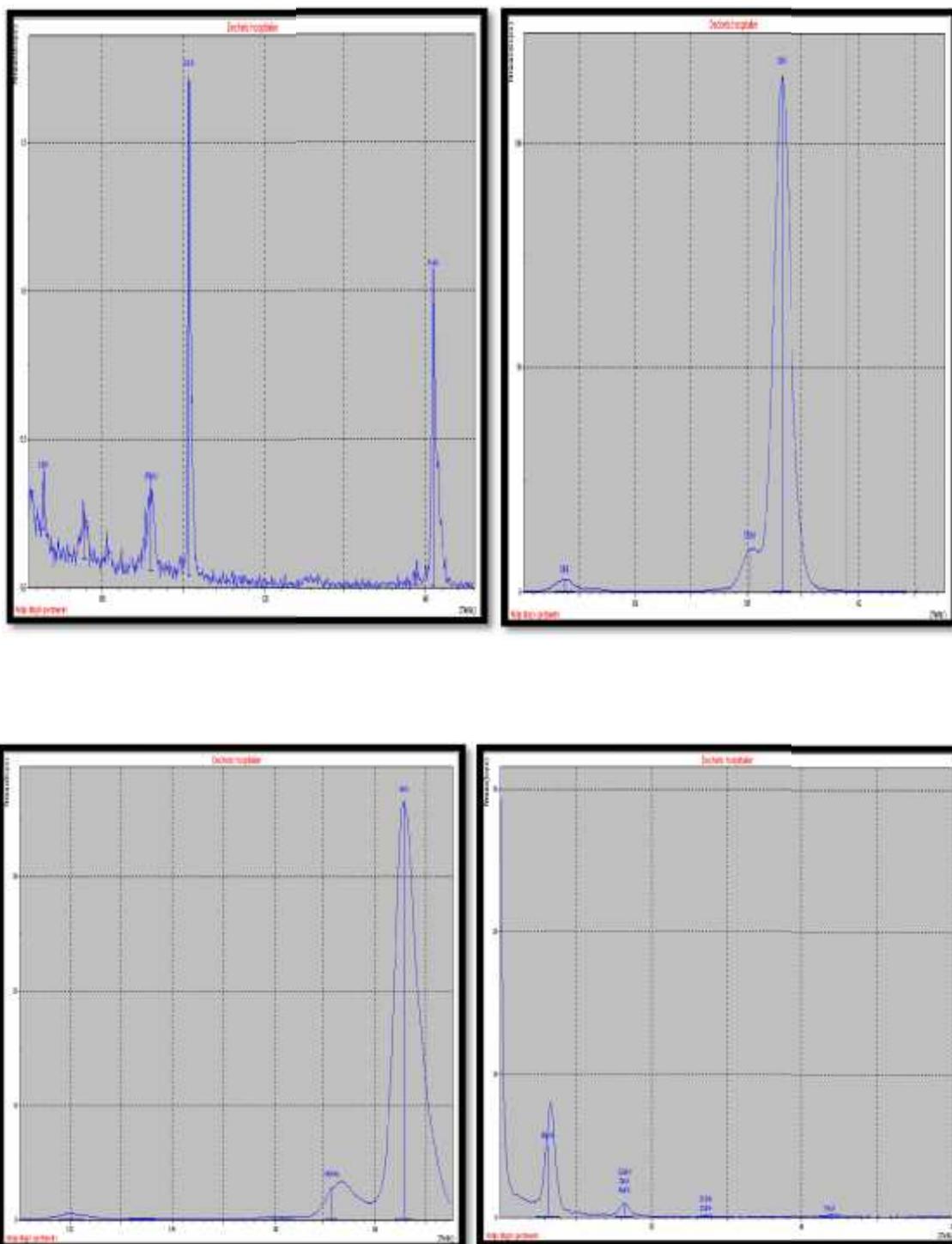
		05 juin 2011					08 juin 2011				
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M	Ech1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech M
Cu (mg/L)		0.19	0.80	0.74	0.12	0.30	0.14	0.01	0.42	0.49	0.33
Zn (mg/L)		0.16	0.41	0.21	0.45	0.11	0.45	0.05	0.14	0.26	0.22
Fe (mg/L)		0.15	0.64	0.36	ND	0.41	0.15	ND	0.23	0.40	0.12
Cd (mg/L)		ND	0.49	0.38	0.41	0.37	0.09	0.12	0.34	0.11	0.17

### IV.2- Résultats de la fluorescence X de la matière en suspension

Les spectres de fluorescence X des éléments présents dans la matière en suspension du rejet du service de psychiatrie sont présentés sur la figure IV.1



## IV. Résultats et discussions



**Figure IV.1 : Spectres de fluorescence X des éléments présents dans la matière en suspension du rejet du service de psychiatrie**

## IV. Résultats et discussions

---

Le tableau suivant présente les teneurs en (%) des éléments présents dans la matière en suspension.

**Tableau IV.7 : Teneurs en (%) des éléments présents dans la matière en suspension du rejet du service de psychiatrie**

Analyse	Forme oxydée	Teneurs (%)
<b>Mg</b>	MgO	3.712
<b>Al</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.456
<b>Si</b>	SiO <sub>2</sub>	53.512
<b>P</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.801
<b>S</b>	SO <sub>3</sub>	1.112
<b>K</b>	K <sub>2</sub> O	1.436
<b>Ca</b>	CaO	7.539
<b>Ti</b>	TiO <sub>2</sub>	0.376
<b>Mn</b>	MnO	0.063
<b>Fe</b>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.414
<b>Zn</b>	ZnO	0.022
<b>Sr</b>	SrO	0.008
<b>Zr</b>	ZrO <sub>2</sub>	0.008
<b>Cl</b>	Cl	0.089
<b>I</b>	I	0.213

### IV.3- Discussions et interprétations des résultats

#### IV.3.1- la Température

Pour tous les échantillons prélevés que ce soit périodiques ou moyens des trois mois, la température ne dépasse pas la limite décrite ( $> 30^{\circ}\text{C}$ ) donc elle obéit à la norme et ne cause aucun problème ni sur la santé humaine ni sur l'environnement.

