

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة سعد دحلب البليدة  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA  
معهد الكيمياء الصناعية  
INSTITUT DE CHIMIE INDUSTRIELLE



# PROJET DE FIN D'ETUDES

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME**

**Master 2 en Chimie Industrielle**

**OPTION : chimie pour les sciences de l'environnement.**

**Thème**

Caractérisation physico chimique et micro biologique des effluents liquides de l'hôpital Frantz-Fanon (BLIDA).

Encadré par : **M<sup>m</sup> CHEMAT- DJENNI.Z**

Réalisé par : **SEDDIK Hichem**

# *Remerciements*

Avant tout, nous remercions Allah, Dieu le Miséricordieux, l'Unique,  
le Puissant, .... pour son guide et sa protection

Nous tenons à remercier vivement M<sup>m</sup> CHEMAT-DJENNI.Z pour la confiance  
qu'il nous a accordé en acceptant de nous encadrer  
pour sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire  
de fin d'études, pour son aide, ses critiques et ses suggestions.

Nous exprimons notre gratitude à l'ensemble de nos enseignants  
qui ont si soigneusement partagé leurs connaissances.

Je voudrais remercier les nombreuses personnes qui m'ont aidé au sein du laboratoire de  
l'institut national spécialisé dans la formation professionnelle en industrie agro alimentaire, à  
SIDI ABDE EL KADER (BLIDA)

Nous remercions les membres du jury pour nous avoir fait l'honneur de juger notre travail

Nous remercions, de tout cœur, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation  
de ce travail.

# *Dédicace*

Je dédie ce mémoire :

A mon père

A mon unique sœur, Amina

A mes deux frères, Toufik et Ali

Pour leurs soutien durant tout ma carrière, pour leurs bienveillance, leurs effort constants  
dans mes études et pour leurs encouragements

A toutes ma grand famille : Dilmi et Seddik

A tous les étudiants de CSE 2010-2011

A mes chers amis : Ibrahim, Amine, Mohamed, Foudhil, Hocine, Youcef, Maamer, Belkacem  
**mais surtout, surtout a** Nour ddine, Sarah, Soumia, Abla, Hiyam, Assia, Salima

**Tous simplement, a tous ceux que j'aime et qui m'aiment.**

## ملخص

غالبا ما وجدت مواد كيميائية تستخدم في المستشفيات لرعاية الأنشطة والبحوث الطبية في المواد السائلة. على الرغم من ارتفاع حجم المياه العادمة الناتجة عن هذه المؤسسات يوفر تخفيف كبيرة من الملوثات ، تصريف النفايات السائلة من نظام المجاري مباشرة في البيئة يخلق مخاطر على صحة الإنسان ويمثل مساهمة كبيرة في تلوث البيئة عموما.

نتائج التفريغ الفيزيائية الكيميائية السائلة من مستشفى فرانتر فانون (ولاية البليدة) تبين أن المواد الصلبة المعلقة TSS : 945 ملغم / لتر ، 8.9 DCO/DBO5 يظهر التقرير أن هذه في المواد السائلة ليست في المعايير لتصرف مباشرة في الطبيعية و يمكن القول أن النفايات السائلة بها كمية كبيرة من المواد العضوية. وعلى ضوء النتائج المستحصلة يمكن الاعتماد محطة على تصفية.

نتائج الاختبارات الميكروبيولوجية تظهر كمية صغيرة جدا من الكائنات الحية الدقيقة في ملوثات من مستشفى فرانتر فانون، بالمقارنة مع مياه الصرف الحضرية. هذه الملاحظة ربما يرجع إلى وجود تركيزات عالية من المطهرات والمضادات الحيوية.

للمعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي في المستشفى ، عمليات غشاء المفاعلات الحيوية توفر مزايا لإزالة الملوثات المجهرية مع معدلات إزالة عالية. فهي عمليات فعالة جدا لتنقية هذه المياه.

الكلمات الرئيسية : المخلفات السائلة المستشفى ، التوصيف الفيزيائية والكيميائية ، التوصيف الميكروبيولوجي ، غشاء المفاعل الحيوي

# Résumé

Les substances chimiques utilisées dans les hôpitaux pour les activités de soins et pour la recherche médicale sont le plus souvent retrouvées dans les effluents liquides. Même si le volume élevé d'eau usée généré par ces établissements, assure une dilution importante des polluants présents, le rejet de ces effluents dans le réseau d'assainissement communal ou dans le milieu naturel génère un risque pour la santé humaine, et représente une contribution significative à la contamination générale de l'environnement.

Les résultats physico chimiques des rejets liquides de l'hôpital Frantz-Fanon (willaya de Blida) montrent que les Matières en suspension MES : 945 mg/L, le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> 8.09 ne sont pas à la norme d'US EPA pour être rejetée directement vers le milieu naturel, ceux-ci permettent d'avancer que les effluents sont chargés en matières organiques. Ces rejets nécessitent une installation d'une STEP.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent une très faible quantité de microorganismes dans les effluents de l'hôpital Frantz-Fanon par rapport aux effluents urbains. Des concentrations comprises entre ( $3 \times 10^2$  et  $9.2 \times 10^4$ ), ( $10^2$  et  $1.7 \times 10^3$ ), ( $9.5 \times 10^2$  et  $1.2 \times 10^4$ ) colonies pour 100 mL (Nombre le plus probable) ont été respectivement décomptés pour les coliformes totaux, coliformes fécaux et les germes aérobies totaux. Cette observation est probablement due à la présence en concentrations élevées de désinfectants et antibiotiques.

Dans le traitement Biologique des effluents liquides hospitaliers, les procédés de bioréacteurs à membrane offrent des avantages pour l'élimination des micropolluants avec un taux d'élimination élevé (< 90 %). Ce sont des procédés très performants pour l'épuration de ces eaux.

Mots-clés : Effluents hospitaliers, caractérisation physico-chimiques, caractérisation microbiologique, Bioréacteurs à membrane.

## Abstract

The chemical substances used in hospitals for care activities and medical research are generally found in the wastewater. Even if the high volume of generated wastewater by these establishments, ensures an important dilution of the pollutants, the discharge of these effluents in the urban sewer network or in the natural environment generates risks for human health, and represents a significant contribution to the general contamination of the environment.

The results of physico chemical liquid discharge from the hospital Frantz Fanon (wilayas of Blida) show that suspended solids TSS: 945 mg / L, the ratio DCO/DBO<sub>5</sub> 8.9 are not standards to be released directly in the middle natural, they can be argued that the effluents are loaded with organic matter. These releases require installation of STEP.

The microbiological test results show a very small amount of microorganisms in the effluent from the hospital Frantz Fanon, compared to urban effluents. This observation is probably due to the presence of high concentrations of disinfectants and antibiotics.

In the biological treatment of liquid effluents hospital, the processes of membrane bioreactors offer advantages for the removal of micropollutants with high removal rates. They are very effective processes for the purification of water this topic.

Keywords : Hospital effluents,. physico-chemical, microbiological characterization, membrane bioreactor

## Liste des abréviations

<b>AOX</b>	Composés organo halogénés
<b>BRM</b>	Bioréacteurs à membrane
<b>CHU</b>	Centre Hospitalier Universitaire
<b>CF</b>	Coliformes fécaux
<b>CT</b>	Coliformes totaux
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demande Biologique en Oxygène
<b>DCO</b>	Demande Chimique en Oxygène
<b>INSFP- IAA</b>	Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle en Industrie Agro Alimentaire
<b>MES</b>	Matière en suspension
<b>NPP</b>	Nombre le plus probable
<b>NTU</b>	Nephelometric Turbidity Unit
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>P<sub>t</sub></b>	Phosphor total
<b>STEP</b>	Station d'épuration

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b>	La membrane en fibre creuse	<b>8</b>
<b>Figure I.2</b>	Entré principal de l'hôpital Frantz-Fanon de la Willaya de Blida	<b>8</b>
<b>Figure II.1</b>	Prélèvement et le conditionnement des échantillons	<b>8</b>
<b>Figure II.2</b>	Préparation des dilutions	<b>23</b>
<b>Figure II.3</b>	Dénombrement des colonies lenticulaires	<b>27</b>
<b>Figure II.4</b>	Recherche et dénombrement des coliformes	<b>29</b>
<b>Figure III.1</b>	Les résultats de DCO en fonction des échantillons du mois d'avril 2011	<b>35</b>
<b>Figure III.2</b>	Les résultats de DBO5 en fonction des échantillons du mois d'avril 2011	<b>35</b>
<b>Figure III.3</b>	Les résultats de MES en fonction des échantillons du mois de Mai 2011	<b>37</b>
<b>Figure III.4</b>	Les résultats de DCO en fonction des échantillons du mois de Mai 2011	<b>37</b>
<b>Figure III.5</b>	Les résultats de DBO5 en fonction des échantillons du mois de Mai 2011	<b>38</b>
<b>Figure III.6</b>	Les résultats de MES en fonction des échantillons du mois de juin 2011	<b>40</b>
<b>Figure IV.1</b>	Dégrillage	<b>49</b>
<b>Figure IV.2</b>	Déshuilage	<b>49</b>
<b>Figure IV.3</b>	Décantation	<b>50</b>
<b>Figure IV.4</b>	Agglomération des boues	<b>50</b>
<b>Figure IV.5</b>	Cuves de coagulation-Floculation	<b>51</b>
<b>Figure IV.6</b>	Bio-réacteur à membrane	<b>52</b>
<b>Figure IV.7</b>	Eau traitée	<b>53</b>

**Schéma II.1** Préparation des dilutions d'un produit liquide

<b>Schéma II.2</b>	Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux	<b>27</b>
<b>Schéma II.3</b>	Recherche et dénombrement des coliformes	<b>30</b>
<b>Schéma II.4</b>	Recherche et dénombrement des streptocoques	<b>33</b>

## **Liste des schémas**

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau I.1</b>	Norme d'US EPA des rejets hospitaliers	<b>10</b>
<b>Tableau I.2</b>	Les résultats des paramètres de pollution dans différents hôpitaux	<b>10</b>
<b>Tableau III.1</b>	Les résultats physico chimiques du mois d'Avril 2011.	<b>34</b>
<b>Tableau III.2</b>	Les résultats physico chimiques du mois de Mai 2011.	<b>36</b>
<b>Tableau III.3</b>	Les résultats physico chimiques du mois de Juin 2011	<b>39</b>
<b>Tableau III.4</b>	Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du mois d'Avril 2011	<b>41</b>
<b>Tableau III.5</b>	Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du mois de Mai 2011	<b>42</b>
<b>Tableau III.6</b>	Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du mois de Juin 2011	<b>43</b>
<b>Tableau IV.1</b>	Pourcentages moyen d'élimination pour certains composés pharmaceutiques par bioréacteur à membrane et par boues activées	<b>53</b>

## **Sommaire**

## REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1-	Problématique des effluents hospitaliers	3
I.2-	<b><i>Les différents rejets hospitaliers</i></b>	<b>4</b>
I.2.1-	Rejets de nature domestique	4
I.2.2-	Rejets de nature spécifique à l'hôpital	4
I.3 -	<b>Risques présentés par les effluents hospitaliers</b>	<b>5</b>
I.3.1-	Risque infectieux	5
I.3.2-	Risque toxique	5
I.3.3-	Risque radioactif	5
I.4 -	<b><i>Impacts des rejets médicamenteux sur les écosystèmes aquatiques</i></b>	<b>5</b>
I.5 -	Caractérisation physico-chimiques	7
I.5.1-	Norme des rejets hospitaliers	9
I.5.2-	Quelques résultats sur la caractérisation physico-chimique d'effluents	10
I.6-	Caractérisation microbiologiques	11
I.6.1-	Quels sont les impacts des micro-organismes pathogènes sur notre santé ?	12
I.7-	Traitement d'effluents hospitaliers par les bioréacteurs à membranes	13
I.7.1-	Les étapes de filtrations	13
I.7.2-	La membrane fibre creuse	14
I.7.3 -	<b>Avantages des BRM</b>	<b>15</b>
I.8-	Description de l'hôpital Frantz-Fanon de la Willaya de Blida	16
I.9-	Conclusion	17

# Matériels et méthodes

<b>II.1 -</b>	Prélèvement et échantillonnage	<b>18</b>
<b>II.2 -</b>	Méthode et les horaires de prélèvement	<b>18</b>
<b>II.3 -</b>	Conservation des échantillons	<b>18</b>
<b>II.4 -</b>	Les techniques d'analyses physico-chimiques	<b>20</b>
<b>II.4.1 -</b>	La température	<b>20</b>
<b>II.4.2 -</b>	Le potentiel d'Hydrogène (pH)	<b>20</b>
<b>II.4.3-</b>	La demande chimique en oxygène (DCO)	<b>21</b>
<b>II.4.4-</b>	Demande Biologique en Oxygène (DBO5)	<b>21</b>
<b>II.5-</b>	Les techniques d'analyses microbiologiques	<b>22</b>
<b>II.5.1-</b>	Méthode d'étalement	<b>22</b>
<b>II.5.2-</b>	Préparation de l'échantillon pour l'analyse microbiologique	<b>23</b>
<b>II.5.3-</b>	Recherches et dénombrement des germes aérobies Mésophiles totaux	<b>25</b>
<b>II.5.4-</b>	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	<b>28</b>
<b>II.5.5-</b>	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	<b>31</b>

## Résultats

<b>III. 1-</b>	Présentation des résultats physico chimiques	<b>34</b>
<b>III.2-</b>	Présentation des les résultats microbiologiques	<b>41</b>

## Discussion et interprétation

<b>IV.1</b>	Discussion et interprétation les résultats physico chimiques	<b>44</b>
-------------	--	-----------

<b>IV.2-</b>	Discussion et interprétation les résultats micro biologiques	<b>46</b>
<b>IV.3-</b>	L'impact des charges organiques sur la station	<b>47</b>
<b>IV.4-</b>	Les procédés de traitement des effluents hospitaliers	<b>48</b>
<b>IV.4.1</b>	Les prétraitements	<b>48</b>
<b>IV.4.2</b>	Les traitements physico-chimiques	<b>49</b>
<b>IV.4.3</b>	Le traitement Biologique	<b>51</b>
	Conclusion générale	<b>54</b>
	Références bibliographiques	
	Annexe	

## INTRODUCTION GENERALE

L'environnement est "la clé d'une meilleure santé", déclare l'OMS, à la Conférence ministérielle "santé et environnement" à Londres en juin 1999. Elle inclut dans le terme Environnement des paramètres physiques liés aux milieux (pollution de l'eau, impact des déchets...) et à l'ensemble des activités humaines (air ambiant, accidents domestiques, violences urbaines...).

La protection de l'eau de surface comme source pour la production d'eau potable est devenue une question importante pour l'homme.

Le cycle complet de l'eau est une partie essentielle de la gestion à long termes des ressources d'eau, exigeant de protéger les eaux de surface des composés polluants persistants, ces derniers étant difficiles à enlever.

