

UNIVERSITE MOHAMMED V –SOUISSI  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE –RABAT

ANNEE: 2013

THESE N °: 81

**LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DES EAUX A  
L'HÔPITAL IBN SINA DE RABAT**

**THÈSE**

*Présentée et soutenue publiquement le :.....*

PAR

**Mr. CHIGUER MAHFOUD**

*Né le 08 janvier 1989 à Rabat*

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN PHARMACIE**

**MOTS CLES : EAU, QUALITE MICROBIOLOGIQUE, HOPITAL.**

**MEMBRES DE JURY**

**Mr. O. CHOKAIRI**

Professeur d'Histologie Embryologie

**PRESIDENT**

**Mr. M. ZOUHDI**

Professeur de Microbiologie

**RAPPORTEUR**

**Mme. S. AOUIFI**

Professeur de parasitologie

**Mme. M. SEFFAR**

Professeur de Microbiologie

}  
}

**JUGES**

سُبْحَانَكَ

لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا بِمَا عَلَّمْتَنَا

إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

(البقرة: من الآية 32)

17 JUIN 2013



**UNIVERSITE MOHAMMED V- SOUISSI  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

**DOYENS HONORAIRES :**

**1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ**  
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH  
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK  
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI  
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI  
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI  
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ – HASSOUNI

2

**ADMINISTRATION :**

Doyen : Professeur Mohamed ADNAOUI  
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et estudiantines  
Professeur Mohammed AHALLAT  
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération  
Professeur Jamal TAOUFIK  
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie  
Professeur Jamal TAOUFIK  
Secrétaire Général : Mr. El Hassane AHALLAT

***PROFESSEURS :***

**Mai et Octobre 1981**

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Pr. TAOBANE Hamid\* Chirurgie Thoracique

**Mai et Novembre 1982**

Pr. ABROUQ Ali\* Oto-Rhino-Laryngologie  
Pr. BENSOUA Mohamed Anatomie  
Pr. BENOSMAN Abdellatif Chirurgie Thoracique  
Pr. LAHBABI Naïma Physiologie

### **Novembre 1983**

Pr. BELLAKHDAR Fouad  
Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI

Neurochirurgie  
Rhumatologie

### **Décembre 1984**

Pr. EL GUEDDARI Brahim El Khalil  
Pr. MAAOUNI Abdelaziz  
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi  
Pr. SETTAF Abdellatif

Radiothérapie  
Médecine Interne  
Anesthésie -Réanimation  
Chirurgie

### **Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENJELLOUN Halima  
Pr. BENSALD Younes  
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa  
Pr. IRAQI Ghali

Cardiologie  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie  
Pneumo-phthisiologie

### **Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. AJANA Ali  
Pr. CHAHED OUZZANI Houria  
Pr. EL YAACOUBI Moradh  
Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah  
Pr. LACHKAR Hassan  
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gastro-Entérologie  
Médecine Interne  
Neurologie

### **Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib  
Pr. DAFIRI Rachida  
Pr. HERMAS Mohamed  
Pr. TOLOUNE Farida\*

Chirurgie Pédiatrique  
Radiologie  
Traumatologie Orthopédie  
Médecine Interne

### **Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990**

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali\*  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*  
Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne  
Cardiologie  
Pathologie Chirurgicale  
Pathologie Chirurgicale  
Médecine-Interne  
Gynécologie -Obstétrique  
Anatomie-Pathologique  
Neurologie

Pr. TAZI Saoud Anas

Anesthésie Réanimation

**Février Avril Juillet et Décembre 1991**

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENABDELLAH Chahrazad  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOUDA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. JANATI Idrissi Mohamed\*  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida  
Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Hématologie  
Chirurgie Générale  
Pharmacie galénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Pharmacologie  
Chimie thérapeutique

**Décembre 1992**

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOUDA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DAOUDI Rajae  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. OUZZANI TAIBI Med Charaf Eddine  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Gynécologie Obstétrique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

**Mars 1994**

Pr. AGNAOU Lahcen  
Pr. BENCHERIFA Fatiha  
Pr. BENJAAFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid  
Pr. EL AMRANI Sabah

Ophtalmologie  
Ophtalmologie  
Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Gynécologie Obstétrique

Pr. EL AOUAD Rajae  
Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
Pr. EL IDRISSE Lamghari Abdennaceur  
Pr. ERROUGANI Abdelkader  
Pr. ESSAKALI Malika  
Pr. ETTAYEBI Fouad  
Pr. HADRI Larbi\*  
Pr. HASSAM Badredine  
Pr. IFRINE Lahssan  
Pr. JELTHI Ahmed  
Pr. MAHFOUD Mustapha  
Pr. MOUDENE Ahmed\*  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BRAHMI Rida Slimane  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. EL ABBADI Najia  
Pr. HANINE Ahmed\*  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