#### IV.3.2- Le pH

Le pH mesuré pour chaque échantillon (moyen et périodique) oscille entre 6 et 9, ce qui met en évidence l'existence d'un milieu légèrement alcalin, à l'exception d'un pH neutre pour [27 avril, 8 mai, 5 juin (Ech1)], comme nous pouvons le remarquer; l'Ech1 est le premier prélèvement périodique d'une journée contenant des désinfectants et des détergents (pour le nettoyage).

#### IV.3.3- Conductivité

Pour les échantillons prélevés, la conductivité varie [700-1600]  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nous constatons des valeurs supérieures aux seuils, cela montre que les échantillons ont une charge ionique (minérale et /ou organique) très importante.

#### IV.3.4- Les MES

Nous constatons à l'œil nu que notre échantillon est turbide ce qui signifie que nous avons une importante concentration en MES.

Nous avons mesuré des concentrations en MES par deux (02) méthodes : la filtration et la centrifugation. Cette dernière est la plus précise. La détermination des concentrations en MES par les deux méthodes a donné des valeurs fortement supérieures à celles du seuil, ce qui implique la présence d'une très grande concentration en matière en suspension quelque soit sa nature minérale ou organique.

### IV.3.5- La DCO

Les concentrations mesurées pour la DCO sont importantes dans les rejets, il convient de souligner que la concentration de l'Ech 3 (08 juin 2011) est la seule valeur inférieure aux autres échantillons, par contre elle est largement supérieure aux normes réglementaires, ce qui traduit probablement la présence en concentration importante des substances organiques dans les rejets.

### IV.3.6- La DBO5

La concentration en DBO<sub>5</sub> mesurées dans les effluents [331-900] mg/L, sont très fortes par rapport aux normes [30-100] mg/L. Cela est dû à la présence d'une quantité très élevée de la matière organique. Les résultats varient dans le même sens que ceux de la DCO.

### IV.3.7- Le rapport DCO/DBO5

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique de l'effluent. Les calculs effectués à partir des résultats de la DCO et la DBO<sub>5</sub> donnent des rapports compris entre 3 et 10, ce qui est largement supérieur aux normes

L'effluent est pratiquement non traitable par voie biologique, le traitement se fait par voie physico-chimique. Mais puisque l'effluent du service ciblé est raccordé au réseau d'assainissement de l'hôpital (vers l'égout principal de l'hôpital), il va y avoir une très forte dilution [50], un traitement par la voie biologique est suffisant et peut rénover la qualité du rejet.

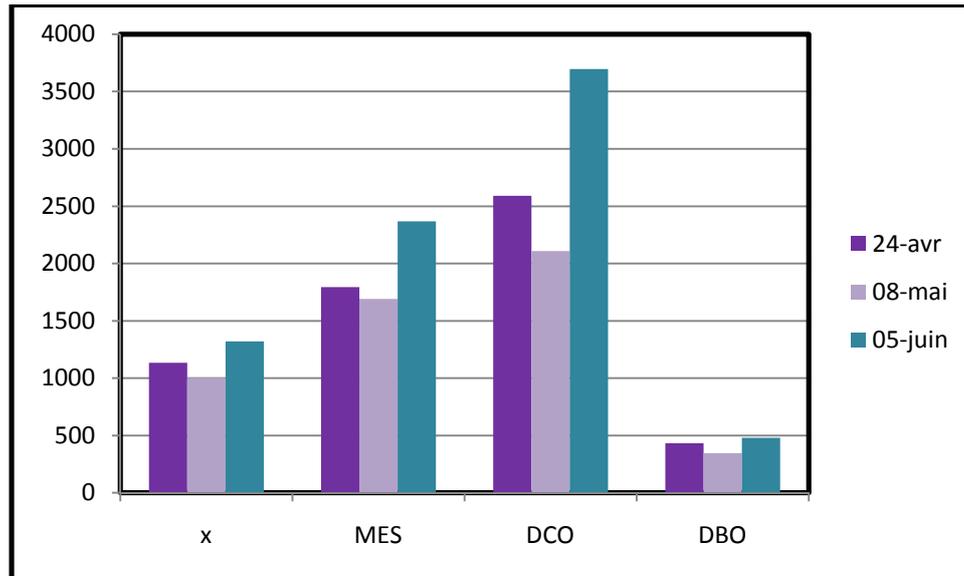
### IV.3.8- Les métaux lourds

La présence du Zinc, Cuivre, et Fer en quantité un peu élevée est due au délabrement de la tuyauterie même si ces derniers obéissent aux normes, reste à souligner le problème de la bioaccumulation par le temps de ces métaux lourds.

Seule la concentration en Cadmium est élevée 0.49 mg/L alors que la norme est de 0.1 mg/L, on le trouve dans les médicaments psychotropes (par exemple il est indiqué dans les états d'épuisement étiologiques psychosomatiques).

### IV.3.9- Influence de la période de prélèvement du rejet sur les paramètres physico-chimiques et les concentrations en métaux lourds

L'histogramme de la figure IV.2 présente comment varie les paramètres physico-chimiques durant une période de trois mois.