L'hôpital est un grand consommateur d'eau, en effet par comparaison avec la consommation en milieu domestique dont la moyenne retenue par habitant et par jour est de 100 à 150 litres, pour les hôpitaux la valeur moyenne passe de 400 à 1200 litres par jour et par lit [1].

Les objectifs de notre étude visent à améliorer les connaissances sur les effets des effluents hospitaliers vis-à-vis des écosystèmes aquatiques, caractériser les rejets des eaux usées de l'hôpital Frantz-Fanon (willaya de Blida) du point de vue chimique et microbiologique et finalement nous espérons contribuer à trouver des propositions pour améliorer la qualité de ces rejets.

Pour atteindre les objectifs précédemment évoqués, l'étude se décompose en deux parties principales.

**La première partie** consiste en une revue bibliographique détaillée sur les différents rejets hospitaliers, leurs concepts, leurs caractérisations physico-chimiques et microbiologiques. Ainsi qu'une approche sur un traitement biologique adéquat (Bioréacteur à membrane).

**La deuxième partie** présente le volet expérimental de l'étude :

Il décrit la procédure d'échantillonnage, les méthodes de caractérisations physico-chimiques et microbiologiques des effluents hospitaliers et la discussion et l'interprétation de tous les résultats. Une mesure de dépollution des eaux usées hospitaliers est suggérée en présentant une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques. Et nous terminerons par une conclusion générale.

## **I.1- Problématique des effluents hospitaliers**

Les hôpitaux ont été identifiés comme une source incontestable d'émissions de composés chimiques dans les écosystèmes aquatiques [2]. Les contaminants les plus fréquemment rencontrés sont des microorganismes pathogènes (dont certains sont multi-résistants aux antibiotiques), des métaux et des détergents ainsi que des composés organo-halogénés et des résidus de médicaments [3-5]. Certains de ces polluants, particulièrement les résidus de médicaments et les composés organochlorés, quittent le plus souvent les stations d'épuration avec peu de dégradation [6].

Plus de 150 produits pharmaceutiques de différentes classes thérapeutiques ont été détectés jusqu'au 1 µg/L dans diverses matrices environnementales [7]. L'un des principaux problèmes environnementaux posés par les effluents hospitaliers est leur rejet, au même titre que les effluents classiques urbains, vers le réseau d'assainissement communal sans traitement préalable [8].

Une attention croissante est portée sur la présence de micropolluants dans l'environnement aquatique et dans les stations d'épuration. Les micropolluants sont des polluants susceptibles d'avoir un effet sur l'environnement même à des concentrations basses de 20 ng/L [9-10]. Effectivement, des études dans les STEP montrent que plusieurs produits pharmaceutiques n'y sont pas complètement éliminés et sont rejetés sous forme de contaminants dans les eaux réceptrices [11].

Pour avoir une première approche des effluents hospitaliers il est nécessaire tout d'abord d'identifier l'origine des rejets et de connaître ensuite les risques qu'ils peuvent générer.

## **I.2-Les différents rejets hospitaliers**

On distingue deux catégories de rejets dans les établissements de santé :

### **I.2.1- Rejets de nature domestique**

Dans cette catégorie, on retrouve :

- Les rejets des cuisines.
- Les rejets de produits détergents et d'entretien.
- Les rejets des garages et d'ateliers.

### **I.2.2- Rejets de nature spécifique à l'hôpital**

Ces rejets spécifiques communs aux différents services de soins sont les produits désinfectants et antiseptiques, les rejets de germes pathogènes et les médicaments.

En ce qui concerne les désinfectants et les antiseptiques, ils sont utilisés en masse dans un hôpital pour la désinfection des surfaces et celle du matériel médico-chirurgical. Les produits les plus utilisés sont principalement des dérivés chlorés (eau de Javel...), les produits contenant des aldéhydes (glutaraldéhyde : molécule toxique pour l'homme et l'environnement), la bétadine (composé iodé)...

On peut également retrouver des rejets de métaux lourds comme le Mercure (mais il tend à disparaître car les thermomètres sont remplacés par des thermomètres digitales).

Certains soins provoquent des rejets qui leur sont propres, par exemple :

- Les services de médecine nucléaire : tant pour la thérapie que pour le diagnostic, elle rejette des éléments radioactifs (Iode 131, Phosphore 32, Iode 123, etc).
- Les services de radiologie qui rejette les eaux de rinçage des clichés chargées en résidus argentiques [12-13].

### **I.3 - Risques présentés par les effluents hospitaliers**

Après avoir recensés les différents effluents hospitaliers, il est important maintenant de citer les risques de ces derniers :

#### **I.3.1- Risque infectieux**

Il est théoriquement possible de retrouver dans les eaux usées hospitalières des germes pathogènes dont l'origine a été précisée plus haut. Les germes pathogènes peuvent être : des bactéries, des virus ou des parasites [14].

#### **I.3.2- Risque toxique**

Le risque toxique concerne à la fois l'environnement et la santé publique : les eaux hospitalières peuvent être contaminées par des métaux lourds et par des molécules organiques (solvants, désinfectants, détergents, médicaments...) [14].

#### **I.3.3- Risque radioactif**

Les risques sont potentiellement élevés dès qu'on utilise des éléments radioactifs. Il faut rester vigilant car il peut survenir des accidents ou des fuites [15].

### **I.4 - Impacts des rejets médicamenteux sur les écosystèmes aquatiques**

Les effluents générés par l'activité hospitalière peuvent présenter un danger potentiel pour l'homme et son environnement. Depuis les années 1980, la présence de traces de médicaments dans les effluents des STEP et dans les eaux naturelles a été identifiée. Ces molécules sont considérées comme des micropolluants pour l'environnement parce qu'elles ont été développées dans l'intention de produire un effet biologique sur l'organisme [16].

En effet, les médicaments administrés aux humains (antibiotiques, hormones, antalgiques et radioéléments) ont été mesurés dans les eaux de surface, dans les eaux souterraines, et dans l'eau potable [17]. Des études réalisées en Angleterre révèlent la présence de médicaments à des concentrations supérieures à 1 ng/L dans les écosystèmes aquatiques [18].

## **Les hormones sexuelles**

Les œstrogènes ont été détectés dans les écosystèmes aquatiques par différents auteurs à des concentrations de l'ordre du ng/L [19].

Les études réalisées sur le devenir des médicaments dans l'eau montrent que certaines hormones sexuelles ont des effets sur les organismes aquatiques à des concentrations inférieures à 1 µg/L.

L'estradiol par exemple, l'hormone sexuelle féminine peut modifier les caractéristiques sexuelles de certains poissons à des concentrations de 20 ng/L [20].

## **Les antibiotiques**

Les antibiotiques constituent un important groupe de médicaments pour la médecine. A côté de leurs propriétés de lutter contre les infections humaines dues aux bactéries pathogènes [21]. Les résidus des antibiotiques dans l'environnement sont soupçonnés d'être l'agent causal du développement des formes de résistance chez les bactéries. Ainsi, ces substances posent de sérieuses menaces à la santé publique pour le traitement et pour le contrôle de certaines maladies infectieuses [16].

Les effluents hospitaliers auraient donc des caractéristiques différentes des effluents urbains en ce qui concerne les résidus médicamenteux (concentrations, types de molécules). Jusqu'à présent, ces caractérisations ont été peu étudiées [19].

## **I.5 - Caractérisation physico-chimiques**

### **Généralités**

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) [22].

### **Paramètres physiques**

- ✓ **La température** est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique) [23].

- ✓ **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 le Siemens/cm. [21].
- ✓ **La turbidité** : Caractère d'une eau trouble, non transparente son unité NTU [21].

La turbidité varie suivant les matières en suspension (MES) de l'eau :

- ✓ **Matières en suspension** : représentent l'ensemble des particules organiques ou minérales insolubles véhiculées par les eaux. Les MES sont essentielles pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissout et pollution sédimentable, Les MES sont exprimées en mg/l [1].

## Paramètres chimiques

**Les matières organiques** sont des matières oxydables qui nécessitent pour leur décomposition une certaine quantité d'oxygène. Elles vont appauvrir le milieu naturel en oxygène, c'est pourquoi elles sont considérées comme des matières polluantes. Deux paramètres permettent d'évaluer la teneur en matières organiques: la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) [24].

**Le pH** : joue un rôle capital dans le traitement biologique, il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Sa mesure s'effectue sur place par une valeur exacte à l'aide d'un pH mètre [9-10].

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène, indique la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement tous les composés organiques présents dans l'eau.

**DBO<sub>5</sub>** : La demande biochimique en oxygène DBO, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux.

Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours. La DBO<sub>5</sub> est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O<sub>2</sub>)/L, et quand elle dépasse les 9 mg/L l'eau est considérée comme étant impropre [25].

**Le phosphore** est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, polyphosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce qu'ils contribuent au développement d'algues [9-26].

**Les AOX** résultant de l'utilisation des agents de contrastes iodés, des solvants, des désinfectants, des détergents et des médicaments contenant du chlore, ont une mauvaise biodégradabilité. La majeure partie (90%) des composés organiques iodés contenus dans les rejets liquides quittent le plus souvent les STEP sans aucune dégradation. [24]

En plus de ces paramètres physico-chimiques, compte tenu de la spécificité des rejets hospitaliers la recherche de certaines substances polluantes est primordiale. En effet, la recherche du chlore et de métaux lourds donne ainsi une idée plus concrète et plus précise sur le type de pollution engendrée par les effluents hospitaliers. Les métaux Les plus recherchés sont : le plomb, le zinc, le cuivre, le mercure [14].

### **I.5.1- Norme des rejets hospitaliers**

Les effluents hospitaliers sont le plus souvent considérés par les gestionnaires comme similaires aux effluents domestiques. Les eaux usées provenant des hôpitaux sont essentiellement domestiques et peuvent être caractérisées par la concentration des paramètres globaux dans les limites suivantes :

**Tableau I.1:** Norme d'US EPA des rejets hospitaliers. [52]

<b>Paramètres</b>	<b>Rejets au milieu naturel</b>	<b>Raccordement sur station collective</b>
<b>Température</b>	<b>&lt; 30C°</b>	
<b>PH</b>	<b>5.5 &lt; PH &lt; 8.5</b>	
<b>Conductivité - Siemens/cm</b>	<b>900 – 1300</b>	
<b>MES mg/L</b>	<b>35 - 100</b>	<b>600</b>
<b>DCO mg/L</b>	<b>125 - 300</b>	<b>2000</b>
<b>DBO5 mg/L</b>	<b>30 - 100</b>	<b>800</b>
<b>P<sub>total</sub> mg/L</b>	<b>2 - 10</b>	<b>50</b>

Étant donné que les hôpitaux utilisent et rejettent un volume important d'eau, les polluants identifiés (métaux et autres substances chimiques) se diluent et se retrouvent à des concentrations souvent voisines de celles des effluents domestiques. [52]

### **I.5.2 - Quelques résultats sur la caractérisation physico-chimique d'effluents hospitaliers**

La caractérisation physico-chimique d'effluents hospitaliers révèle de façon quasi systématique la présence de molécules chlorées en concentrations élevées et de façon ponctuelle la présence de métaux lourds en particulier le Mercure et l'Argent [3].

Bien que les thermomètres de mercure ne soient plus en usage dans les hôpitaux des pays industrialisés [29].

Les effluents hospitaliers présentent des concentrations en AOX très élevées. Des concentrations supérieures à 10 mg/L ont été obtenues dans les effluents des services d'hospitalisation d'un CHU allemand [27].

Le tableau suivant montre une forte fluctuation des paramètres d'analyses de la pollution en fonction des hôpitaux

**Tableau I.2 :** Les résultats des paramètres de pollution dans différents hôpitaux

Paramètres de pollution	Unités	Hôpitaux				
		Limoges France [34].	Al Ghassani CHU Hassan II de Fès, Maroc [28].	Brétigny France [4].	Villiers France [4].	Juvisy France [4].
<b>DCO</b>	mg/L	1095	115.2 - 617.5	1525	1415	1595
<b>DBO5</b>	mg/L	535	40 - 188.1	670	800	500

## I.6 - Caractérisation microbiologiques

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale [26].

L'OMS en 1979 a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences; il s'agit des coliformes, des streptocoques fécaux.

La raison de ce choix réside dans le fait que la numération de ces bactéries est beaucoup plus simple est rapide entre 24 et 48h, que celle des germes pathogènes; généralement plusieurs jours [30].

### Les coliformes

Les coliformes sont des micro-organismes que nous retrouvons partout dans notre environnement, dans notre corps, de même que dans celui de tous les êtres vivants. L'ensemble de ces coliformes se nomme coliformes totaux. Certains groupes de coliformes se retrouvent dans les excréments des animaux à sang chaud; ce sont les coliformes fécaux. Ils regroupent les genres Echerichia, Citrobacter, Entérobacter, Yersinia.

Les coliformes ne sont habituellement pas dangereux mais ils peuvent cohabiter, dans le cas d'une infection, avec d'autres bactéries, virus et protozoaires qui eux, sont dangereux. Les coliformes fécaux sont donc des indicateurs, nous permettant de savoir si des pathogènes sont potentiellement présents dans l'eau. De plus, les coliformes fécaux vivent plus longtemps dans l'eau [31].

### **Les Streptocoques fécaux**

Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant, y compris dans les milieux salés [26]. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (OMS en 1979).

Les différentes études faites dans ce domaine ont toutes révélées des niveaux de concentrations nettement inférieurs à ceux rencontrés dans les effluents classiques urbains (en moyenne  $10^4$  et  $10^8$  germes/100 ml). [32-33-34].

Les résultats obtenus dans un hôpital d'une grande ville du Sud- Est de la France montrent que les effluents sont moins chargés que les eaux usées urbaines. Ils ont trouvé des concentrations de  $2.10^3$  et  $2.10^6$  coliformes fécaux par 100 ml la concentration moyenne est de  $10^4$  à  $5 \times 10^7$  par 100 ml dans les effluents urbains [35].

### **I.6.1 - Quels sont les impacts des micro-organismes pathogènes sur notre santé ?**

- Les grandes épidémies du passé comme le choléra, la fièvre typhoïde et la poliomyélite étaient souvent reliées à la contamination de l'eau. Aujourd'hui encore, l'une des plus importantes causes de mortalité dans le monde et principalement dans les pays en voie de développement est l'insalubrité de l'eau [36].
- Des maladies telles la gastro-entérite, la dysenterie, les otites et l'hépatite ne sont que quelques maladies associées à l'eau contaminée par des matières fécales. Ces agents pathogènes pénètrent notre organisme lorsque nous absorbons de l'eau contaminée [36].

Les paramètres microbiologiques répondent à deux objectifs :

- ✓ une approche qualitative et quantitative de la contamination des eaux résiduaires par les micro-organismes.
- ✓ la mise en évidence de germes spécifiquement hospitaliers comme tenu de la résistance de certaines espèces vis à vis des antibiotiques, antiseptiques et autres produits chimiques.