### **Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. BEDDOUCHE Amocrane\*  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbas  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. FERHATI Driss  
Pr. HASSOUNI Fadil

Immunologie  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Traumatologie- Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

Urologie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Neurologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Gynécologie – Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Neurochirurgie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Urologie  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène

Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. IBRAHIMY Wafaa  
Pr. MANSOURI Aziz  
Pr. OUZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Cardiologie  
Urologie  
Ophtalmologie  
Radiothérapie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

### **Décembre 1996**

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. MOHAMMADINE EL Hamid  
Pr. MOHAMMADI Mohamed  
Pr. MOULINE Soumaya  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Médecine Interne  
Pneumo-physiologie  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie

### **Novembre 1997**

Pr. ALAMI Mohamed Hassan  
Pr. BEN AMAR Abdesselem  
Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. CHAOUIR Souad\*  
Pr. DERRAZ Said  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. GUEDDARI Fatima Zohra  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. NAZI M'barek\*  
Pr. OUAHABI Hamid\*  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique  
Chirurgie Générale  
Urologie  
Neurologie  
Radiologie  
Neurochirurgie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Radiologie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Neurologie  
Psychiatrie  
Gynécologie Obstétrique

### **Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI

Gastro-Entérologie  
Neurologie

Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. EZZAITOUNI Fatima  
Pr. LAZRAC Khalid \*  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*  
Pr. LABRAIMI Ahmed\*

Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Néphrologie  
Traumatologie Orthopédie  
Hématologie  
Cardiologie  
Anatomie Pathologique

### **Janvier 2000**

Pr. ABID Ahmed\*  
Pr. AIT OUMAR Hassan  
Pr. BENCHERIF My Zahid  
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd  
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine  
Pr. CHAOUI Zineb  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer  
Pr. ECHARRAB El Mahjoub  
Pr. EL FTOUH Mustapha  
Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*  
Pr. EL OTMANY Azzedine  
Pr. HAMMANI Lahcen  
Pr. ISMAILI Mohamed Hatim  
Pr. ISMAILI Hassane\*  
Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss  
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*  
Pr. TACHINANTE Rajae  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Pédiatrie  
Pneumo-ptisiologie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-ptisiologie  
Neurochirurgie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Traumatologie Orthopédie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne

### **Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AIT OURHROUI Mohamed  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. BENCHEKROUN Nabih  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL IDGHIRI Hassan  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. HSSAIDA Rachid\*  
Pr. LAHLOU Abdou  
Pr. MAFTAH Mohamed\*  
Pr. MAHASSINI Najat

Neurologie  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anesthésie-Réanimation  
Traumatologie Orthopédie  
Neurochirurgie  
Anatomie Pathologique



Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. NASSIH Mohamed\*  
Pr. ROUIMI Abdelhadi

Pédiatrie  
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale  
Neurologie

### **Décembre 2001**

Pr. ABABOU Adil  
Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BELMEKKI Mohammed  
Pr. BENABDELJLIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouda  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOUACHANE Thami  
Pr. BENYOUSSEF Khalil  
Pr. BERRADA Rachid  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUHOUCHE Rachida  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. CHELLAOUI Mounia  
Pr. DAALI Mustapha\*  
Pr. DRISSI Sidi Mourad\*  
Pr. EL HIJRI Ahmed  
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid  
Pr. EL MADHI Tarik  
Pr. EL MOUSSAIF Hamid  
Pr. EL OUNANI Mohamed  
Pr. ETTAIR Said  
Pr. GAZZAZ Miloudi\*  
Pr. GOURINDA Hassan  
Pr. HRORA Abdelmalek  
Pr. KABBAJ Saad  
Pr. KABIRI EL Hassane\*  
Pr. LAMRANI Moulay Omar  
Pr. LEKEHAL Brahim  
Pr. MAHASSIN Fattouma\*  
Pr. MEDARHRI Jalil  
Pr. MIKDAME Mohammed\*  
Pr. MOHSINE Raouf  
Pr. NOUINI Yassine  
Pr. SABBABH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser

Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Ophtalmologie  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-ptisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Dermatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Rhumatologie  
Anatomie  
Cardiologie  
Radiologie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique

Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Pédiatrie

**Décembre 2002**

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane\*  
Pr. AMEUR Ahmed \*  
Pr. AMRI Rachida  
Pr. AOURARH Aziz\*  
Pr. BAMOU Youssef \*  
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene\*  
Pr. BENZEKRI Laila  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia\*  
Pr. BERNOUSSI Zakiya  
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya  
Pr. CHOHO Abdelkrim \*  
Pr. CHKIRATE Bouchra  
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
Pr. EL BARNOUSSI Leila  
Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
Pr. EL MANSARI Omar\*  
Pr. ES-SADEL Abdelhamid  
Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
Pr. HADDOUR Leila  
Pr. HAJJI Zakia  
Pr. IKEN Ali  
Pr. ISMAEL Farid  
Pr. JAAFAR Abdeloihab\*  
Pr. KRIOUILE Yamina  
Pr. LAGHMARI Mina  
Pr. MABROUK Hfid\*  
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid\*  
Pr. NAITLHO Abdelhamid\*  
Pr. OUJILAL Abdelilah  
Pr. RACHID Khalid \*  
Pr. RAISS Mohamed  
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
Pr. RHOU Hakima  
Pr. SIAH Samir \*  
Pr. THIMOU Amal  
Pr. ZENTAR Aziz\*

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Chirurgie Pédiatrique  
Gynécologie Obstétrique  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Ophtalmologie  
Urologie  
Traumatologie Orthopédie  
Traumatologie Orthopédie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Générale  
Pneumophtisiologie  
Néphrologie  
Anesthésie Réanimation  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale

**Janvier 2004**

Pr. ABDELLAH El Hassan  
Pr. AMRANI Mariam  
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas

Ophtalmologie  
Anatomie Pathologique  
Oto-Rhino-Laryngologie

Pr. BENKIRANE Ahmed\*  
Pr. BOUGHALEM Mohamed\*  
Pr. BOULAADAS Malik  
Pr. BOURAZZA Ahmed\*  
Pr. CHAGAR Belkacem\*  
Pr. CHERRADI Nadia  
Pr. EL FENNI Jamal\*  
Pr. EL HANCHI ZAKI  
Pr. EL KHORASSANI Mohamed  
Pr. EL YOUNASSI Badreddine\*  
Pr. HACHI Hafid  
Pr. JABOUIRIK Fatima  
Pr. KARMANE Abdelouahed  
Pr. KHABOUZE Samira  
Pr. KHARMAZ Mohamed  
Pr. LEZREK Mohammed\*  
Pr. MOUGHIL Said  
Pr. SASSENOU ISMAIL\*  
Pr. TARIB Abdelilah\*  
Pr. TIJAMI Fouad  
Pr. ZARZUR Jamila

### **Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah  
Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid  
Pr. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Nouredine\*  
Pr. BAHIRI Rachid  
Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENHALIMA Hanane  
Pr. BENHARBIT Mohamed  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAOUI Sakina  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. KARIM Abdelouahed  
Pr. KENDOUCI Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed

Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Neurologie  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie Pathologique  
Radiologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Traumatologie Orthopédie  
Urologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Gastro-Entérologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Pédiatrie  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale  
Ophtalmologie  
Cardiologie  
Ophtalmologie  
Ophtalmologie  
Biophysique  
Microbiologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Cardiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Parasitologie

Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. TNACHERI OUAZZANI Btissam  
Pr. ZERAIDI Najia

Rhumatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Histo-Embryologie Cytogénétique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique

### **Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

Anesthésie Réanimation

### **Avril 2006**

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
Pr. AKJOUJ Said\*  
Pr. BELMEKKI Abdelkader\*  
Pr. BENCHEIKH Razika  
Pr. BIYI Abdelhamid\*  
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine  
Pr. BOULAHYA Abdellatif\*  
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas  
Pr. DOGHMI Nawal  
Pr. ESSAMRI Wafaa  
Pr. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
Pr. GHADOUANE Mohammed\*  
Pr. HARMOUCHE Hicham  
Pr. HANAFI Sidi Mohamed\*  
Pr. IDRIS LAHLOU Amine  
Pr. JROUNDI Laila  
Pr. KARMOUNI Tariq  
Pr. KILI Amina  
Pr. KISRA Hassan  
Pr. KISRA Mounir  
Pr. LAATIRIS Abdelkader\*  
Pr. LMIMOUNI Badreddine\*  
Pr. MANSOURI Hamid\*  
Pr. OUANASS Abderrazzak  
Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saida\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Rhumatologie  
Radiologie  
Hématologie  
O.R.L  
Biophysique  
Chirurgie - Pédiatrique  
Chirurgie Cardio – Vasculaire  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Gastro-entérologie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Urologie  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Microbiologie  
Radiologie  
Urologie  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Pharmacie Galénique  
Parasitologie  
Radiothérapie  
Psychiatrie  
Endocrinologie  
Psychiatrie  
Pneumo – Phtisiologie  
Biochimie  
Pneumo – Phtisiologie