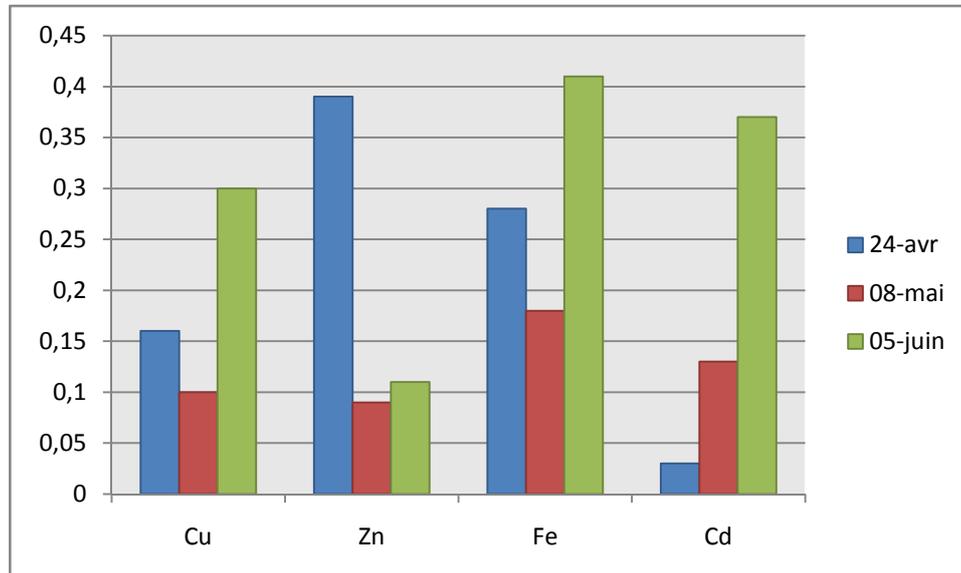


**Figure IV.2 : Histogramme de X, MES, DCO et DBO<sub>5</sub> durant les périodes d'avril à juin**

Les résultats du mois de juin sont supérieures à celles du mois de mai et d'avril dont la température élevée conduit à la diminution de la réserve d'oxygène mis à la disposition des micro-organismes intervenants dans les processus d'auto-épuration.

## IV. Résultats et discussions

L'histogramme ci-dessous (figure IV.3) présente les métaux lourds (Cu, Cd, Zn, Fe) durant la période allant d'avril à juin.



**Figure IV.2 : Histogramme des concentrations en métaux lourds durant les périodes d'avril à juin**

Comme le montre l'histogramme, la concentration du Zinc atteint son maximum le mois d'avril, par contre le cadmium est de base concentration en ce mois, et une très forte teneur en mois de juin de fer, cuivre et cadmium cela est peut être du a la consommation de ces métaux par les patients (médicaments) ainsi que le délabrement de la tuyauterie.

### IV.3.10- l'analyse chimique par Fluorescence X

L'analyse chimique par fluorescence X de la matière en suspension solide de l'effluent hospitalier du service de psychiatrie donne des concentrations en (%) sous forme d'oxydes. Nous constatons que notre échantillon est minérale et contient une forte concentration en Silicium et en Aluminium respectivement 53.512 % et 16.456 % ainsi qu'une importante concentration en fer, Calcium, et magnésium (3.414 %, 7.539 %, 3.712%), aussi l'échantillon comprend des traces de l'ordre de  $10^{-2}$  de strontium, zirconium, zinc, iode, chlore, potassium, phosphore, manganèse, et le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) qui est classé cancérigène pour l'homme selon le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) le 10 mars 2006.

### IV.4- Conclusion

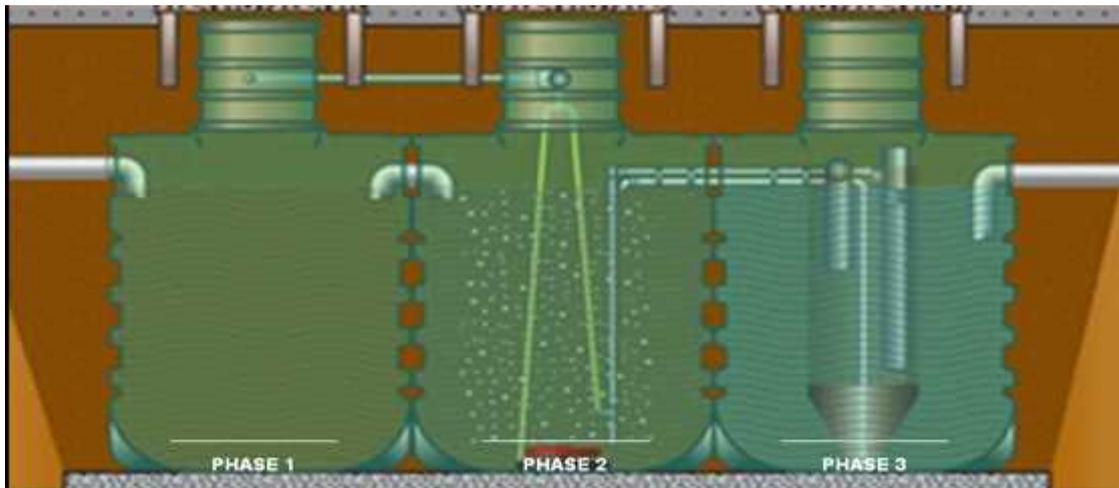
Les résultats d'analyse de l'effluent liquides du service Ibn Djezzar confirment l'existence de dangers pour la santé de la population, qui consomme les eaux de surfaces ou même les eaux provenant des nappes, presque toutes les valeurs sont largement supérieures aux normes ( $\text{MES}_{\text{max}} = 2674 \text{ mg/L}$ ,  $\text{DCO}_{\text{max}} = 6954 \text{ mg/L}$ ,  $\text{DBO5}_{\text{max}} = 940 \text{ mg/L}$ ,  $\text{max} = 1697 \mu\text{S/cm}$ , et un pH légèrement alcalin.