## **I.7 - Traitement d'effluents hospitaliers par les bioréacteurs à membranes**

Plus de 30% des hôpitaux en Europe utilisent les bio-réacteurs à membranes (BRM) dans le traitement biologique de leurs effluents [37]. On compte 154 bioréacteurs à membrane en 2002. Il s'agit d'un réacteur biologique dans lequel se développe une biomasse adaptée aux microorganismes.

### **Principe**

Le milieu présent dans les bioréacteurs à membrane est communément appelé liqueur mixte.

### **Liqueur mixte**

La liqueur mixte est un milieu non homogène composé des diverses populations de bactéries, des matières en suspension, des macromolécules, des ions pouvant former des complexes avec les molécules organiques, des petites molécules organiques ou minérales [38].

### **I.7.1- Les étapes de filtrations**

- La première étape sert à dégrader la pollution, digérée par les bactéries.
- La deuxième étape importante du traitement de l'effluent est la séparation de l'eau traitée avec la boue.

En effet, eau et boue sont intimement mélangées sous forme de boue biologique. Leur séparation va se faire grâce aux membranes.

- Le gavage : la pompe de gavage alimente le bloc membrane en liqueur mixte (effluent + boue biologique) et permet une mise en pression du système.

- La recirculation du concentrât : l'effluent qui arrive dans les membranes est riche en biomasse : c'est le concentrât. Il subit une filtration tangentielle par une recirculation intense en boucle fermée. Cette recirculation va permettre la filtration du concentrât à travers la membrane. [39].

Les membranes utilisées pour les BRM se trouvent principalement sous trois formes ;

- membranes tubulaires
- membranes planes
- membranes à fibres creuses

Le matériau utilisé pour la fabrication d'une grande majorité de membranes est tout de même en polymère à base de polysulfone ou de polyéthylène.

La membrane joue ici le rôle de filtration du concentrât. Elle est une barrière physique infranchissable aux particules de taille supérieure au seuil de coupure choisi.

La membrane plus utilisée en BRM est :

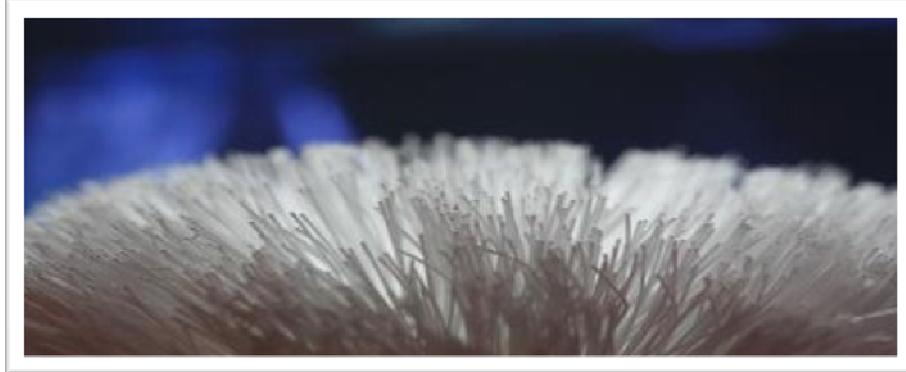
### **I.7.2-La membrane fibre creuse**

La membrane fibre creuse est un petit tube en matière plastique de moins d'un millimètre de diamètre et de quelques dizaines de centimètres de long, dont la paroi est poreuse. Les pores des membranes polymères sont d'une taille de  $0,01 \mu m$ , soit 10000 fois plus fins qu'un cheveu humain. Cette taille des pores permet en effet d'éviter l'accumulation de particules à l'intérieur de la membrane.

Les matières en suspension mais surtout les micro-organismes et les virus sont parfaitement retenus sur la surface externe des fibres.

Les membranes en fibres creuses sont aujourd'hui les plus répandues car elles permettent d'optimiser les performances du procédé. Elles sont également les moins chères à la fabrication [40].

**Figure I.1:** La membrane en fibre creuse



Ce procédé s'applique aussi bien pour les eaux résiduaires urbaines que pour les eaux usées industrielles. Cette installation d'épuration est également utilisée dans certains hôpitaux.

### **I.7.3- Avantages des BRM**

- Performances : les rendements épuratoires des BRM sont élevés. La rétention des MES sera quasi-totale et l'élimination des bactéries et virus sera très poussée.
- La sécurité (la membrane est une barrière physique infranchissable).
- Un nombre d'éléments réduit au minimum dans la séquence de traitement.
- Economie des ressources en eau : après dépollution, les eaux traitées constituent "une ressource de seconde main", qui trouve principalement son utilité dans le lavage et refroidissement industriel.

De nombreuses industries utilisent les opérations de refroidissement qui consomment une part très importante de ces eaux. C'est le cas dans :

- Les centrales électriques et nucléaires (la production d'électricité), La pétrochimie.
- L'arrosage des parcs et jardins publics, le lavage des rues [41].

## I.8 - Description de l'hôpital Frantz-Fanon de la Wilaya de Blida

Construit en 1933, d'une superficie totale de 33 hectares et d'une capacité globale actuelle de 1676 lits, il est situé dans la commune de Blida et plus précisément dans la banlieue de Zabana (Joinville) sur l'axe routier Blida – H'tatba.

### Caractéristiques générales du site d'étude

Les effluents liquides d'un centre hospitalier universitaire de BLIDA ont été utilisés pour la réalisation de la phase expérimentale de cette étude. Il s'agit d'un hôpital de taille moyenne. La consommation en eau de l'hôpital est 352 litres par jour et par lit selon l'algérienne des eaux (unité de Blida). Les rejets liquides des différents services sont déversés dans le réseau d'assainissement de l'hôpital.

**Figure I.2 :** Entré principal de l'hôpital Frantz-Fanon de la Wilaya de Blida



## **I.9 -Conclusion**

Les centres hospitaliers dont la taille correspond à des petites ou moyennes agglomérations utilisent pour leurs activités et leurs hygiènes, de grands volumes d'eau qui se trouvent ensuite rejetés, chargés de micro-organismes dont certains sont multirésistants et de produits chimiques souvent toxiques.

Les différents problèmes résultant des rejets liquides des services de santé suscitent un questionnement sur le devenir des polluants hospitaliers dans l'environnement et sur la nécessité de développer des outils de gestion durable des eaux usées de ces établissements.

Les effluents hospitaliers, à travers les activités de soins, ont un impact sur l'environnement puisqu'ils contiennent des éléments telles que des anticancéreux très peu biodégradables ou des substances issus de la désinfection utilisées en grande quantité.

D'une manière générale, les bioréacteurs à membrane offrent des avantages pour l'élimination des micropolluants avec un taux d'élimination élevé. Ce sont des procédés très performants pour l'épuration des eaux résiduaire.

## **II.1- Prélèvement et échantillonnage**

L'étude d'un certain nombre de paramètres sur les échantillons représentant trois différentes périodes de la journée, a permis de mettre en avant les fluctuations des teneurs de certains polluants recherchés.

Le point de prélèvement se situe au niveau du collecteur principal du site qui réceptionne tous les effluents liquides de l'hôpital. Il est notamment raccordé aux services suivants : médecine générale, chirurgie, oncologie, psychiatrie, laboratoires.

Tous les échantillons ont été placés dans des flacons parfaitement propres et stériliser. Toutes les précautions ont été prises pour que l'eau prélevée subisse le minimum de modification entre l'instant du prélèvement et celui de l'analyse.

## **II.2- Méthode et les horaires de prélèvement**

La méthode de prélèvement manuel instantané a été utilisée pour la collecte des échantillons. Ces échantillons ont été prélevés chaque deux heures appelé échantillon ponctuel et un échantillon moyen par jour a été réalisé juste après le troisième prélèvement, c'est l'échantillon composite. Nous avons adopté les horaires suivant pour les prélèvements :

- a. Un prélèvement entre 9.00 h – 9.30 h
  - b. Un prélèvement entre 11.30 h - 12.30 h
  - c. Un prélèvement entre 14.30 h - 15.30 h
- (Échantillon moyen sur chacune des périodes).

Les prélèvements ont été effectués sur la période de trois mois (Avril, Mai et Juin 2011)

## **II.3- Conservation des échantillons**

Pour avoir des résultats analytiques significatifs, il est très important de connaître le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'analyse. Les flacons, contenant les échantillons de rejets liquides, ont été soigneusement étiquetés et conservés dans une glacière de température comprise entre 0 et 4°C. Ils ont été transportés jusqu'à l'arrivée au laboratoire d'analyse.

**Figure II.1 : Prélèvement et le conditionnement des échantillons**



## **II.4- Les techniques d'analyses physico-chimiques**

Les analyses doivent être faites le plus tôt possible après le prélèvement pour permettre d'avoir des résultats représentatifs, un certain nombre de paramètres physico-chimiques de l'eau ne peuvent être mesurés que sur terrain car les valeurs peuvent évoluer très rapidement dans les échantillons prélevés.

### **II.4.1- La température**

La nécessité de transporter les échantillons à basse température rend obligatoire la mesure sur site. La mesure de la température de rejets liquides est réalisée à l'aide d'un thermomètre.

La température de l'eau sera prise en même temps que le prélèvement de l'échantillon. L'immersion dans le milieu à étudier devra être d'une durée suffisante pour que la valeur affichée soit stabilisée. On procédera à la lecture de la température, dès que la stabilisation est observée.

Nous nous intéressons principalement dans la caractérisation de ces rejets à l'évaluation la pollution due à la présence des micro-organismes par l'estimation des paramètres : matière en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO) et demande biologique en oxygène (DBO5).

### **II.4.2- Le potentiel d'Hydrogène (pH)**

Il est recommandé de déterminer le pH des eaux in situ de façon à ne pas modifier les équilibres ioniques par suite d'un transport ou d'un séjour plus ou moins prolongé des échantillons d'eau dans des flacons.

L'étalonnage étant réalisé et l'appareil ayant acquis son régime de marche, l'électrode est plongée dans la solution à mesurer. La lecture est effectuée après stabilisation du pH-mètre ce qui peut prendre plusieurs minutes. Veiller à ce que la température de l'échantillon ne varie pas pendant la mesure.

Les concentrations des matières en suspension ont été mesurées par deux façons ; la filtration et la centrifugation.

### **II.4.3- La demande chimique en oxygène DCO**

#### **Définition**

La demande Chimique en Oxygène, indique la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement tous les composés organiques présents dans l'eau. La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale. Ainsi, par la mesure de la DCO, on pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique ou biologique afin de contrôler le fonctionnement d'une STEP et l'activité des microorganismes.

#### **Principe**

Dans des conditions opératoires bien définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par le dichromate de potassium en milieu acide et en présence de catalyseurs.

L'excès de dichromate introduit est dosé par un réducteur, le sulfate ferreux, on peut ainsi remonter à la quantité de dichromate consommé par les matières oxydables.

Un indicateur approprié permet de détecter la fin du dosage.

### **II.4.4- Demande Biologique en Oxygène (DBO5)**

La demande biochimique en oxygène (DBO) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques.

## **II.5- Les techniques d'analyses microbiologiques**

### **II.5.1- Méthode d'étalement**

C'est une technique qui est utilisée pour l'analyse des eaux usées brutes et des eaux à forte charge bactérienne. Dans ce cas, des dilutions sont nécessaires car elle utilise de très faibles volumes à cause de la charge bactérienne souvent très élevée.

## **Principe**

La méthode d'étalement ou la méthode nombre le plus probable (NPP) consiste à ensemercer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon ou de dilutions de celui-ci dans des tubes de milieu de culture liquide.

Les prises d'essai de l'échantillon ou des dilutions, sont donc incorporées dans une première série de tubes de milieu non véritablement sélectif : c'est le test de présomption (croissance ou non).

Ce premier test est qualitatif et permet de conclure seulement à la présence ou à l'absence de microorganismes dans la prise d'essai.

On ensemece une deuxième série de tubes de milieu plus sélectif en repiquant les tubes ayant donné un résultat positif dans la première série : c'est le test de confirmation.

A partir de ces résultats, on estime la quantité de microorganismes après détermination du NPP.

## **II.5.2-Préparation de l'échantillon pour l'analyse microbiologique**

### **Suspension mère**

L'échantillon constitue donc la suspension mère (SM) suivra ensuite les dilutions décimales, tout en considérant la suspension mère à 0, la première dilution sera donc au 1/10.

### **Préparation des dilutions décimales**

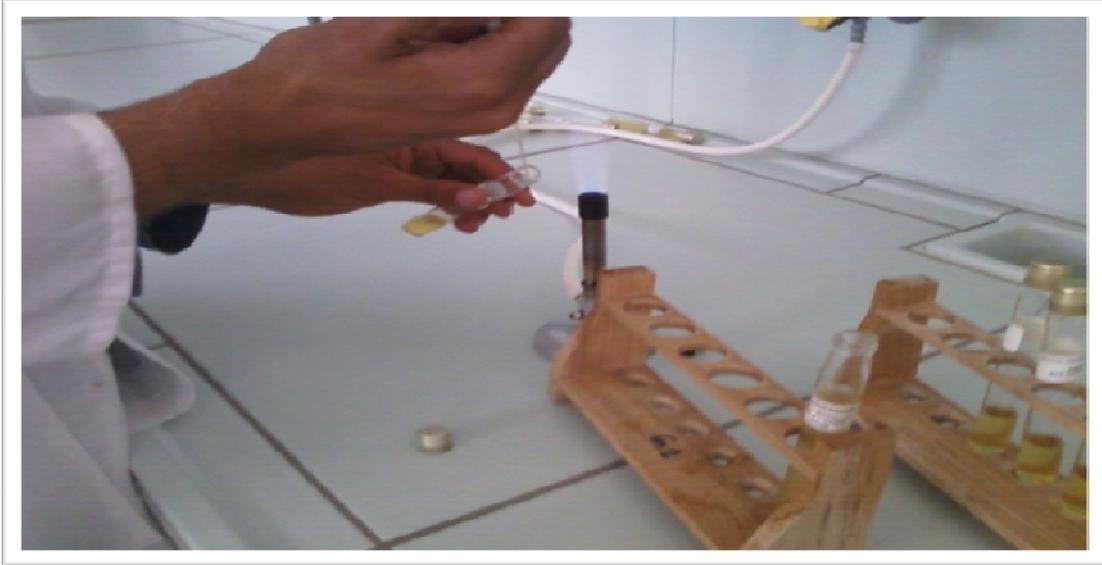
Dans un tube à essai contenant 9 ml de diluant, (eau physiologique); introduire aseptiquement 1ml de la suspension mère (SM), afin de réaliser des suspensions diluées en 1/10 homogénéisées.