### **Octobre 2007**

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila  
Pr. ACHOUR Abdessamad\*

Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie  
Chirurgie générale

Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AMMAR Haddou  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*  
Pr. BALOUCH Lhousaine\*  
Pr. BENZIANE Hamid\*  
Pr. BOUTIMZIANE Nouridine  
Pr. CHARKAOUI Naoual\*  
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader\*  
Pr. EL ABSI Mohamed  
Pr. EL BEKKALI Youssef\*  
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid  
Pr. EL OMARI Fatima  
Pr. GANA Rachid  
Pr. GHARIB Nouredine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhoussain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MOUSSAOUI Abdelmajid  
Pr. MOUTAJ Redouane \*  
Pr. MRABET Mustapha\*  
Pr. MRANI Saad\*  
Pr. OUZZIF Ez zohra\*  
Pr. RABHI Monsef\*  
Pr. RADOUANE Bouchaib\*  
Pr. SEFFAR Myriame  
Pr. SEKHSOKH Yessine\*  
Pr. SIFAT Hassan\*  
Pr. TABERKANET Mustafa\*  
Pr. TACHFOUTI Samira  
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq\*  
Pr. TANANE Mansour\*  
Pr. TLIGUI Houssain  
Pr. TOUATI Zakia

Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
ORL  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Neuro chirurgie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
Anesthésier réanimation  
Parasitologie  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Cardiologie

**Décembre 2008**

Pr ZOUBIR Mohamed\*

Anesthésie Réanimation

Pr TAHIRI My El Hassan\*

Chirurgie Générale

**PROFESSEURS AGREGES :**

**Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*  
Pr. AGDR Aomar\*  
Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
Pr. AKHADDAR Ali\*  
Pr. ALLALI Nazik  
Pr. AMAHZOUNE Brahim\*  
Pr. AMINE Bouchra  
Pr. AZENDOUR Hicham\*  
Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
Pr. BJIJOU Younes  
Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
Pr. BOUI Mohammed\*  
Pr. BOUNAIM Ahmed\*  
Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
Pr. CHAKOUR Mohammed \*  
Pr. CHTATA Hassan Toufik\*  
Pr. DOGHMI Kamal\*  
Pr. EL MALKI Hadj Omar  
Pr. EL OUENNASS Mostapha\*  
Pr. ENNIBI Khalid\*  
Pr. FATHI Khalid  
Pr. HASSIKOU Hasna \*  
Pr. KABBAJ Nawal  
Pr. KABIRI Meryem  
Pr. KADI Said \*  
Pr. KARBOUBI Lamya  
Pr. L'KASSIMI Hachemi\*  
Pr. LAMSAOURI Jamal\*  
Pr. MARMADE Lahcen  
Pr. MESKINI Toufik  
Pr. MESSAOUDI Nezha \*  
Pr. MSSROURI Rahal  
Pr. NASSAR Ittimade  
Pr. OUKERRAJ Latifa  
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*  
Pr. ZOUHAIR Said\*

Médecine interne  
Pédiatre  
Chirurgie Générale  
Neurologie  
Neuro-chirurgie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Rhumatologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Anatomie  
Biochimie-chimie  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Traumatologie orthopédique  
Hématologie biologique  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Hématologie clinique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Médecine interne  
Gynécologie obstétrique  
Rhumatologie  
Gastro-entérologie  
Pédiatrie  
Traumatologie orthopédique  
Pédiatrie  
Microbiologie  
Chimie Thérapeutique  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Pédiatrie  
Hématologie biologique  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Cardiologie  
Pneumo-ptisiologie  
Microbiologie

**Octobre 2010**

Pr. ALILOU Mustapha

Anesthésie réanimation

Pr. AMEZIANE Taoufiq\*  
 Pr. BELAGUID Abdelaziz  
 Pr. BOUAITY Brahim\*  
 Pr. CHADLI Mariama\*  
 Pr. CHEMSI Mohamed\*  
 Pr. CHERRADI Ghizlan  
 Pr. DAMI Abdellah\*  
 Pr. DARBI Abdellatif\*  
 Pr. DENDANE Mohammed Anouar  
 Pr. EL HAFIDI Naima  
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser\*  
 Pr. EL MAZOUZ Samir  
 Pr. EL SAYEGH Hachem  
 Pr. ERRABIH Ikram  
 Pr. LAMALMI Najat  
 Pr. LEZREK Mounir  
 Pr. MALIH Mohamed\*  
 Pr. MOSADIK Ahlam  
 Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
 Pr. NAZIH Mouna\*  
 Pr. RAISSOUNI Zakaria\*  
 Pr. ZOUAIDIA Fouad