À l'exception du Cadmium les autres métaux lourds sont à des concentrations inférieures aux valeurs seuils ( $\text{Cd}_{\text{max}} = 0.49 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Zn}_{\text{max}} = 0.70 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Fe}_{\text{max}} = 0.64 \text{ mg/L}$ ,  $\text{Cu}_{\text{max}} = 0.80 \text{ mg/L}$ ), la fluorescence X nous a donné des valeurs importantes en Silicium et en Aluminium ainsi qu'une importante concentration en fer, Calcium, et magnésium, et des traces de strontium, zirconium, zinc, iode, chlore, potassium, phosphore, manganèse, et le titane, donc la nécessité de poursuivre une démarche pour la mise en œuvre d'une évaluation de risque sanitaire et environnementale pour la population concerné. Pour cela nous suggérons l'installation d'une micro station d'épuration, son objectif est d'altérer le moins possible la qualité de l'eau rejetée dans le milieu récepteur.

### IV. 5- Perspectives

#### IV.5.1- Proposition d'une micro station d'épuration

La micro station d'épuration est une nouvelle technique sur le marché. Il s'agit d'une fosse améliorée, compartimentée de manière à ce que l'eau qui y circule subisse des traitements différents, décantation et aération (figure IV.4). Ces mini-stations d'épuration fonctionnent sur le principe de l'oxygénation forcée puis de la clarification [51].



**Figure IV.4 : Schéma du fonctionnement d'une micro station d'épuration**

#### **PHASE 1 : Décantation primaire**

Les effluents arrivant du service, décantent naturellement dans une première cuve. Cette action a pour but de commencer la dégradation des matières et notamment liquéfier les matières fécales [52].

#### **PHASE 2 : Traitement**

Le traitement s'effectue dans la deuxième cuve grâce à l'apport d'oxygène généré par le surpresseur. Cet oxygène brasse les effluents par un micro bullage situé au fond de la cuve et permet aux micros organismes de se développer et commencent à dégrader les effluents [52].

### **PHASE 3 : Décantation secondaire - recirculation des boues**

Les effluents traités arrivent dans la 3ème cuve où les boues vont se séparer de l'eau en tombant au fond. Ces boues seront renvoyées dans la 2ème cuve, pour reprendre le processus d'oxygénation : c'est la recirculation des boues. L'eau séparée des boues est rejetée de la station, permettant une infiltration dans le sol sans risque de pollution [52].

### **IV.7.2- Caractéristiques des micros station d'épuration**

Poids : 240 kg

Dimensions : 3600 x 1200 x 1800 mm

Contenu : 3400 litres

Fabrication : PEHD (Polyéthylène haute densité) durabilité conforme 20 ans

Résistance à l'écrasement et l'étanchéité

Option : couvercles en fonte classe A

Garantie : 10 ans et recyclable.

La dimension et prix d'une micro station d'épuration varie selon le volume de l'effluent entrant, qui lui-même dépend du nombre d'habitants. Le prix est estimé entre (5 500 € et 9 500 €) [53].

### **IV.5.3- Avantages de la micro-station d'épuration**

- L'avantage de la micro station d'épuration est d'être sans odeur et peu encombrante.
- Elle est aussi facile à installer : (terrassement, pose de la micro-station puis le branchement et enfin raccordement électrique)
- Performances épuratoires constantes supérieures aux fosses septiques.
- Simplicité et souplesse d'utilisation : réglage par un programmeur qui est impossible sur une fosse septique.
- Forme compacte et résistante : étanchéité totale et durable.
- Rendement d'épuration est assez important [54].

### IV.5.3. Exemple d'effluent traité par une micro STEP

Nous présentons dans le tableau IV.8, les concentrations des paramètres de pollution avant et après épuration et le rendement d'épuration d'un effluent traité par une micro station d'épuration dont le débit journalier est estimé de 2100 m<sup>3</sup>/j.

**Tableau IV.8. Rendement d'épuration d'une micro station d'épuration [55]**

	Effluents (mg/l)	Effluent épuré (mg/l)	Le rendement %
DBO5	400	25	93
DCO	900	125	86
Azote total	66	15	77
Phosphore total	23	2	91
MES totale	600	35	94
MES décantables	400	0.5	99

## Références bibliographiques

---

- [1] **Deloffre-Bonnamour N, 1995** Les rejets des établissements de santé : des effluents liquides aux déchets solides. Mémoire de maîtrise - IUP Génie de l'Environnement - Ecodéveloppement - Université Claude Bernard - Lyon 1. Lyon: 75p.
- [2] **Emmanuel E, 2004a** Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse INSA de Lyon - Spécialité Sciences et Techniques du Déchet. Lyon: 259p
- [3] **C. CLIN Paris-Nord, 1999** Élimination des effluents liquides des établissements hospitaliers - Recommandations. Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'Interrégion Paris - Nord, Institut Biomédical des Cordeliers : Ile de France, Picardie, Haute- Normandie, Nord Pas-de-Calais, Paris: 74p.
- [4] **Mansotte F, 2000** Les rejets des établissements de santé. DDAS Seine-Maritime - Synthèse réalisé et complété sur la base du travail de F. Lebrun - Chargé d'études Environnement – Centre hospitalier du havre - CLIN - Club Environnement: 68p.
- [5] **Rodier J, Legube B, Merlet N et coll.,** l'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup> édition DUNOD paris 2009
- [6] **Office International de l'Eau (OIEau) Association Française**
- [7] **Journal Officielle de la République Algérienne**  
<http://www.gredaal.com/institutions/textes-juridiques/file/20-dcret-n-09-209-fixant-les-modalits-d-octroi-de-l-autorisation-de-dversement-des-eaux-uses>
- [8] Normes réglementaires Française des rejets liquides hospitaliers
- [9] La Gestion des Effluents Liquides en Milieu Hospitalier, C. Dremont, R. Hadjali, Projet DESS "TBH", UTC, 1997, pp 30,  
URL : [http://www.utc.fr/~farges/DESS\\_TBH/96-97/Projets/EL/EL.htm](http://www.utc.fr/~farges/DESS_TBH/96-97/Projets/EL/EL.htm)