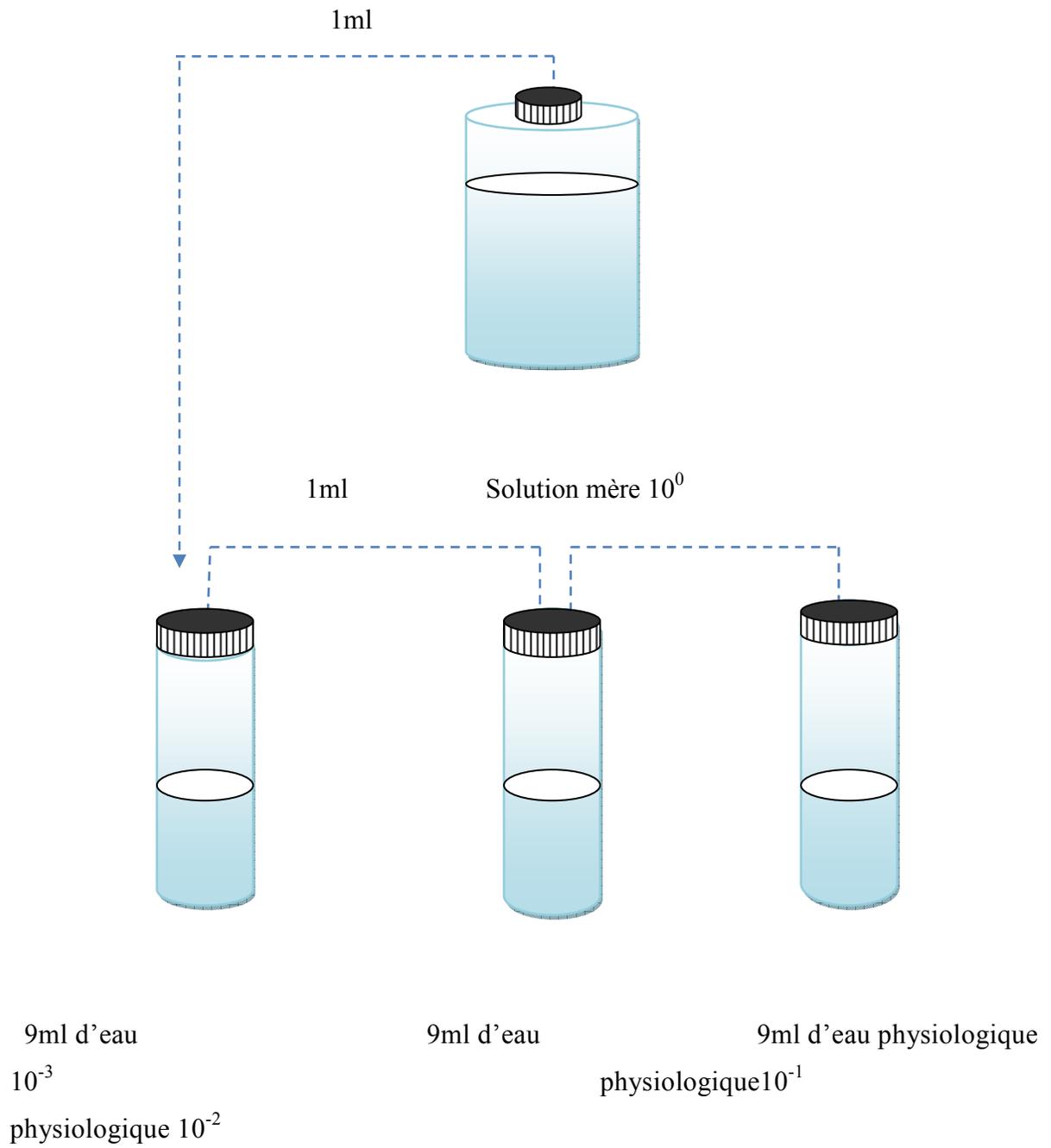
Les dilutions 1/100, 1/1000 s'effectuent de la même manière à partir de 1/10, 1/100, respectivement, en utilisant le même diluant. (Représenté sur le schéma II.1.).

Remarque :

- Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution.
- Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la plus haute dilution, dans le but de ne pas changer de pipette.

**Figure II.1: Préparation des dilutions**





**Schéma II.1: préparation des dilutions d'un produit liquide.**

## **II.5.3- Recherche et dénombrement des germes aérobies Mésophiles totaux**

### **Principe**

La gélose PCA est un milieu riche permettant le développement de la plus part des microorganismes susceptible d'être rencontrés dans un aliment. Sa formule comprend une peptone riche en acides aminés libres et de l'extrait de levure.

### **Mode opératoire**

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on procède un ensemencement en profondeur, en ajoutant 1ml dans les boîte de pétri stériles, aux quelles on additionne 12 à 15 ml de gélose PCA en fusion de 8, les boîtes sont mises à la température ambiante pour solidification.

Puis rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose. Cette double couche à un rôle protecteur contre la contamination diverse. (Représenté sur le schéma II.2)

### **Incubation**

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures.

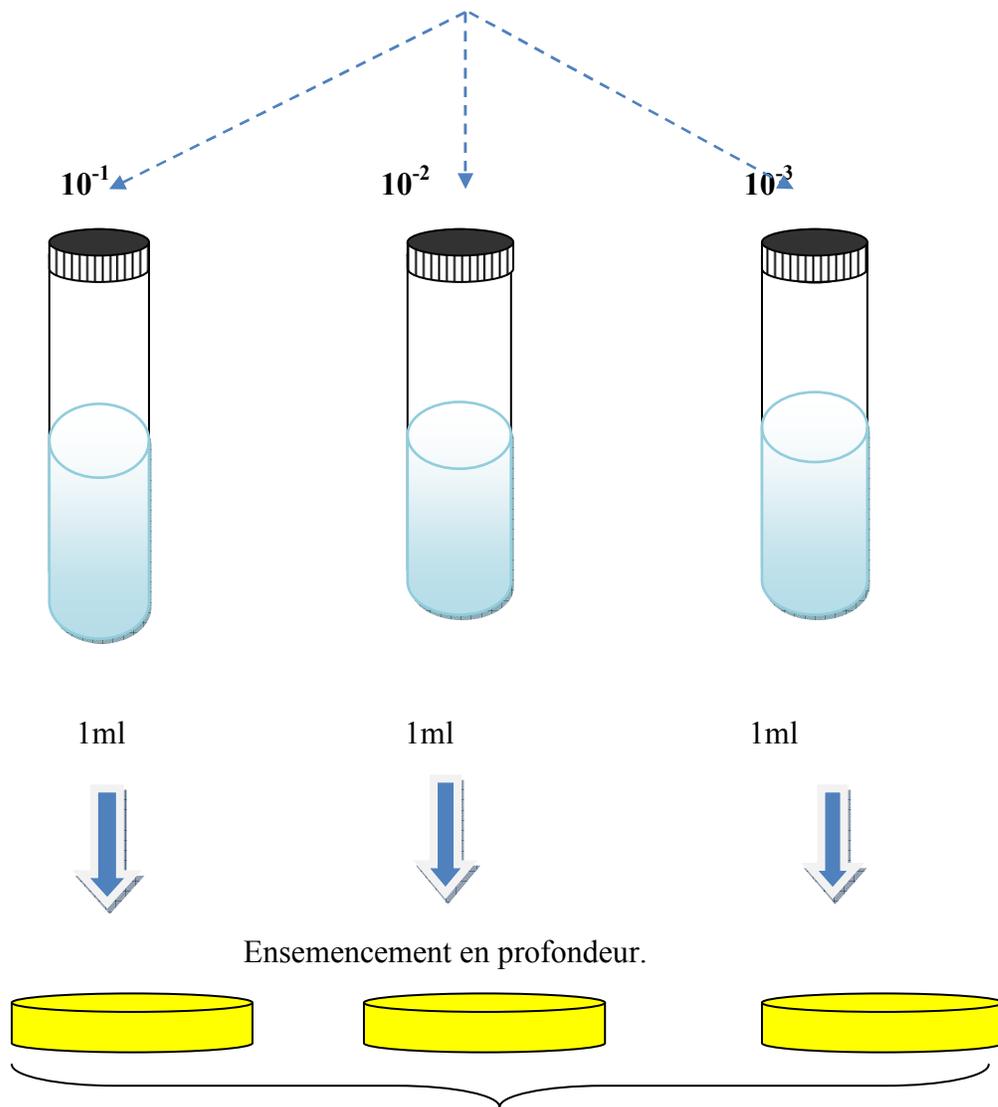
### **Lecture**

Les colonies des germes aérobies mésophiles totaux se présentent sous formes lenticulaire en masse de couleur blanche.

### **Dénombrement**

- Multiplier toujours le nombre des colonies lenticulaire trouvés par l'inverse de sa dilution.
- Faire en suite la moyenne des colonies entre les différentes dilutions.

## A partir des dilutions décimales



Addition de milieu PCA en surface à 45°C homogénéisation

Par mouvement en 8



Solidification



Ajout d'une couche de 5 ml de PCA



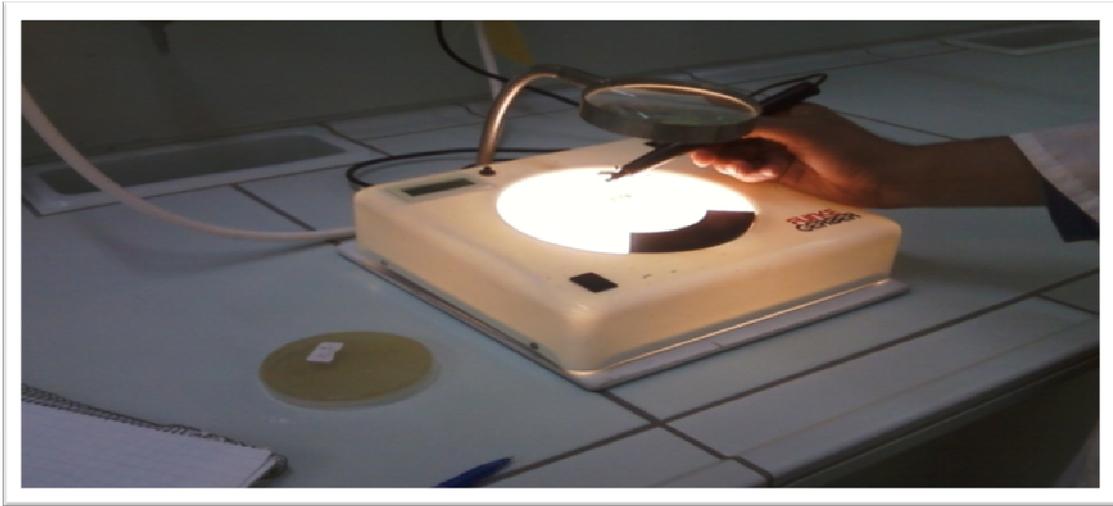
Solidification



Incubation à 30°C pendant 72heures



**Figure II.2** : Dénombrement des colonies lenticulaires



**Schéma II.2** : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

## **II.5.4 -Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

### **Principe**

Le principe est basé sur deux tests :

- Test de présomption sur BCPL muni d'une cloche Durham,
- Test de confirmation sur Schubert,

### **Test de présomption (recherche des coliformes totaux)**

- Préparer un flacon de 50ml de BCPL muni d'une cloche du Durham double concentration+ 5 tubes doubles concentration de BCPL munis des cloches du Durham+5 tubes simples concentration de BCP munis des cloches de Durham, (les tubes sont posés dans un portoir)
- Prélever aseptiquement 50 ml d'eau à analysée à l'aide d'une pipette graduée stérile, et les verser dans le flacon de 50 ml.
- Ajouter aseptiquement 10 ml d'eau à analysée à chaque tube de BCPL double concentration.
- Ajouter aseptiquement 1ml d'eau à analyser à chaque tube de BCPL simple concentration.
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu, et il faut assurer que les cloches sont vidées d'air.

### **Incubation**

L'ensemble des tubes et le flacon sont incubés au 37°C pendant 24 à 48h.

### **Lecture**

Les tubes qui sont considérés comme positifs sont qui présentent un trouble microbien et virage de la couleur violette au jaune avec production de gaz qui dépasse le 1/10<sup>ème</sup> de la cloche.

### **Dénombrement**

Le dénombrement est basé sur des données statistiques. De tables élaborées par Mac Grady donnent pour chaque nombre caractéristique le nombre le plus probable.

### Test de confirmation (recherche des coliformes fécaux)

- Prendre les tubes positifs du test précédent, et réaliser un repiquage (2 à 3 gouttes) sur milieu Schubert qui est mini d'une cliche du Durham,
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu, et il faut assurer que les cloches sont vidées d'air.

### Incubation

L'incubation de l'ensemble des tubes réalisés à 44°C pendant 24 h.

### Lecture

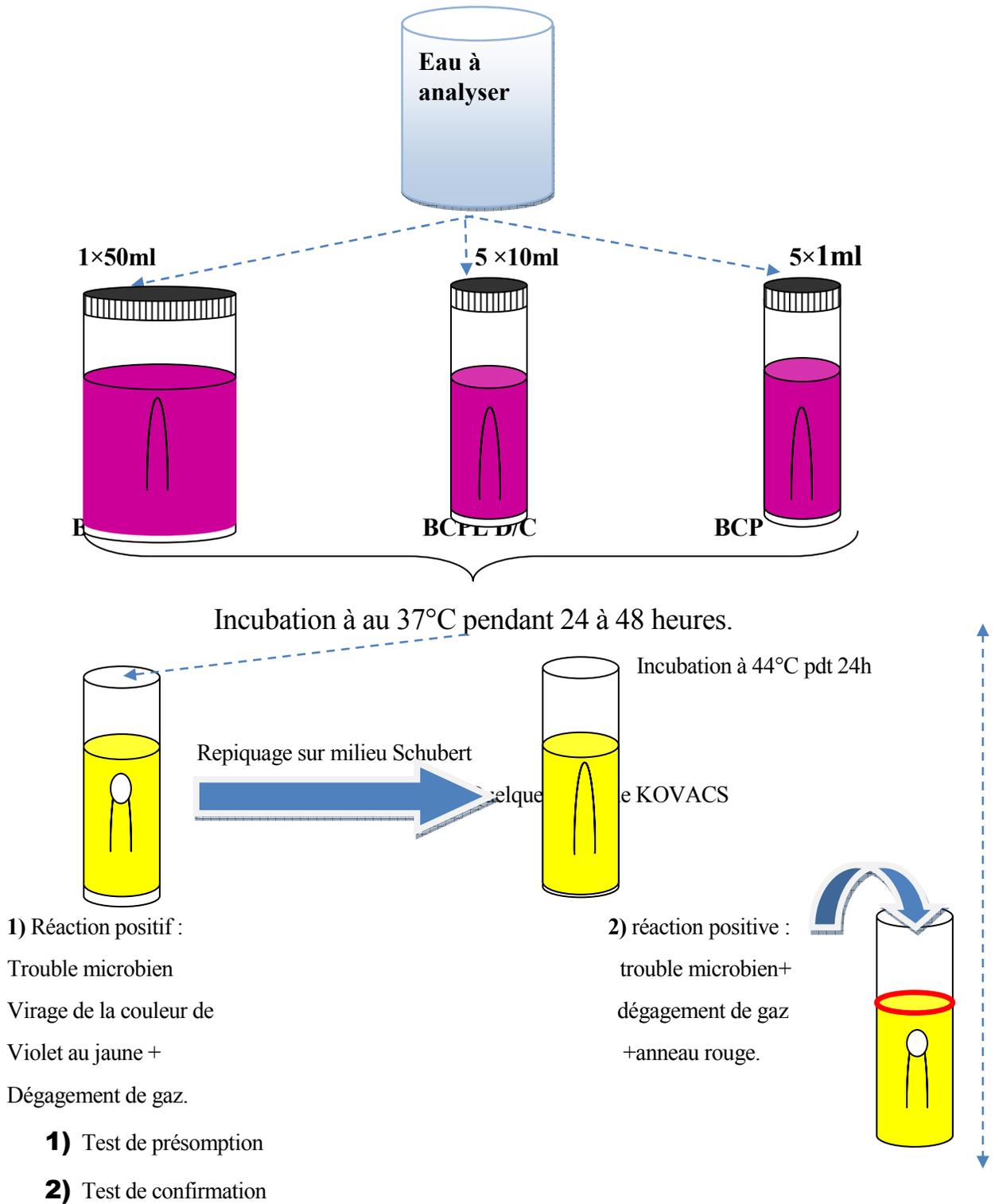
Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : un dégagement gazeux dans la cloche plus l'anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.