### **Mai 2012**

Pr. Abdelouahed AMRANI  
 Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
 Pr. Ahmed JAHID  
 Pr. BELAIZI Mohamed\*  
 Pr. BENCHEBBA Drissi\*  
 Pr. DRISSI Mohamed\*  
 Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
 Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
 Pr. MEHSSANI Jamal\*  
 Pr. Mouna EL ALAOUI MHAMDI  
 Pr. Mounir ER-RAJI  
 Pr. RAISSOUNI Maha\*

### **ENSEIGNANTS SCIENTIFIQUES**

#### ***PROFESSEURS***

Pr. ABOUDRAR Saadia  
 Pr. ALAMI OUHABI Naima  
 Pr. ALAOUI KATIM  
 Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma  
 Pr. ANSAR M'hammed

Médecine interne  
 Physiologie  
 ORL  
 Microbiologie  
 Médecine aéronautique  
 Cardiologie  
 Biochimie chimie  
 Radiologie  
 Chirurgie pédiatrique  
 Pédiatrie  
 Radiologie  
 Chirurgie plastique et réparatrice  
 Urologie  
 Gastro entérologie  
 Anatomie pathologique  
 Ophtalmologie  
 Pédiatrie  
 Anesthésie Réanimation  
 Chirurgie générale  
 Hématologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Anatomie pathologique

Chirurgie Pédiatrique  
 Anesthésie Réanimation  
 Anatomie Pathologique  
 Psychiatrie  
 Traumatologie Orthopédique  
 Anesthésie Réanimation  
 Médecine Interne  
 Pneumophtisiologie  
 Psychiatrie  
 Chirurgie Générale  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Cardiologie

Physiologie  
 Biochimie  
 Pharmacologie  
 Histologie-Embryologie  
 Chimie Organique et Pharmacie Chimique

Pr. BOUHOUCHE Ahmed  
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz  
Pr. BOURJOUANE Mohamed  
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia  
Pr. DAKKA Taoufiq  
Pr. DRAOUI Mustapha  
Pr. EL GUESSABI Lahcen  
Pr. ETTAIB Abdelkader  
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas  
Pr. HAMZAOUI Laila  
Pr. HMAMOUCI Mohame  
Pr. IBRAHIMI Azeddine  
Pr. KHANFRI Jamal Eddine  
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med  
Pr. REDHA Ahlam  
Pr. TOUATI Driss  
Pr. ZAHIDI Ahmed  
Pr. ZELLOU Amina

Génétique Humaine  
Applications Pharmaceutiques  
Microbiologie  
Biochimie  
Physiologie  
Chimie Analytique  
Pharmacognosie  
Zootechnie  
Pharmacologie  
Biophysique  
Chimie Organique  
Biotechnologie  
Biologie  
Chimie Organique  
Biochimie  
Pharmacognosie  
Pharmacologie  
Chimie Organique

*\*Enseignants Militaires*



*Dédicaces*

## *A Mes Très Chers Parents*

*Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être.*

*C'est à travers vos encouragements que j'ai opté pour cette noble profession, et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisé.*

*Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour.*

*Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie pour que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vos enfants.*

## *A mon frère et mes sœurs*

*Vous m'aviez toujours aidé et ces quelques lignes sont insuffisantes pour exprimer mon profond amour et ma reconnaissance pour les honorables services soutenus.*

## *A ma grande famille*

*En témoignage de mon respect et de mon amour.*

## *A mes amis*

*En souvenir des agréables moments partagés*

# *Remerciements*

*A notre maitre et président de thèse*

*Monsieur le professeur O.CHOKAIRI*

*Professeur d'Histologie Embryologie à la faculté de  
médecine et de pharmacie de Rabat*

Nous sommes très sensibles à l'honneur et au privilège que vous nous accordez en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Nous sommes fort impressionnés par vos grandes qualités humaines qui n'ont d'égales que votre haute compétence.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de notre profond respect et de notre haute estime.

*A notre maitre et rapporteur de thèse*

*Monsieur le professeur M.ZOUHDI*

*Professeur de microbiologie à la faculté de médecine et de  
pharmacie de Rabat*

Vous m'avez guidé tout le long de ce travail, j'ai apprécié votre disponibilité vos qualités de modestie,

Votre gentillesse extrême, votre compétence pratique, vos qualités humaines et professionnelles ainsi votre compréhension à l'égard des étudiants nous inspirent une grande admiration et un profond respect.

Veillez trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude et ma respectueuse considération.

*A notre maitre et juge de thèse*

*Madame le professeur S. AOUFI*

*Professeur de parasitologie à la faculté de médecine et de  
pharmacie de Rabat*

Tout l'honneur est pour nous de vous voir siéger parmi nos juges.