## Références bibliographiques

---

- [10] **DARSY C, LESCURE I, PAYOT V, ROULAND G** ; effluents des établissements hospitaliers : teneur en microorganismes pathogènes, risques sanitaires, procédure particulières d'épuration et de gestion des boues.  
OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, février 2002
- [11] **Kümmerer K, Steger-Hartmann T et Meyer M, 1997** Biodegradability of the anti-tumour agent ifosfamide and its occurrence in hospital effluents and communal sewage.  
Water Res., Vol. 31, n° 11, pp. 2705-2710
- [12] **Halling-Sørensen B, Nors Nielsen S, Lanzky PF, Ingerslev F, Holten Lützhøft HC et Jørgensen SE**, occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment- A review. Chemosphere, Vol. 36, n° 2, pp. 357-393
- [13] **Cleuvers M, 2003** Aquatic ecotoxicity of pharmaceuticals including the assessment of combination effects. Toxicol. Lett., Vol. 142, n° 3, pp. 185-194
- [14] **Ferrari B, Paxeus N, Giudice RL, Pollio A et Garric J, 2003b** Ecotoxicological impact of pharmaceuticals found in treated wastewaters: study of carbamazepine, clofibrac acid, and diclofenac. Ecotox. Environ. Safe., Vol. 55, n° 3, pp. 359-370
- [15] **Kummerer K, Erbe T, Gartiser S et Brinker L, 1998** AOX -- Emissions from hospitals into municipal waste water. Chemosphere, Vol. 36, n° 11, pp. 2437-2445
- [16] **Fent K, Weston AA et Caminada D, 2006** Ecotoxicology of human pharmaceuticals. Aquatic Toxicol., Vol. 76, n° 2, pp. 122-159
- [17] **Bliefert C et Perraud R, 2001** Chimie de l'Environnement: Air, Eau, Sols, Déchets. Editions DeBoeck . Vol. 1ère Ed. 496p.
- [18] **Hartemann P, Hautemaniere A et Joyeux M, 2005** La problématique des effluents hospitaliers. Hygiène, Vol. 13, n° 5, pp. 369-374
- [19] **Bonnard N, Brondeau MT, Jargot D et Lafon L, 2001** Fiche toxicologique n° 239 - L'acide peracétique. INRS. Paris: 5p.

## Références bibliographiques

---

- [20] **Lavoué J, Bégin D et Gérin M, 2002** La substitution des solvants par les nettoyants aqueux – Le dégraissage des métaux. IRSST; Université de Montréal. Bilans de connaissances / Rapport B- 064. Montréal: 138p.
- [21] **Massi L, Gèribaldi S et Guittard F**, Propriétés Antibactériennes et Antifongiques de Tensioactifs Ammoniums Quaternaires en Série F-Alkylée. Available on: [www.unice.fr/cdiac/congres/sfc\\_paca/resumes/massi.pdf](http://www.unice.fr/cdiac/congres/sfc_paca/resumes/massi.pdf)
- [22] **Cserhádi T, Forgács E et Oros G, 2002** Biological activity and environmental impact of anionic surfactants. Environ. Int., Vol. 28, n° 5, pp. 337-348
- [23] **Sirisattha S, Momose Y, Kitagawa E et Iwahashi H, 2004** Toxicity of anionic detergents determined by *Saccharomyces cerevisiae* microarray analysis. Water Res., Vol. 38, n° 1, pp. 61-70
- [24] **Russell AD et Hugo WB, 2004** Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization. 4 ed. Ayliffe GA. Oxford: Blackwell Science. 688p.
- [25] **Carey J, Cook P, Giesy J, Hodson P, Murir D, Owens W et Solomon K**, Ecotoxicological risk assessment of the chlorinated organic chemical. In: SETAC Pellston Workshop on Environmental Risk Assessment for Organochlorine Compounds. 07/1994, Aliston, Ontario, Canada. Society of Environ. Toxicol. and Chem. (SETAC), 1998 pp. 397
- [26] **Rihn BH, Hdou T et Le Faou A, 2001** Virus, produits antiseptiques et désinfectants La norme et ses limites. Dossier médico-technique (DMT), Vol. 86, pp. 143-149
- [27] **Foussereau J, 1985** L'eczéma allergique au glutaraldéhyde. In: Doc Médecin Travail. Médecin, Travail. Vol. 23. pp. 13-14
- [28] **Cullinan P, Hayes J, Cannon J, Madan I, Heap I et Newman-Taylor A, 1994** Occupational asthma in radiographers. Lancet. Vol. 340. 1477p.
- [29] **Maurice B**, Cours de chimie minérale, 2ème édition DUNOD Paris 1994