### Dénombrement

Le dénombrement final s'effectue selon les prescriptions de la table de **Mac Grady**

**Figure II.3 : Recherche et dénombrement des coliformes**





**Schéma II.3: recherche et dénombrement des coliformes**

## **II.5.5-Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

### **Principe**

La recherche des streptocoques fécaux se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable.

Le dénombrement se fait en milieu sélectif, on utilise dans un premier temps un milieu d'enrichissement relativement sélectif, le milieu ROTHE. Et dans un deuxième temps les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage dans le milieu d'enrichissement EVA Litsky.

### **Test de présomption**

- Préparer un flacon de 50 ml de milieu sélectif Rothe double concentration + 5 tubes doubles concentrations de Rothe + 5 tubes simples concentrations de Rothe, (les tubes sont posés dans un portoir)
- Ajouter aseptiquement 50ml d'eau à analysée à l'aide d'une pipette graduée stérile, et les verser dans le flacon de 50ml ;
- Ajouter aseptiquement 10ml d'eau à analysée à chaque tube de milieu Rothe double concentration,
- Ajouter aseptiquement 1ml d'eau à analysée à chaque tube de milieu Rothe simple concentration,
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu.

### **Incubation**

L'ensemble des tubes et le flacon sont incubés au 37°C pendant 24h à 48heures.

### **Lecture**

Les tubes qui sont considérés comme positifs sont qui présentent un trouble microbien qui feront objet d'isolement par repiquage sur milieu EVA Litsky.

### **Test de confirmation**

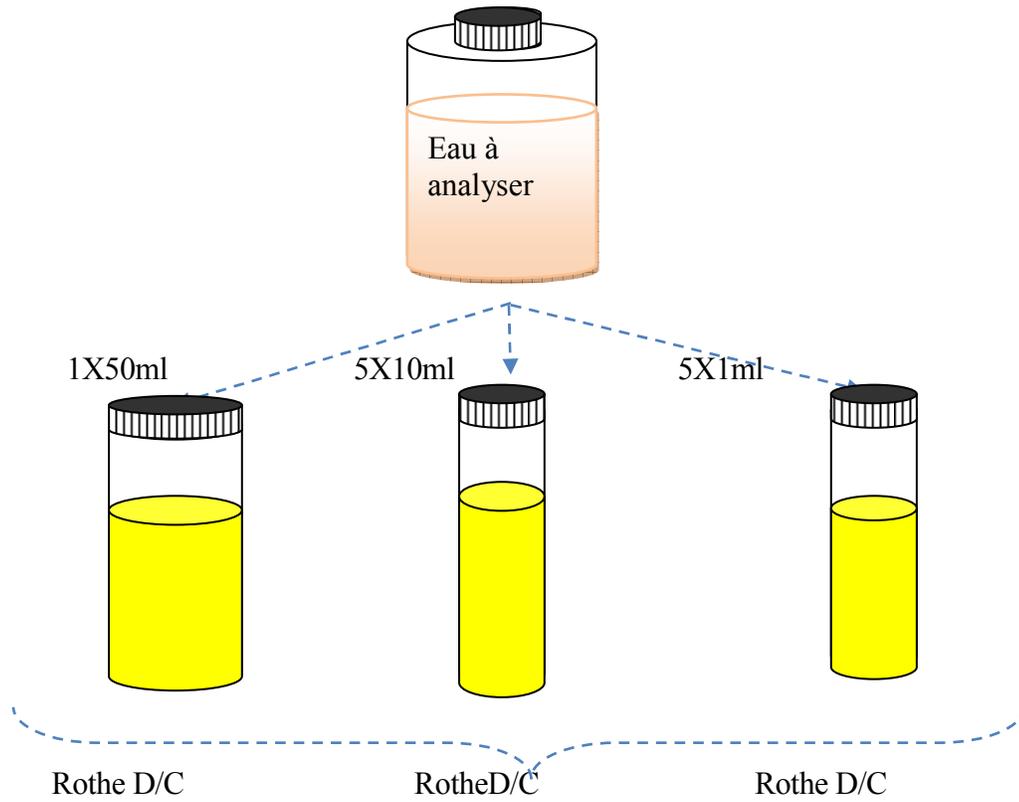
- Prendre les tubes positifs sont précédent, et réaliser un repiquage (2 à 3 gouttes) sur milieu EVA Litsky,
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu.

**L'incubation** de l'ensemble des tubes réalisés à 37°C pendant 24 heures.

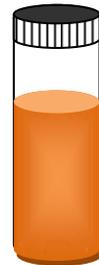
**Lecture** : Sont considérés comme positifs, les tubes d'EVA Litsky présentant à la fois

- Un trouble microbien
- Une pastille blanchâtre ou violette au fond de tube [42].

**Dénombrement** Le dénombrement final s'effectue selon les prescriptions de la table de Mac Grady.

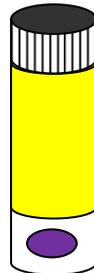


Incubation à 37°C pendant 24h à 48 h



Repiquage sur le milieu EVA Litsky

Incubation à 37°C pendant 24h



Tube positif :

Trouble microbienne, pastille

Pastille violette au fond du tube

**Schéma II.4 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

### III.1-Présentation des résultats physico chimiques

Les résultats de la caractérisation physicochimique des effluents hospitaliers étudiés sont résumés respectivement dans les tableaux et les histogrammes III.1, III.2, III.3.

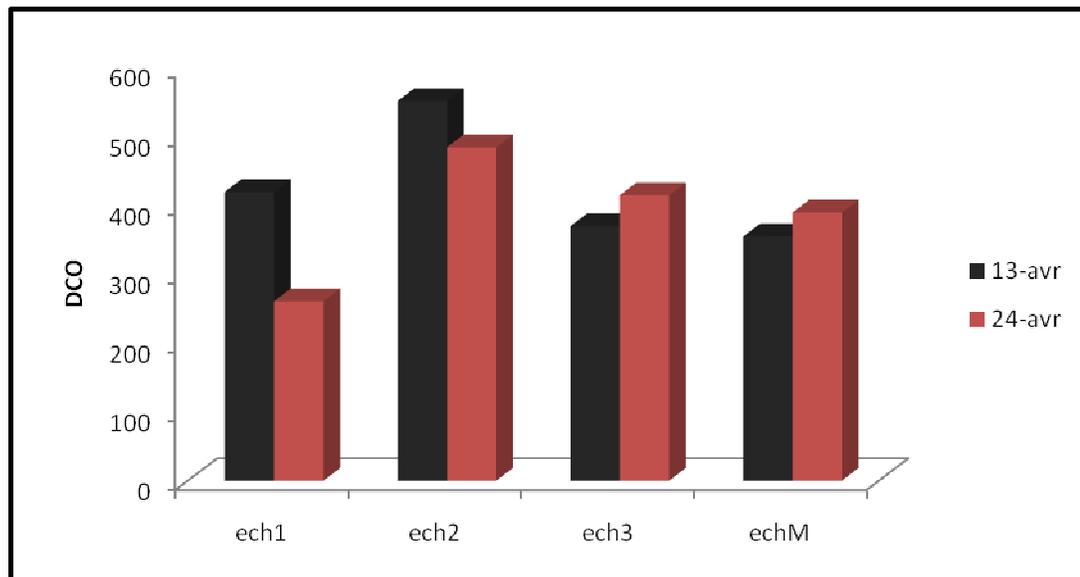
**Tableau III.1 : Les résultats physico chimiques du mois d’Avril 2011**

		13 avril 2011				24 avril 2011			
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M
T°C		18.5	19.5	23		18.5	20	22	
X µS/cm		870	950	1370	1133	1000	1180	1295	1342
pH		7.73	5.96	7.09	8.46	6.94	7.87	8.23	8.70
MES mg/L	F	350	492	503	497	456	613	627	702
	C	363	513	524	528	490	660	670	726
DCO mg/L		1500	2360	1750	1685	1490	2011	1550	1720
DBO5 mg/L		420	552	370	355	261	485	415	390
DCO/DBO5		3.57	4.27	4.72	4.74	5.70	4.14	3.73	4.41

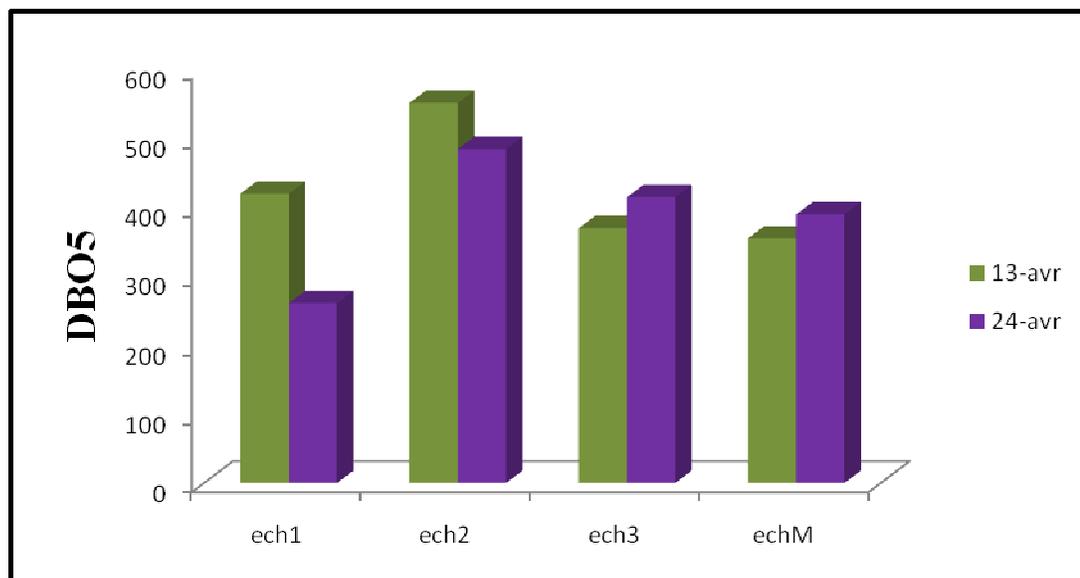
F : Filtration

C : Centrifugation

**Figure III.1 :** Les résultats de DCO en fonction des échantillons du mois d'avril 2011



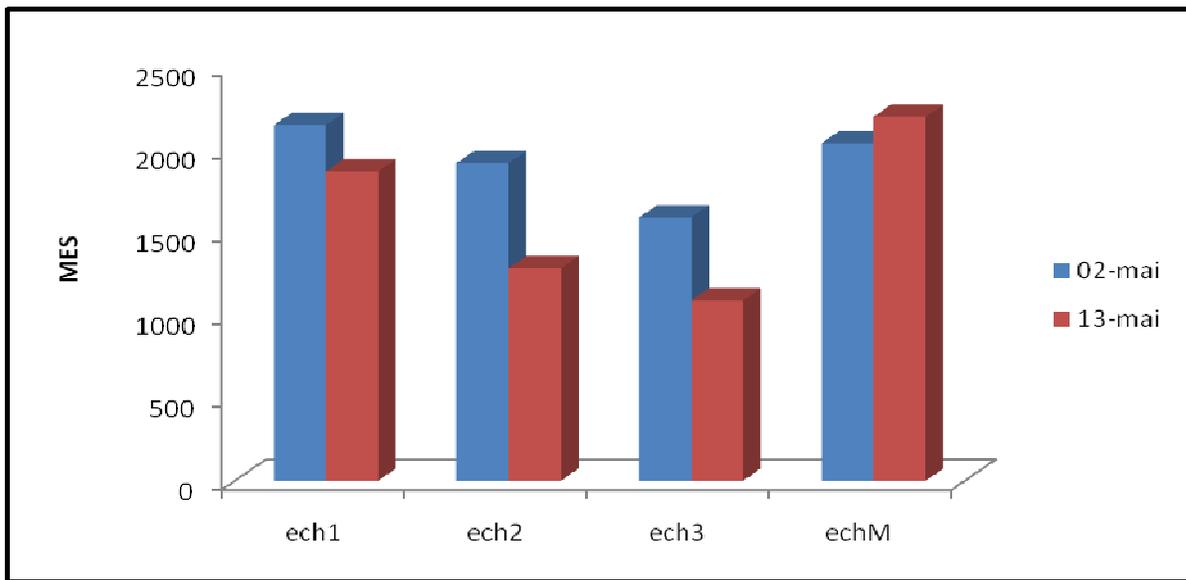
**Figure III.2:** Les résultats de DBO5 en fonction des échantillons du mois d'avril 2011