Votre gentillesse et vos qualités humaines ont toujours suscité notre admiration.

Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de notre respect.

*A notre maitre et juge de thèse*

*Madame le professeur M. SEFFAR*

*Professeur de microbiologie à la faculté de médecine et de  
pharmacie de Rabat*

Je vous remercie de bien vouloir porter votre jugement sur ce travail.

Veillez trouver ici, le témoignage de nos sentiments respectueux et de notre grande admiration pour vos précieuses qualités humaines et professionnelles.



## *Liste des abréviations*

- **AFNOR** : Association française de normalisation.
- **ANA-PAT** : Anato-mo-pathologie.
- **CaCO<sub>2</sub>** : Carbonate de calcium.
- **CCVA** : Chirurgie Cardiovasculaire A.
- **CF** : Coliformes fécaux.
- **CGP** : Cocci Gram Positif.
- **CLIN** : Comité de lutte contre les infections nosocomiales.
- **CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.
- **CT** : Coliformes totaux.
- **EBM** : Eau bactériologiquement maîtrisée.
- **EH** : Eau pour hémodialyse.
- **EP** : Eau potable.
- **ESS** : Eau pour soins standards.
- **FMAT** : Flore mésophile aérobie totale.
- **I** : Impropre à la consommation.
- **NC** : Non-conformité.
- **NCG** : Non-conformité globale.
- **NP** : Non potable.
- **P<sub>1</sub>** : Potable.
- **P<sub>2</sub>** : Propre à la consommation.
- **PA** : *Pseudomonas Aeruginosa*.
- **SF** : Streptocoques fécaux.
- **TTC** : Chlorure de *triphényltétrazolium*.
- **Urgence SC** : Urgence Salle de consultation.
- **Urgence SO** : Urgence salle opérationnelle.
- **Urgences SD** : Urgence Salle de déchoquage.
- **UV** : Ultra Violet.
- **VMA** : *valeur maximale admissible*.

## Les unités :

- **Bq/l** : Becquerel par litre.
- **mg** : Milligramme.
- **ml** : Millilitre.
- **NTU** : Nephelometric Turbidity Unit (unité de turbidité).
- **Ppb** : Part per billion (partie par milliard).
- **Ppm** : Partie par million.
- **UFC** : Unité formant colonie.
- **μ** : Micron (micromètre).
- **μg/l** : Microgramme par litre.

## *Liste des figures*

**Figure 1** : Organigramme.

**Figure 2** : Schémas simplifié d'un appareil de filtration.

**Figure 3**: Membrane filtrante 0.45 micron.

**Figure 4** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation.

**Figure 5** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation.

**Figure 6** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation.

**Figure 7** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation.

**Figure 8** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation.

**Figure 9** : Membrane filtrante contenant des colonies de la Flore aérobie revivifiable après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C.

**Figure 10** : Membrane filtrante contenant des colonies de la Flore aérobie revivifiable après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C.

**Figure 11** : Membrane filtrante contenant des colonies de *Pseudomonas Aeruginosa* après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C.

**Figure 12** : Membrane filtrante contenant des colonies de *Pseudomonas Aeruginosa* après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C.

**Figure 13** : Membrane filtrante contenant des colonies des streptocoques fécaux après 24h d'incubation à 37<sup>0</sup>C.

**Figure 14**: Répartition des non conformités selon le type d'eau.

**Figure 15:** Répartition des échantillons d'EP non conforme selon le site de prélèvement.

**Figure 16:** Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.

**Figure 17:** Répartition des échantillons d'ESS non conforme selon le site de prélèvement.

**Figure 18:** Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.

**Figure 19:** Répartition des échantillons d'EBM non conforme selon le site de prélèvement.

**Figure 20 :** Répartition des échantillons d'EHD non conforme selon le site de prélèvement.

# *Liste des tableaux*

**Tableau 1** : critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine.

**Tableau 2** : critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.

**Tableau 3** : Paramètres bactériologiques indicateurs du fonctionnement des installations et de l'efficacité de traitement.