## Références bibliographiques

---

- [30] **Robert R** , Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles 4ème édition.  
Masson Paris 2003
- [31] **CHAPMAN D** ‘ Water quality assessments ‘ E et FNSPON second édition.1996  
(UNESCO/WHO/UNEP)
- [32] **HEBERT C.D., ELWELL M.R., TRAVLOS G.S., FITZ C.J., BUCHER J.R** –  
Subchronic toxicity of cupric sulfate administered in drinking water and feed to rats and mice.  
Fund. Appl. Toxicol., 21, 461, 1993
- [33] **EMSLEY J**, Les éléments chimiques ‘ 2ème édition POLYTECH 1993
- [34] **HOSOVSKI E., VIAKOVIC A., SUNDERIC D.J.**-Kidney injuries due to inhalation of  
copper dust and fumes- Abstracts 23 rd, International Congress on Occupational Health-  
Montréal, 1990
- [35] **HARRY P., CAUBET A., DURAND G., MATHIEU C., MARIONNEAU J.,  
MAURAS Y., ALLAIN P.**- Intoxications aiguës par inhalation de chlorures de Zinc et  
d’aluminium (12 observations). J.Toxicol. Clin .Exper. 9,359, 1989
- [36] **PRASADA.S.**- Essentiality and toxicity of Zinc - scand.J.Work.Env.Health, 19, Suppl.1,  
134,1993
- [37] **RIIHIMAKI V.**- Cadmium, occurrence and effects - Work. Environ. Health, 9, 91, 1972
- [38] **STAESSEN J., BUCHET J.P., LAUWERYS R., ROELS H., THIJS L., FAGARD  
R.**- Environmental cadmium pollution and public health, the Belgian experience- Arch. Public  
Health 53,9,1995
- [39] **Châtaigner. B, Stevens. A (2005)** Investigation sur la présence de résidus  
d’antibiotiques dans les viandes commercialisées à Dakar Institut Pasteur de Dakar, p. 6-9.

## Références bibliographiques

---

- [40] **Kümmerer K, 2001** Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. *Chemosphere*, Vol. 45, n° 6- 7, pp. 957-969
- [41] **HEBERT C.D., ELWELL M.R., TRAVLOS G.S., FITZ C.J., BUCHER J.R** – Subchronic toxicity of cupric sulfate administered in drinking water and feed to rats and mice. *Fund. Appl. Toxicol.*, 21, 461, 1993
- [42] **Ferrari B, Garric J, Paxeus N et Pollio A**, Ecotoxicity of 6 pharmaceuticals found in effluent of sewage treatment plants and surface water in Europe : Overview and interest for the current european draft guideline. In: *Envipharma*, Cemagref, Lyon, 2003a
- [43] **Rabiet M, 2006** Contamination de la ressource en eau par les eaux usées dans un bassin versant méditerranéen - Apport des éléments majeurs, traces et terres rares. Thèse Université de Montpellier II. Spécialité Terre solide (géodynamique des enveloppes supérieures, paléobiosphère), Sciences de l'Eau dans l'Environnement Continental 368p.
- [44] **mulot J 2010** Modélisation des flux de médicaments dans les effluents hospitaliers UNIVERSITÉ PARIS-SUD 11
- [45] **Boillot C 2008** Évaluation des risques écotoxicologiques liés aux rejets d'effluents hospitaliers dans les milieux aquatiques L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon N° d'ordre 2008 ISAL 0021
- [46] **Zoukova R, Hilscherova K, Blaha L et Houloubek I**, Evaluation of ecotoxicity and genotoxicity of special (hospital) wastewaters (Poster). In: *SETAC Europe*. 7-11.05.06, Den Haag, 2006
- [47] **PINTA M** Spectroscopie d'absorption atomique' Vol 2 Edition Masson 1971
- [48] **FLOREAL D** La spectrométrie d'absorption atomique' Centre de recherches sur la conservation des documents graphiques (CRCDG), 1991.

## Références bibliographiques

---

[49] **LAJUNEN L.H.T** Spectrochemical analysis by atomic absorption and emission 'Edition The Royal of Chemistry, 1992.

[50] **SEDDIK H**, 2011

[51] **AUDOUIN J**, 2008AJ Environnement Jusselin 49110 Saint Pierre Montlimart Siret 50153948000019 / APE 900A

[52] **Société Epuralia®** Station d'épuration à boues activées à Narbonne, France

[53] **Service Technique d'Organisation et de Construction (STOC)** à La Fardele, France

[54] **Société PureStation®** Micro-station d'épuration biologique à boues activées en France

[55] **La station d'épuration de Péruwelz en Belgique**

### I. PROTOCOLE D'ANALYSE DE LA DCO

Détermination de la demande chimique en oxygène dans les effluents : méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium.

#### Les réactifs

- **Acide sulfurique (d= 1.48)**
- **Solution de sulfate d'argent :**  
6.6g d'  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  dans un litre d'acide sulfurique
- **Sulfate mercurique  $\text{HgSO}_4$  en cristaux**
- **Solution de sulfate ferreux environ 0,25N :**  
Dissoudre 96 g de sulfate de fer et d'ammonium  $\text{FeSO}_4, (\text{NH}_4) \text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$  (ou sel de Mhor) dans l'eau. Ajouter 20ml d'acide sulfurique et compléter à 1 litre avec  $\text{H}_2\text{O}$ .  
Déterminer au moins chaque jour le titre exact de cette solution à l'aide de la solution de bichromate de potassium à 0,25 N
- **Solution de dichromate de potassium à 0,25N :**  
Dissoudre 12,2588g de bichromate de potassium préalablement séché pendant une heure à 110 °C, dans de l'eau distillée. Diluer à 1000 ml
- **Solution de ferroïne :**  
1,485 g de 1-10 phénthroline  
0,695 g de  $\text{FeSO}_4/\text{H}_2\text{O}$   
Dans 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$

#### Mode opératoire

- 20ml de bichromate de potassium à 0,25 N
- 35ml d'acide sulfurique concentré
- 5ml de sulfate d'argent
- 1 pincée de sulfate mercurique représentant environ 0,1 g
- Quelques billes de verre pour régulariser l'ébullition
- Laisser refroidir et ajouter la prise d'essai de 20 ml
- Adapter le réfrigérant au ballon (pas de graisses sur les rodages mais deux gouttes d'acide sulfurique) et laisser bouillir deux heures.