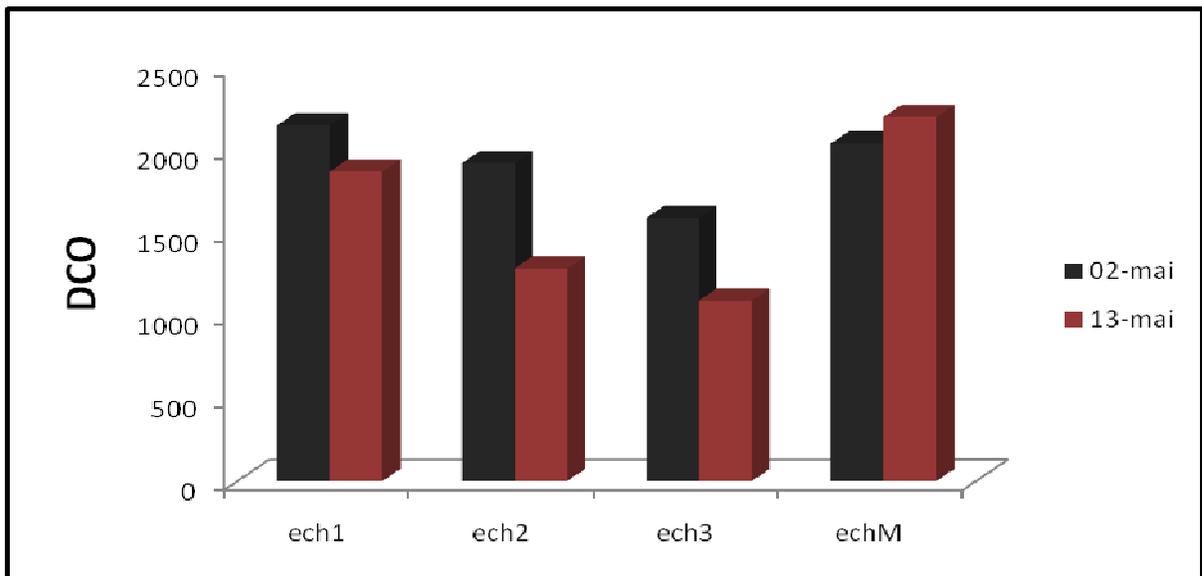
**Tableau III.2 : Les résultats physico chimiques du mois de Mai 2011**

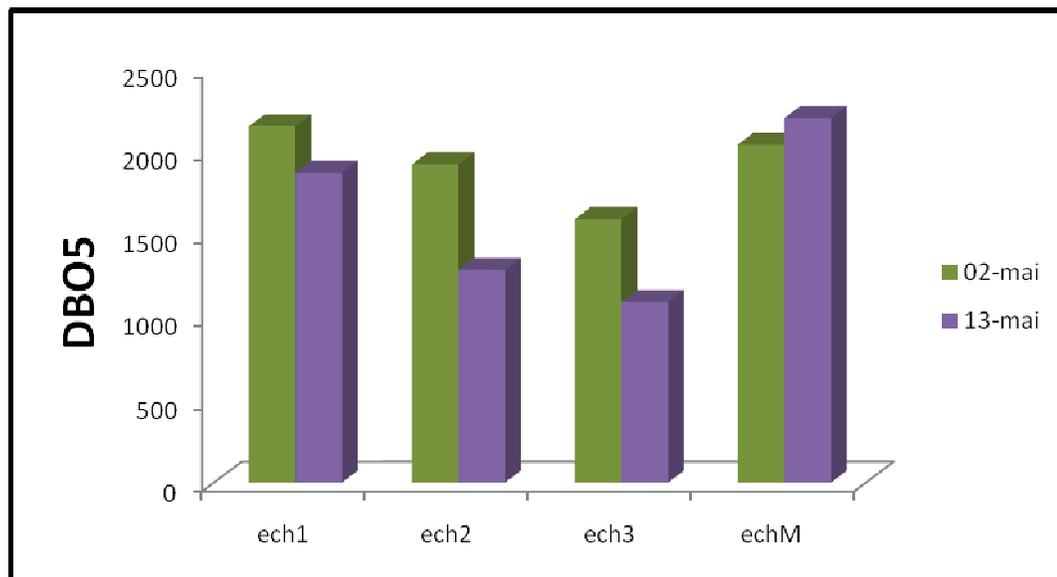
		02 mai 2011				15 mai 2011			
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M
<b>T°C</b>		17	18	19.5		17	17.5	20	
<b>X µS/cm</b>		860	1120	1370	1420	950	1080	1390	1367
<b>pH</b>		7.12	8.58	6.79	7.41	5.68	7.00	8.54	8.22
<b>MES mg/L</b>	<b>F</b>	410	542	577	660	705	834	662	858
	<b>C</b>	422	582	595	692	736	870	798	965
<b>DCO mg/L</b>		2150	1920	1590	2040	1870	1284	1090	2200
<b>DBO5 mg/L</b>		622	361	430	422	557	305	416	256
<b>DCO/DBO5</b>		3.45	5.31	3.69	4.83	3.35	4.2	2.62	8.59

**Figure III.3:** Les résultats de MES en fonction des échantillons du mois de Mai 2011.



**Figure III.4 :** Les résultats de DCO en fonction des échantillons du mois de Mai 2011



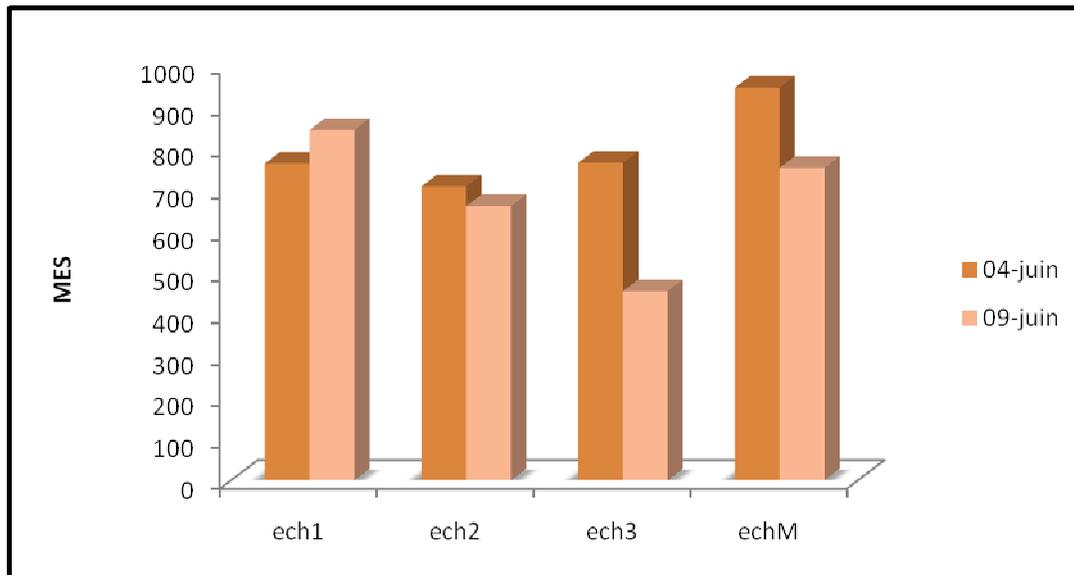


**Figure III.5** : Les résultats de DBO5 en fonction des échantillons du mois de Mai 2011

**Tableau III.3 : les résultats physico chimiques du mois de Juin 2011**

		04 juin 2011				09 juin 2011			
		Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech M
<b>T°C</b>		19	22	24		18.5	19	23	
<b>X µS/cm</b>		910	980	950	1320	1042	920	1000	1380
<b>pH</b>		6.08	8.02	8.26	8.63	6.79	7.15	7.77	8.81
<b>MES mg/L</b>	<b>F</b>	745	664	749	892	820	612	443	741
	<b>C</b>	762	707	764	945	843	660	455	752
<b>DCO mg/L</b>		1473	2789	2009	1011	1645	2260	1929	2195
<b>DBO5 mg/L</b>		620	321	690	265	496	302	509	611
<b>DCO/DBO5</b>		2.37	8.68	2.91	3.81	3.31	7.48	3.78	3.59

**Figure III.6** : Les résultats de MES en fonction des échantillons du mois de juin 2011



### III.2-Présentation des les résultats microbiologiques

**Tableau III.4:** Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du mois d'avril 2011.

	13 avril 2011			24 avril 2011			Effluent domestique
	Ech 1	Ech 2	Ech M	Ech 1	Ech 2	Ech M	
<b>Germes aérobies totaux</b>	$9.2 \times 10^4$	$3.7 \times 10^4$	$4.2 \times 10^4$	$11 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$8.5 \times 10^3$	$10^4 - 10^5$
<b>Coliformes totaux</b>	$1.7 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$4.3 \times 10^3$	$3.5 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$	$10^6 - 10^{10}$
<b>Coliformes fécaux</b>	$5 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	$5 \times 10^2$	$7 \times 10^2$	$4 \times 10^2$	$10^4 - 5 \times 10^7$
<b>Streptocoques fécaux</b>	$1.61 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$	$9.2 \times 10^3$	$5.4 \times 10^3$	$4.3 \times 10^3$	$3.5 \times 10^3$	$10^5 - 10^6$

**Unité : NPP/100 ml**  
**NPP « nombre le plus probable ».**

**Tableau III.5 : Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du mois de Mai 2011**

	02 mai 2011			15 mai 2011			Effluent domestique
	Ech 1	Ech 2	Ech M	Ech 1	Ech 2	Ech M	
<b>Germes aérobies totaux</b>	$3 \times 10^4$	$1.4 \times 10^4$	$7.2 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$	$3.3 \times 10^3$	$5.7 \times 10^3$	$10^4 - 10^5$
<b>Coliformes totaux</b>	$1.8 \times 10^3$	$10^3$	$1.2 \times 10^3$	$9.2 \times 10^3$	$5.4 \times 10^3$	$4.3 \times 10^3$	$10^6 - 10^{10}$
<b>Coliformes fécaux</b>	$5 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^2$	$1.7 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$	$7 \times 10^2$	$10^4 - 5 \times 10^7$
<b>Streptocoques fécaux</b>	$3.5 \times 10^3$	$4.3 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$5.4 \times 10^3$	$10^5 - 10^6$

**Unité : NPP/100 ml**  
**NPP « nombre le plus probable ».**

**Tableau III.6 :** Dénombrement des micro-organismes des effluents liquide de l'hôpital Frantz –Fanon du Mois de Juin 2011.

	<b>04 Juin 2011</b>			<b>Effluent domestique</b>
	<b>Ech 1</b>	<b>Ech 2</b>	<b>Ech M</b>	
<b>Germes aérobies totaux</b>	$8.9 \times 10^4$	$9.5 \times 10^3$	$7.4 \times 10^4$	$10^4 - 10^5$
<b>Coliformes totaux</b>	$2.8 \times 10^3$	$3 \times 10^2$	$10^3$	$10^6 - 10^{10}$
<b>Coliformes fécaux</b>	$7 \times 10^2$	$1 \times 10^2$	$2 \times 10^2$	$10^4 - 5 \times 10^7$
<b>Streptocoques fécaux</b>	$1.1 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$10^3$	$10^5 - 10^6$

**Unité : NPP/100 ml**

**NPP « nombre le plus probable ».**

## IV.1.-Discussion et interprétation les résultats physico chimiques

### ➤ La température

La température joue un rôle très important dans la solubilité des sels, et la détermination du pH. Elle agit aussi comme un facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau. Même si elle varie en moyenne de 17 °C dans les égouts du réseau d'assainissement interne de l'hôpital à 24 °C. Elle est toujours inférieure à 30 °C, conformément à la norme des rejets liquides hospitaliers.

L'importante augmentation de la température matinale peut être corrélée aux activités de l'hôpital. Les toilettes des patients et l'entretien désinfectant des locaux sont réalisés à l'eau chaude. Ces deux activités se déroulent le matin et pourraient être à l'origine des observations effectuées aux niveaux des débits et des températures.

### ➤ Ph

Le pH des échantillons étudiés au cours des trois mois oscille entre 5,96 et 8.7 ce qui met en évidence l'existence d'un milieu légèrement alcalin. Conformément aux normes des rejets. Le pH mesure la concentration des ions H<sup>+</sup> dans l'eau. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physicochimiques. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes présents dans une eau : la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 8.5 selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Ce même auteur pense que ces fluctuations sont liées à l'entretien des sols et des surfaces qui utilisent de grands volumes de produits détergents/désinfectants [43].

### ➤ La conductivité :

La variation de la **conductivité** (860 – 1420 µS/cm) indique une importante minéralisation et confirme la présence d'anions et de cations.

### ➤ MES

Les concentrations en MES (entre 336 et 945 mg/L) sont largement supérieures aux normes réglementaires (35 et 100 mg / L) ce qui implique l'existence d'une forte charge organique. Ces concentrations ont été mesurées par deux façons ; la filtration et la centrifugation. Cette dernière est la plus adéquate.

### ➤ **Demande Biologique (DBO<sub>5</sub>) et Chimique (DCO) en Oxygène**

Les résultats d'analyse montrent une forte charge polluante exprimée en DBO<sub>5</sub> et DCO, correspondant à des valeurs de 1011 mg/L à 2789 mg/L pour la DCO et 185 mg/L à 657 mg/L concernant la DBO<sub>5</sub>. Il est à noter que ces valeurs sont très élevées par rapport aux normes admises, et ces eaux peuvent être classées comme eaux usées de types urbains fortement pollués.

### ➤ **Rapport DCO/DBO<sub>5</sub>**

Pour les eaux usées domestiques le rapport est de 1.5 à 2. Ce qui correspond à une biodégradation facile. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent. En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO<sub>5</sub> implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, dans notre étude une valeur importante comprise entre 2.67 et 8.09, Ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable nécessite un traitement physico-chimique.

## **IV.2- Discussion et interprétation les résultats micro biologiques**

Les résultats des analyses microbiologiques montrent une très faible quantité de microorganismes dans les effluents hospitaliers que dans les effluents urbains due à la présence en concentrations plus élevées de désinfectants et antibiotiques.

Des concentrations comprises entre (300 et  $9.2 \times 10^4$ ), ( $100$  et  $1.7 \times 10^3$ ), ( $7.4 \times 10^3$  et  $1.2 \times 10^5$ ), colonies pour 100 mL (**NPP**) ont été respectivement décomptés dans les effluents hospitaliers pour les (CT), (CF) et les germes aérobies totaux.

La présence de quelques Streptocoques fécaux ( $10^3$  et  $2.4 \times 10^4$ ) colonies pour 100 mL **NPP** peut s'expliquer par le fait que ces bactéries sont beaucoup plus résistantes que les coliformes dans l'environnement [44].

Pour bien évaluer la qualité microbienne d'un effluent hospitalier, évaluons d'abord la flore hospitalière : elle est composée de la flore des malades et des germes de l'environnement (sols, surfaces, matériels, eau, air...), Ainsi les germes pathogènes que l'on trouve dans les eaux usées hospitalières peuvent être des bactéries présentes dans les selles ou

les urines (Salmonelles, Shigella, Coliformes,..) ou des bactéries responsables d'infections contagieuses (Staphylocoques, Streptocoques, Pseudomonas...). Toutes ces bactéries sont dangereuses car elles résistent très bien aux antibiotiques, ils peuvent provoquer des maladies telles que la gastro-entérite, la dysenterie, les otites et l'hépatite.

### **IV.3-L'impact des charges organiques sur la station**

- La charge organique diluée et les antiseptiques ralentissent la croissance bactérienne dans le bassin biologique.
- les détergents limitent les transferts d'oxygène.
- L'activité de radiologie est source de rejets en métaux lourds (sels d'argent). Leur concentration dans les boues de station d'épuration pourrait entraîner des difficultés pour la revalorisation des boues.