**Tableau 4** : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau pour soins standards.

**Tableau 5** : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau bactériologiquement maîtrisée.

**Tableau 6** : Paramètres microbiologiques et niveaux exigés retenus pour l'eau chaude.

**Tableau 7** : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau des piscines de rééducation.

**Tableau 8** : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau des bains à remous et des douches à jets.

**Tableau 9** : Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémodialyse conventionnelle.

**Tableau 10** : Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémofiltration et hémodiafiltration en ligne.

**Tableau 11** : Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau purifiée.

**Tableau 12** : Site des prélèvements selon chaque catégorie d'eau.

**Tableau 13** : critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine.

**Tableau 14** : Critères et limites de qualité bactériologique des eaux pour soins standards.



**Tableau 15 :** Critères et limites de qualité bactériologique des eaux bactériologiquement maîtrisées.

**Tableau 16:** Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémodialyse.

**Tableau 17 :** Quelques microorganismes susceptibles d'être présents dans les eaux potables.

**Tableau 18 :** Exemples de microorganismes produisant des problèmes organoleptiques.

**Tableau 19 :** Problèmes organoleptiques et d'origines physicochimiques.

# *Sommaire*

<b><u>INTRODUCTION</u></b> .....	1
----------------------------------	---

## **PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b><u>I-RISQUES SANITAIRES LIES A L'UTILISATION DE L'EAU A L'HOPITAL</u></b> .....	4
--	---

1- Risques infectieux.....	4
A- Les principales infections nosocomiales bactériennes d'origine hydrique.....	5
A-1 Les infections à tropisme digestif .....	5
A-1-1 E coli.....	6
A-1-2 <i>Salmonella</i> et <i>Shigella</i> .....	6
A-1-3 <i>Campylobacter</i> et <i>Yersinia</i> .....	7
A-1-4 <i>Helicobacter pylori</i> .....	7
Bactéries sont plus spécifiques au milieu hospitalier.....	7
A-1-5 <i>Serratia</i> .....	7
A-1-6 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	8
A-1-7 <i>Morganella morganii</i> .....	9
A-1-8 <i>Clostridium difficile</i> .....	9
A-2 Les infections respiratoires.....	10
A-2-1 <i>Legionella pneumophila</i> .....	10
A-2-2 <i>acinetobacter baumannii</i> .....	12
A-3 Les infections cutanéomuqueuses.....	13
A-3-1 <i>Enterobacter cloacae</i> .....	13
A-3-2 <i>Klebsiella</i> .....	13
A-4 Les infections ostéoarticulaires.....	14
A-4-1 <i>Mycobacterium xenopi</i> .....	14
B- LES principales infections virales d'origine hydrique.....	14
2- Risque toxique.....	15
A- Médicaments dans l'eau potable .....	16
B- Les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine.....	17

## **II- TYPOLOGIE DES DIFFERENTES CATEGORIES D'EAU, LEURS**

### **TRAITEMENTS EVENTUELS ET LEURS USAGES**.....21

1- Eaux ne subissant aucun traitement dans l'établissement de sante.....	22
A- Eaux à usage alimentaire.....	22
A-1 l'eau d'entrée.....	23
A-1-1 Critères de potabilité fixés par le code de la santé publique.....	23
A-2 l'eau aux points d'usage.....	24
B- Eau pour soins standards.....	25
B-1 Qualité de l'eau.....	25
2- Eaux spécifiques traitées au sein de l'établissement de sante, répondant à des critères définis en fonction des usages.....	26
A- Eau bactériologiquement maîtrisée.....	26
A-1 Qualité de l'eau.....	26
A-2 Moyen d'obtention.....	26
A-2-1 Traitements de décontamination.....	27
A-2-2 Les rayonnements UV.....	27
A-2-3 Les désinfectants.....	28
B- Eau chaude.....	28
B-1 Qualité bactériologique.....	29
B-2 Mesures à mettre en œuvre pour les patients à haut risque.....	29
C- Eau des piscines de rééducation.....	30
C-1 Qualité requise.....	31
C-2 Décontamination des eaux destinées à alimenter les piscines de rééducation fonctionnelle.....	31
D- Eau des bains à remous et des douches à jets.....	32
D-1 Qualité requise.....	32
E- Eaux pour hémodialyse.....	33
E-1 Qualité requise.....	34
E-2 Moyen d'obtention.....	35

E-2-1 l'ultrafiltration.....	35
E-2-2 l'osmose inverse.....	36
- Définition.....	36
- Mécanisme.....	37
- Efficacité de l'osmose.....	37
F- Eau purifiée.....	38
F-1 définition.....	38
F-2 production.....	39
F-2-1 La distillation.....	39
G- Eau hautement purifiée.....	40
G-1 définition.....	40
G-2 production.....	40
H- Eau des fontaines à usage de boisson.....	41
3- Eaux stériles.....	41
A- Eau pour préparations injectables.....	41
A-1 Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) en vrac.....	41
A-2 Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) stérilisée.....	41
B- Eau pour irrigation.....	42
C- Eau potable stérilisée.....	42
4- Eaux techniques.....	43
A- Installations centrales de climatisation d'air.....	43
B- Tours de refroidissement.....	43