## Annexes

---

- Laisser refroidir et étendre à 200ml environ avec de l'eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes de ferroïne et titrer l'excès de bichromate de potassium par la solution de sulfate ferreux : la coloration passe du vert au rouge- brun.
- Si la solution vire au rouge –brun sans ajouter de sulfate ferreux, recommencé en diminuant la prise d'essai.
- Essai à blanc : effectuer un essai à blanc, en remplaçant la prise d'essai par 20 ml d'eau distillée.

## Annexes

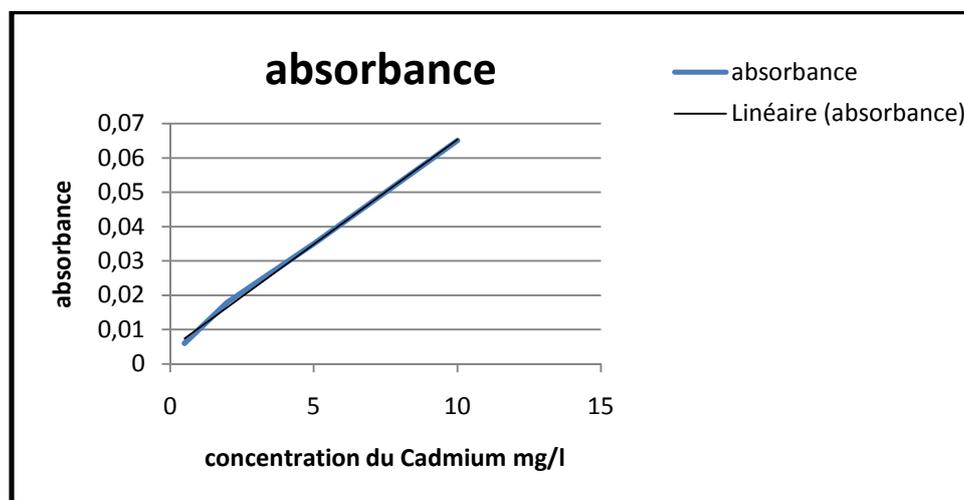
### II. La courbe d'étalonnage du Cadmium

Une série d'échantillons a été préparé en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage à partir de la solution mère (1g/L). Cette dernière comprendra les concentrations suivantes : 10mg/L ; 5mg/L ; 2mg/L ; et 0.5mg/L

L'analyse par l'absorption atomique, avec une flamme Air/Acétylène, a donné les résultats suivants :

Concentration en mg/l	absorbance
0.5	0.006
2	0.018
5	0.035
10	0.065

Ces résultats nous mènent à tracer la courbe suivante :



**Figure.1** Courbe d'étalonnage du Cadmium

La forme linéaire de cette courbe donne l'équation suivante :

$y = a x + b$  où :  $a = 0.0043$ ,  $b = 0.0061$ ,  $R = 0.9979$

$$y = 0.0043x + 0.0061$$

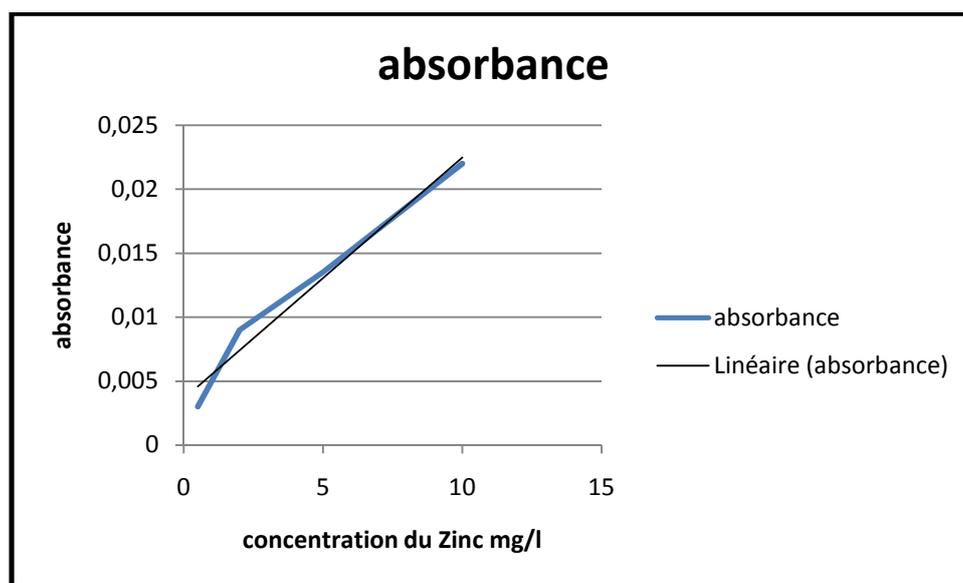
### III. La courbe d'étalonnage du Zinc

Une série d'échantillons a été préparé en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage à partir de la solution mère (1g/L). Cette dernière comprendra les concentrations suivantes : 10mg/L ; 5mg/L ; 2mg/L ; et 0.5mg/L