### **IV.4-Les procédés de traitement des effluents hospitaliers**

Les résultats de notre travail montrent que les MES et les paramètres de pollution (DCO, DBO5) ne sont pas conformes à la norme d'US.EPA [52].

MES : 945 Mg/L

DCO: 2789 Mg/L,

DBO5: 657 Mg/L

La dépollution des effluents liquides hospitaliers nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, physico-chimiques et biologiques, avant de les rejeter dans le milieu naturel. Pour diminuer l'impact des ces effluents sur l'environnement (faune et flore) et d'après notre étude nous proposons le système d'épuration suivant :

#### **IV.4.1-Les prétraitements**

Les prétraitements sont constitués par une série d'opérations physiques ou mécaniques qui ont but le dégrossissage. Ils éliminent les matières les plus grossières susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration [45].

Les opérations de prétraitements que nous retenons pour la STEP sont : le dégrillage et le déshuilage

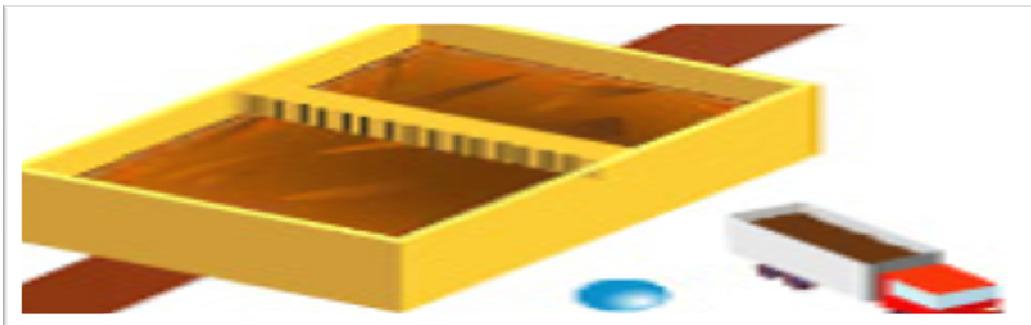
**Dégrillage** : au cours du dégrillage, les effluents liquides hospitaliers passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants ou en compliquer leur exécution.

Le dégrillage permet aussi de protéger la station contre l'arrivée intempestive des gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Les éléments retenus sont, ensuite, éliminés avec les odeurs ménagères.



**Figure IV.1** : Dégrillage

**Déshuilage** : est une opération consiste en une séparation de l'effluent brute des produits de densité légèrement inférieure à l'eau tels que les graisses et les huiles qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite [46].



**Figure IV.2** : Déshuilage

## IV.4.2-Les traitements physico-chimiques

**La décantation** : après ces opérations (les prétraitements) on obtient une eau en matière organique sédimentable. La décantation vise à éliminer une fraction de 45% à 65% de MES sédimentable.

Cette fraction peut être augmentée si le processus de décantation est précédé d'un traitement de « Coagulation – floculation » qui fait décanter les matières colloïdes après formation de floes ; ce dernier traitement est réalisé le plus souvent par des sels de fer et d'aluminium [ $Al_2 (SO_4)_3$ ], A la fin de l'opération de décantation, le sous-produit sera récupéré par raclage du fon de bassin, et déversé dans la chaîne de valorisation (traitement des bous)



**Figure IV.3** : La décantation



**Figure IV.4** : Agglomération des boues

### Coagulation - floculation

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes. Par ailleurs, puisque leur concentration est très stable.

Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation.

La coagulation a pour but principale de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques : sels minéraux cationiques.

La floculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floe qu'on peut

facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration. La floculation peut éliminer 65 % de la DBO<sub>5</sub>, 60 % des MES décantées [46].



**Figure IV.5 :** Cuves de coagulation-Floculation

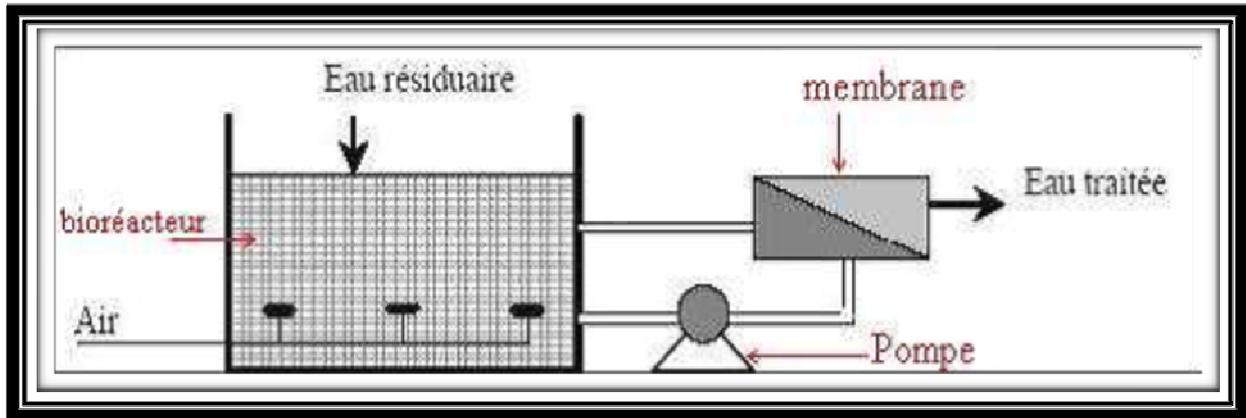
#### **IV.4.3-Le traitement Biologique**

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonées s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques "biodégradables" qui constituent pour eux des aliments.

L'utilisation de réacteurs à membranes pour le traitement biologique a été largement étudiée. A pour but d'éliminer la majeure partie des matières polluantes organique biodégradable continue dans l'effluent à l'aide des micro-organismes [47].

Le bio-réacteur à membrane est une installation d'épuration réalisant en continu deux fonctions dissociées physiquement en deux lieux :

- une fonction d'épuration dans le BRM
- une fonction de séparation dans le bloc membrane [39].



**Figure IV.6** : Bio-réacteur à membrane

Ainsi, l'élimination des pollutions dissoutes et particulaires permet d'obtenir une eau traitée d'excellente qualité pouvant être réutilisée pour un certain nombre d'applications :

- Le lavage des rues, l'arrosage des parcs et jardins publics.
- Refroidissement industriel : de nombreuses industries utilisent les opérations de refroidissement qui consomment une part très importante des eaux. C'est le cas dans les centrales électriques et nucléaires (la production d'électricité), La pétrochimie.

Le BRM peut minimiser les inconvénients présents dans les systèmes classiques de boues activées. Le couplage d'une séparation par membranes avec la boue activée offre une vraie synergie. Sa caractéristique la plus importante est la sécurité par rapport à la présence de composés toxiques dans l'eau à épurer [48]. Il atteint des pourcentages de dégradation de la DCO supérieurs à 90%. [49]. Après ce système d'épuration on obtient des eaux conformes aux normes.



**Figure IV.7** : Eau traitée

**Tableau IV.1** : Pourcentages moyen d'élimination pour certains composés pharmaceutiques par bioréacteur à membrane (BRM) et par boues activées (BA). [50-51].

<b>Groupe</b>	<b>Composé</b>	<b>% élimination Bioréacteur à Membrane</b>	<b>% élimination Boues activées</b>
<b>Analgésiques et anti- inflammatoires</b>	Naproxène	99.3	85.1
	Ketoprofène	91.9	51.5
	Acetaminophene	99.8	82.5
	Ibuprofène	99.6	98.4
<b>Agents Anti – ulcère</b>	Ranitidine	95.0	42.2
<b>Antibiotique</b>	Ofloxacine	94.0	23.8
<b>Regulateurs de lipides et Cholesterol</b>	Bezafibrate	95.8	48.4
	Gemfibrozil	89.6	38.8

La problématique concernant la présence et les risques potentiels liés aux micropolluants dans l'environnement est devenue une préoccupation d'actualité.

Aujourd'hui, les stations d'épuration ne sont pas en mesure de traiter de manière adéquate ce nouveau type de pollution. Par conséquent, il est nécessaire d'envisager un traitement plus efficace afin d'éliminer ces composés en amont des stations d'épuration.

Nous avons relevé que l'hôpital Frantz-Fanon est un grand consommateur d'eau 1055 m<sup>3</sup>/jour. Les volumes rejetés dans le réseau d'assainissement public sont également importants.

A ce jour, toutes les eaux hospitalières de la bande littorale sont rejetées sans aucun traitement et les hôpitaux n'ont toujours pas l'obligation de pré-traiter ou traiter d'effluents hospitaliers, même l'hôpital considéré le plus important en Algérie (l'hôpital Mustapha – Bacha Alger (1800 lits)), les déchets liquides sont directement rejetés sur les plages de Bab-El-Oued.

La station de traitement de l'hôpital Frantz-Fanon s'est arrêtée de fonctionner depuis plusieurs années déjà, la totalité des rejets liquides de l'hôpital sont évacués directement vers le milieu naturel sans aucun prétraitement, ces effluents génèrent un risque infectieux pour les personnels et un risque de contamination pour l'environnement. Les composantes du réseau d'assainissement à l'intérieur de l'établissement ne subissent aucune opération d'entretien,

Les résultats physico chimiques des rejets de l'hôpital Frantz-Fanon (wilaya de Blida) sont hors norme d'US.EPA [52]. Nous notons des valeurs maximales de MES de 945 mg/L, de DCO de 2789 mg/L et de DBO<sub>5</sub>: 657 mg/L. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est compris entre 2.62 et 8.68. Ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable. Ceux-ci montrent que les effluents ne sont pas à la norme d'US.EPA pour être rejetée directement vers le milieu naturel, comme dans notre cas, nécessite une installation d'une STEP.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent une très faible quantité de microorganismes dans les effluents hospitaliers. Des concentrations comprises entre ( $3 \times 10^2$  et  $9.2 \times 10^4$ ), ( $10^2$  et  $1.7 \times 10^3$ ), ( $9.5 \times 10^2$  et  $1.2 \times 10^4$ ) colonies pour 100 mL (NPP) ont été respectivement décomptés dans les effluents hospitaliers pour les (CT), (CF) et les germes aérobies totaux sont inférieure aux normes des effluent domestique.

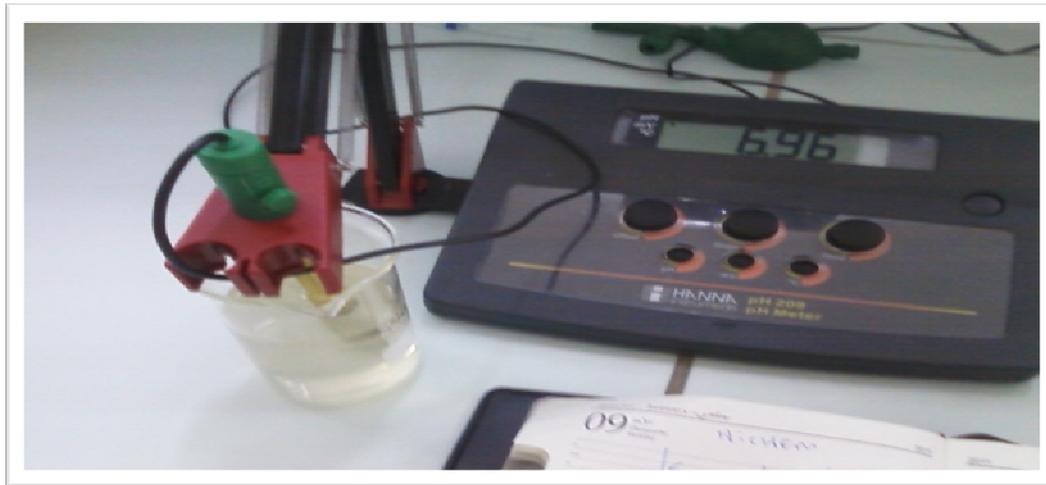
Il reste encore actuellement des questions ouvertes sur la pollution due aux médicaments anticancéreux (via les selles et urines notamment), et certaines études montrent une très faible métabolisation de ces déchets dans les stations d'épuration. L'application de la

technologie des bioréacteurs à membrane a été envisagée afin d'évaluer leur potentiel pour la dégradation d'un médicament anticancéreux [8].

Dans ce contexte, nous avons focalisé notre travail sur la compréhension de l'action des paramètres de filtration dans un Bioréacteur à membrane. Les systèmes à membrane dans l'épuration des eaux résiduelles présentent plusieurs avantages par rapport aux processus classiques à boues activées.

# Annexes

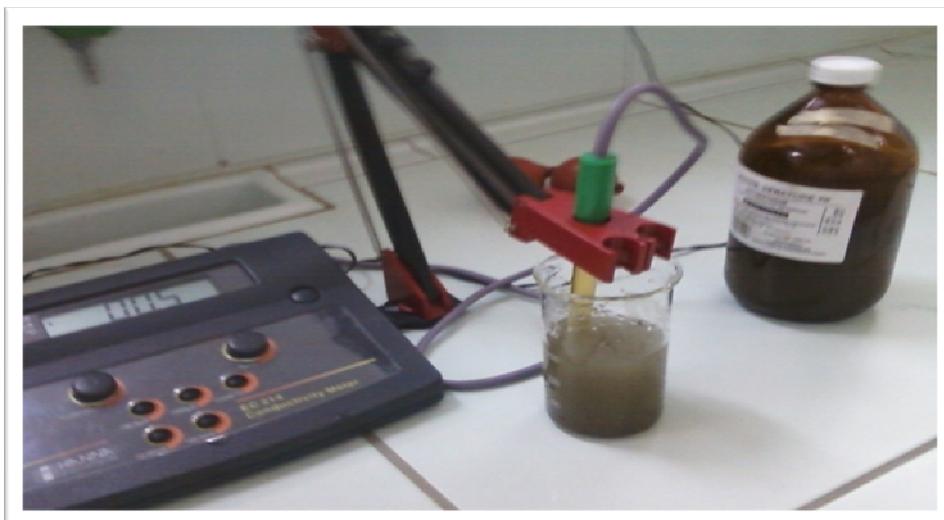
## Mesure de pH



## 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 en (uS/cm) ou en (mS/cm).
- ✓ Rincer l'électrode après chaque mesure

## Mesure de la conductivité



Selon le domaine d'application, la quantité d'eau à analysé et la qualité présumée des matières suspendues dans l'eau, Le protocole de détermination des matières en suspension (MES) se basera sur l'une des méthodes expérimentales suivantes :

#### **II.4.4.1- Centrifugation**

##### **Appareillage**

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

##### **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 II.1.

#### **La centrifugeuse**



## **La filtration**

Dans le cas de l'analyse des eaux usées, il est recommandé de procéder par centrifugation pour les échantillons d'eaux brutes et chargées afin d'éviter le colmatage des filtres.