L'analyse par l'absorption atomique, avec une flamme Air/Acétylène, a donné les résultats suivants :

Concentration en mg/l	absorbance
0.5	0.003
2	0.009
5	0.0135
10	0.022

Ces résultats nous mènent à tracer la courbe suivante :



**Figure.2** Courbe d'étalonnage du Zinc

La forme linéaire de cette courbe donne l'équation suivante :

$y = a x + b$  où :  $a = 0.0019$ ,  $b = 0.0036$ ,  $R = 0.9716$

$$y = 0.0036 + 0.0019 x$$

## Annexes

### IV. La courbe d'étalonnage du Cuivre

Une série d'échantillons a été préparé en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage à partir de la solution mère. Cette dernière comprendra les concentrations suivantes : 10mg/L ; 5mg/L ; 2mg/L ; et 0.5mg/L

L'analyse par l'absorption atomique, avec une flamme Air/Acétylène, a donné les résultats suivants :

Concentration en mg/l	absorbance
0.5	0.005
2	0.02
5	0.05
10	0.06

Ces résultats nous mènent à tracer la courbe suivante :

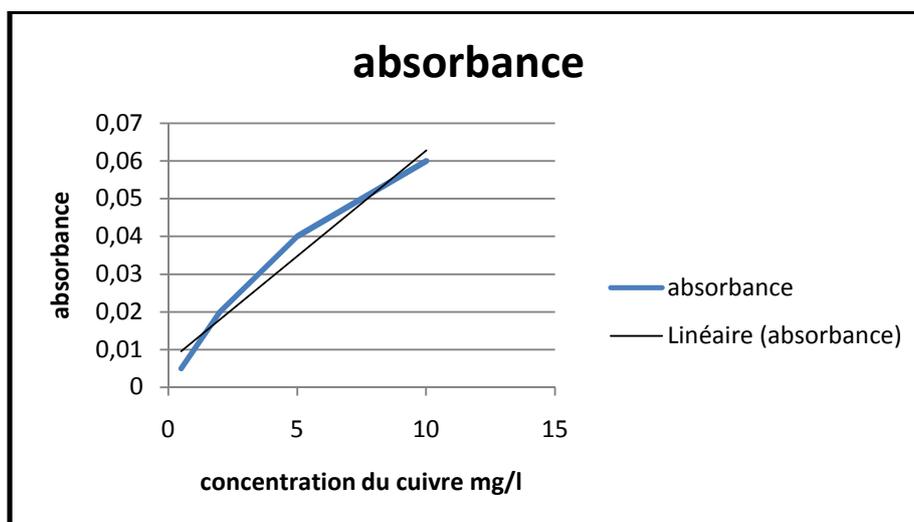


Figure.3 Courbe d'étalonnage du Cuivre

La forme linéaire de cette courbe donne l'équation suivante :

$y = a x + b$  où :  $a = 0.0056$ ,  $b = 0.0067$ ,  $R = 0.9651$

$$y = 0.0067 + 0.0056 x$$

## Annexes

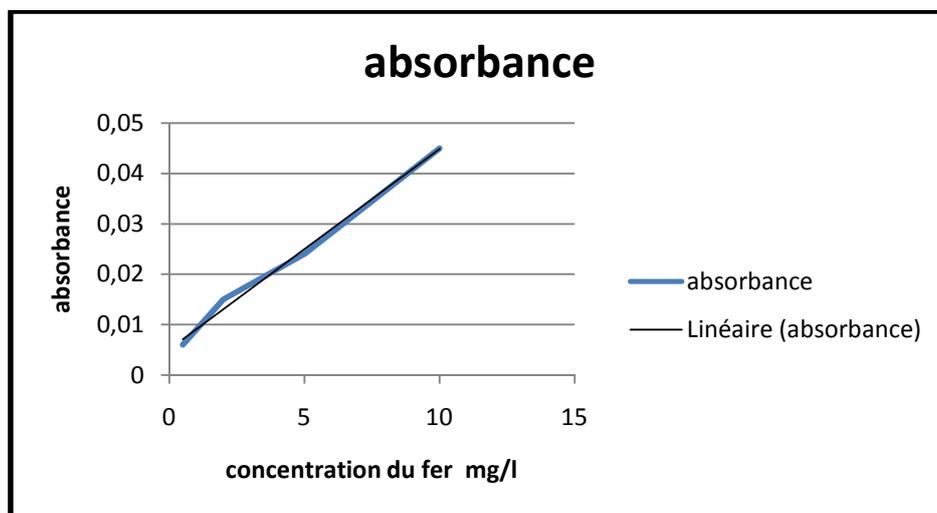
### V. La courbe d'étalonnage du fer

Une série d'échantillons a été préparé en vue de l'établissement de la courbe d'étalonnage à partir de la solution mère (1g/L). Cette dernière comprendra les concentrations suivantes : 10mg/L ; 5mg/L ; 2mg/L ; et 0.5mg/L

L'analyse par l'absorption atomique, avec une flamme Air/Acétylène, a donné les résultats suivants :

Concentration en mg/l	absorbance
0.5	0.006
2	0.015
5	0.024
10	0.045

Ces résultats nous mènent à tracer la courbe suivante :



**Figure.4** Courbe d'étalonnage du Fer

La forme linéaire de cette courbe donne l'équation suivante :

$y = a x + b$  où :  $a = 0.0043$ ,  $b = 0.0051$ ,  $R = 0.9929$

$$y = 0.0043 x + 0.0061$$

**VI. Exemple de micro station d'épuration**