Le choix de la filtration sous vide avec membrane filtrante en fibre de verre s'est pour la possibilité de récupérer le filtrat (fraction dissoute) nécessaire pour la détermination de la pollution résiduelle.

### **Principe de la filtration**

Cette méthode se base sur le passage d'un échantillon d'eau de volume  $V$  à travers un filtre en fibre de verre de  $0,47 \mu\text{m}$ . Le poids de matière retenue par le filtre, noté  $P$ , est déterminé par pesée différentielle (avant et après filtration). La concentration des matières en suspension (MES) ne sera donc que le rapport de ce poids sur le volume d'eau analysé.

### **Matériel utilisé**

- Dispositif de filtration
- Balance
- Filtres en fibre de verre porosité de  $0,47 \mu\text{m}$
- Étuve.

### **Mode opératoire**

- Rincer le filtre à l'eau distillée et le sécher à l'étuve à  $105^\circ\text{C}$  environ 30 à 60 min. Laisser refroidir puis peser le filtre sec et noter son poids  $P_1$ .
- Homogénéiser l'échantillon à analyser.
- Filtrer sous vide un volume  $V$  de l'échantillon mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Sécher, refroidir et peser une seconde fois le filtre. Son poids est noté  $P_2$ .

Note : Ne mettre l'eau que petit à petit, toujours en homogénéisant bien pour ne pas avoir à filtrer de trop grands volumes sur un filtre colmaté.

### Expression des résultats

La concentration de la matière en suspension en mg/l dans l'échantillon analysé est obtenue par la relation II.1 :

Relation II.1

$$[\text{MES}] = ((P2 - P1) / V) \cdot 10^3$$

P1 : Poids du filtre ou capsule sec avant filtration (en mg)

P2 : Poids du filtre ou capsule sec après filtration (en mg)

P2 - P1: Poids de la matière retenue par le filtre ou capsule sec

V : Volume de la prise d'eau (en ml).

### Dispositif de la filtration



## Les réactifs

- Acide sulfurique ( $d= 1.48$ )
- Solution de sulfate d'argent : 6.6g d'  $Ag_2SO_4$  dans un litre d'acide sulfurique
- Sulfate mercurique  $HgSO_4$  en cristaux
- Solution de sulfate ferreux environ 0,25N :

Dissoudre 96 g de sulfate de fer et d'ammonium  $FeSO_4, (NH_4) SO_4, 6H_2O$  (ou sel de Mhor) dans l'eau. Ajouter 20ml d'acide sulfurique et compléter à 1 litre avec  $H_2O$ .

- Solution de dichromate de potassium à 0,25N :

Dissoudre 12,2588g de bichromate de potassium préalablement séché pendant 1 heure à  $110\text{ }^\circ\text{C}$ , dans de l'eau distillée. Diluer à 1000 ml

- Solution de ferroïne :

1,485 g de 1-10 phénthroline. 0,695 g de  $FeSO_4/H_2O$  dans 100 ml  $H_2O$

## 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.
  - 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.

### Titration du sulfate ferreux T :

Dans un erlenmeyer de 500ml, diluer 20 ml de bichromate de potassium à 200ml environ avec de l'eau distillée. Ajouter 60 ml d'acide sulfurique concentré et laisser refroidir. Ajouter quelques gouttes de ferroïne et titrer par le sulfate ferreux

Titre du sulfate ferreux

$T = (\text{titre du bichromate} * \text{volume de bichromate}) / (\text{volume de sulfate ferreux})$

### Expression des résultats

La concentration de la DCO en mg/l dans l'échantillon analysé est obtenue par la relation suivante :

Relation II.2

$$DCO = [(8000 * T * (V_0 - V_1))] / PE$$

$V_0$  = témoin

$V_1$  = échantillon

PE = prise d'essai

### DCO mètre



Introduire le volume V correspondant à la gamme d'estimation de la DBO5 par rapport à la DCO du même échantillon dans un flacon brun en verre contenant un barreau magnétique.

- Placer un godet en caoutchouc contenant Cinq pastilles de soude (NaOH) servant à absorber le CO2 produit lors de la consommation de l'oxygène (les pastilles ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon)

- Lancer la mesure en appuyant sur S et M simultanément (deux secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00.
- l'échantillon est agité en continu pendant 5 jours. DBO-mètre mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures sur 5 jours. Pour connaître la valeur courante, il faut appuyer sur la touche M.

### **Matériels et réactifs**

- Appareil de mesure DBO-mètre
- Système d'agitation à induction.
- Armoire thermostatique ( $T^{\circ}$  à  $20^{\circ}$  C).
- Flacons bruns et fiole jaugée.
- Godets en caoutchouc.
- Extracteur magnétiques.
- Pastilles de soude (NaOH).

### **Expression des résultats**

La DBO<sub>5</sub> s'exprime en mg d'O<sub>2</sub>/L et s'obtient par la multiplication de la valeur affiché par DBO-mètre après 5 jours d'incubation à  $20^{\circ}$  C par le facteur correspondant au volume échantillonné qui est donné par la gamme d'estimation

La valeur réelle est calculée comme suit :

Relation II.3

$$\text{DBO}_5 \text{ (mgO}_2\text{/l)} = \text{Valeur lue} * \text{facteur}$$

## Dispositif de la DBO5



Facteur de conversion de la DBO5 en fonction du volume de prise

DBO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
0 ... 40	432	1
0 ... 80	365	2
0 ... 200	250	5
0 ... 400	164	10
0 ... 800	97	20
0 ... 2000	43,5	50
0 ... 4000	22,7	100

**Tableau:** Table de NPP ou table de Mac GRADY.

1×50ml	5×10ml	5×1ml	Nombre caractéristique	Limite de confiance	
				inférieure	supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13
0	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

## Références bibliographiques

[1] **MANSOTTE F., JESTIN E. (2000)** Les rejets liquides des établissements de santé : Caractérisation à la source et impact sur l'environnement marin côtier. Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de la Seine Maritime, Agence de l'Eau de la Seine Normandie, Document de synthèse, 68p. France.

[2] **Jolibois B., Geubert M. (2002)** Glutaraldehyde in hospital wastewater. Arch. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 42, pp. 137-144

[3] **LEPRAT, P, (1998)**. Les rejets liquides hospitaliers, quels agents et quelles solutions techniques? In: Santé et environnement hospitalier, les Assises Nationales QUALIBO, Caen, pp. 10-13. France

[4] **DELOFFRE-BONNAMOUR N. (1995)**. « Les rejets des établissements de santé : des effluents liquides aux déchets solides. » Mémoire de Maîtrise, Université Claude Bernard-Lyon1, Génie de l'Environnement Ecodéveloppement, Lyon. France.

[5] **RICHARDSON M. L., BOWRON J. M. (1985)**. The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. J. Pharmacol., 37, pp. 1-12.

[6] **Pascal JEHANNIN. (1999)**. Caractérisation et Gestion des Rejets Liquides Hospitaliers – Etude particulière de la situation du C.H. de Hyères (Var) – (Mémoire de fin d'études). Ecole Nationale de la Santé publique. France

[7] **J. FLEURENCEAU. (1991)** Evaluation quantitative et qualitative des effluents liquides hospitaliers /. Mémoire E.N.S.P.Renne .France

[8] **Castegnaro M. et Hansel S (2006)** « Les médicaments anticancéreux dans les effluents hospitaliers et domestiques » Environnement, Risques & Santé – Vol. 5, n° 4, juillet août.

[9] **Delgado. L. F. (2009)** « Bioréacteur à membrane externe pour le traitement d'effluents contenant des médicaments anticancéreux » (Mémoire de doctorat) L'institut National Polytechnique de Toulouse. Génie des Procédés et de l'environnement.

[10] **Steger-Hartmann T., Kummerer K., Hartmann A. (1997)**, Biological degradation of cyclophosphamide and its occurrence in sewage Water. Ecotoxicology and environmental safety. 36 pages 174-179.

[11] **Kummerer 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 45, p 957-969.

[12] **Joss A., Andersen H., Rihle P.R., Siegrist H. (2004)**. Removal of estrogens in municipal wastewater treatment under aerobic and anaerobic conditions: consequences for plant optimisation. Environ. Sci. Technol.38, p 3047-3055.

[13] **Laurent THEBAULT. (1992)**. La pollution de l'eau par les médicaments Mémoire E.N.S.P.Renne. France

[14] **Montiel.A. (2006)** « Résidus des médicaments et traitement des effluents d'hôpitaux » Environnement, Risques & Santé – Vol. 5, n° 4, juillet - août

[15] **Hartemann P, Hautemaniere A et Joyeux M, (2005)** La problématique des effluents hospitaliers. Hygiène, Vol. 13, n° 5, pp. 369-374. France.

[16] **HALLING-SØRENSEN B et S.E. JORGENSEN (1998)**. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment a review. CHEMOSPHERE, 36, p 357-393.

[17] **HARTEMANN, P. (1989)** Professeur de santé publique au CHU de Nancy. Les eaux usées hospitalières, l'hôpital et l'hygiène, pp 48-49, France.

[18] **WAGGOT.A (1981)**. Trace Organic Substances in the River Lee (Great Britain). Chem. Water Reuse, Vol. 2, pp. 55-99.

[19] **Evens Emmanuel. (2004)** « Evaluation des risques sanitaires et ecotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers ».Thèse de doctorat. L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON. ECOLE DOCTORALE DE CHIMIE DE LYON. France.

- [20] **RALOFF J. (1998,).** Drugged Waters. SCIENCE NEWS, Vol. 153, pp. 187-189.
- [21] **HOEVERSTADT T., CARLSTEDT-DUKEU B., LINGAAS E. (1986)** Influence of oral intake of seven different antibiotics on faecal short-chain fatty acid excretion in healthy subjects. Scand. J. Gastroenterol, 21, pp. 997-1003.
- [22] **Jean RODIER. (2009).** L'Analyse de l'eau 9e édition, p3, Paris. France
- [23] **GAUJOUS D. (1995)** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, p 220. France.
- [24] **BADIA-GONDARD F., (2003).** L'assainissement des eaux usées. Edition techni.cités, France
- [25] **GOMELLA C., GUERREE H., (1978).** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles, p262 Paris. France.
- [26] **BONTOUX I (1993).** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et documentation .Lavoisier, France
- [27] **STEGER-HARTMANN T., LÄNGE R., SCHWEINFURTH H. (1999)** Environmental risk assessment for widely used iodinated X-ray contrast agent iopromide .Ecotoxicology and Environmental Safety, 42, pp. 274-281
- [28] **El Mehdi Tahiri (2009).** « Caractérisation des effluents liquides de l'hôpital Al Ghassani, CHU Hassan II de Fès » Thèse de doctorat. Maroc Faculté des Sciences et Techniques, Fès, Maroc.
- [29] **BECHAC J.P., BOUTIN P., MERCIER B., NUER P. (1987).** Traitement des eaux usées. Edition Eyrolles.
- [30] **GAUTHIER M., PIETRI C. (1998).** Devenir des bactéries et virus entériques en mer, Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edition Masson, 447p.

- [31] **JOLY B., REYNAUD A. (2003).** Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356p
- [32] **Philippe MADDALENA. (1993).** Les effluents liquides du C.H.LYON-SUD - Caractéristiques et gestion /. Mémoire E.N.S.P. P.
- [33] **F. RAPT. (1992).** Evaluation de la qualité microbiologique des eaux résiduaires hospitalières /F. RAPT. Mémoire de maîtrise de biologie U.F.R. Scientifiques de POITIERS.
- [34] **DUPUYTREN / E. CHEDEVERGNE. (1995).** Diagnostic physico-chimique et microbiologique des effluents de l'hôpital. Ecole Nationale Supérieure de Limoges. France.
- [35] **Metcalf et Eddy, (1991)** Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse. New York: McGraw- Hill Book Company. 3rd ed. 303p.
- [36] **Barrell, R.A.E., P.R. Hunter et G. Nichols. (2000)** Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Communicable Disease and Public Health, (v 3, p. 221).
- [37] **Lesjean B., Huisjes E.H (2008)** .Survey of European MBR market, trends and perspectives. Desalination 231 p 71-81.
- [38] **Chen J., Huang X., Lee D. (2008).** Bisphenol A removal by a membrane bioreactor. Process Biochemistry. P 451-456.
- [39] **Bouhabila E.H., Ben Aïm R., (2001).** Fouling characterisation in membrane bioreactors, Separation and Purification Technology 22-23 p 123-132.
- [40] **Albasi C., Loos J.B., Alvarez C, (2003)** Bioréacteur à membranes immergées pour le traitement d'eau domestique: étude des conditions opératoires sur une eau synthétique, Récents progrès en génie des procédés- Lavoisier Technique et documentation 89 p 321-328.
- [41] **Romuald VAN KAAM (2005).** « Bioréacteur à membranes immergées pour le traitement d'eaux usées domestiques. Influence des conditions de filtration et de l'hydrodynamique sur les performances du procédé » Mémoire de doctorat. L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE. Génie des Procédés et de l'Environnement.

[42] **LECLERC H., GAILLARD J.L., SIMONET M., (1995).** Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edition Doin, 535p. France

[43] **Mohee R, (2005)** Medical wastes characterization in healthcare institutions in Mauritius. Waste Management, Vol. 25, n° 6 SPEC. ISS., pp. 575-581

[44] **Rejsek F, (2002)** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. CRDP Aquitaine. Biologie technique - environnement. Bordeaux. Edition SCEREM, 360p.

[45] **Jean-Luc Laurent,** « L'assainissement des Agglomérations, techniques d'épuration Actuelles et Evolution » ISSN : p 1161-0425, Ministère de l'environnement, France.

[46] **DEGREMONT, (1978).** Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

[47] **Liu R., Huang X., Qian Y, (2003)** Hydrodynamic effect on sludge accumulation over membrane surfaces in a submerged membrane bioreactor, Process Biochemistry 39 p 157-163

[48] **Hong S.P., Bae T.H., Hong S.,Randall A (2002),** Fouling control in activated sludge submerged hollow fiber membrane bioreactors, Desalination 143 p 219-228

[49] **Huang Xia, Ping Gui and Yi Qian. (2001)** .Effect of sludge retention time on microbial behaviour in a submerged membrane bioreactor. Process Biochemistry. Volume 36, Issue 10, P 1001-1006

[50] **Bernhard M., Muller J., Knepper T.H. (2006)** Biodegradation of persistent polar pollutants in wastewater: comparison of an optimised lab-scale membrane bioreactor and activated sludge treatment. Water Research 40 p 3419-3428

[51] **Radjenovic J.,Petrovic M., Barcelo D.(2007).**Analysis of pharmaceuticals in wastewater and removal using a membrane bioreactor. Anal Bioanal Chem 387 p1365 – 1377.

[52] **US E P A (1989)** Preliminary data summary for the hospitals point source category. Office of water regulations and standards, Office of water, United States Environmental Protection Agency, D.C, EPA 440/1-89/060-n, 76 p. Washington.