## **DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE**

<b>I- <u>INTRODUCTION</u></b> .....	45
1- Définitions des paramètres microbiologiques recherchés.....	46
1-1 La flore aérobie revivifiable.....	46
1-2 Les coliformes.....	46
1-3 Les streptocoques fécaux.....	47

1-4 Pseudomonas aeruginosa.....	47
2- Sites des prélèvements.....	47
<b>II- <u>MATERIELS ET METHODES</u>.....</b>	<b>48</b>
1- Matériels.....	48
1-1 Matériels pour le prélèvement.....	48
1-2 Matériels de filtration.....	49
1-3 Matériels de culture.....	49
1-4 Matériels d'identification.....	49
2- Méthodes.....	50
2-1 Organigramme.....	50
2-2 Méthodes de prélèvement.....	51
2-3 Acheminement et transport.....	51
2-4 Traitement des prélèvements.....	51
A- Filtration sur membrane filtrante.....	51
A-1 Matériel pour filtration sur membranes.....	52
A-2 Technique de la filtration sur membrane.....	53
B- Isolements.....	54
C- Après culture.....	54
C-1 Examen macroscopique.....	54
C-2 Exam microscopique.....	60
C-2-1 Coloration de gram.....	60
C-3 Test d'oxydase.....	61
C-4 Test catalase.....	62
2-5 Identification.....	63
A- Les bactéries coliformes.....	63
B- Escherichia coli.....	63
C- Entérocoques intestinaux.....	63
D- Micro-organismes revivifiables à +22°c et +37°c.....	63

<b>III-</b>	<b><u>RESULTATS ET INTERPRETATIONS</u></b> .....	64
1-	Eau de catégorie A : Eau de distribution à usage alimentaire ne subissant aucun traitement au sein de l'Hôpital.....	65
1-1	Normes.....	65
1-2	Résultats et interprétations.....	65
2-	Eau de catégorie B : Eau pour soins standards.....	68
2-1	Normes.....	68
2-2	Résultats et interprétations.....	68
3-	Eau de catégorie C : Eau bactériologiquement maîtrisée.....	71
3-1	Normes.....	71
3-2	Résultats et interprétations.....	71
4-	Eau de catégorie D : Eau pour Hémodialyse prélevée au niveau de station du traitement.....	73
4-1	Normes.....	73
4-2	Résultats et interprétations.....	73
5-	Eau pour hémodialyse prélevée au niveau de la salle d'hémodialyse.....	74
5-1	Résultats et interprétations.....	74
<b>IV-</b>	<b><u>DISCUSSION</u></b> .....	75
<b>A-</b>	<b>Calcul du taux de non-conformité globale (NCG)</b> .....	76
1-	Eau Potable.....	78
1-1	Calcul du taux de non-conformité.....	78
1-2	Répartition des échantillons d'EP non conformes selon le site de prélèvement.....	78
1-3	Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.....	79
2-	Eau pour Soins Standards.....	80
2-1	Calcul du taux de non-conformité.....	80
2-2	Répartition des échantillons d'ESS non conformes selon le site de prélèvement.....	80

2-3	Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.....	81
3-	Eau Bactériologiquement Maitrisée.....	82
3-1	Calcul du taux de non-conformité.....	82
3-2	Répartition des échantillons d’EBM non conformes selon le site de prélèvement.....	82
3-3	Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités .....	82
4-	Eau pour Hémodialyse.....	83
4-1	Calcul du taux de non-conformité.....	83
4-2	Répartition des échantillons d’EHD non conformes selon le site de prélèvement.....	83
	<b><u>CONCLUSION</u></b> .....	85
	<b><u>RESUMES</u></b> .....	97
	<b><u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u></b> .....	101



## **INTRODUCTION**

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement des établissements de santé, mais elle peut constituer une source d'infections graves, en cas de contamination, particulièrement pour les patients les plus fragiles.

Les principaux risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé doivent donc être identifiés et évalués afin de déterminer les moyens à mettre en œuvre pour maîtriser ces risques.

La maîtrise de la qualité de l'eau dans un établissement de santé repose sur une démarche globale de la gestion du risque, mais également les contraintes logistiques, techniques et économiques.

La connaissance des installations de distribution d'eau et des causes de la dégradation de la qualité de l'eau est un préalable indispensable à la mise en œuvre d'une démarche de maîtrise des risques d'origine hydrique.

Le rôle des germes hydriques dans la survenue d'infections nosocomiales est assez mal connu sauf pour quelques cas bien documentés. En effet, même dans les cas où les germes à l'origine d'une infection nosocomiale sont détectés dans l'eau, il est souvent difficile d'expliquer le schéma de la transmission. Malgré ces incertitudes, le rôle de l'eau dans la transmission possible d'une infection nosocomiale doit être pris en compte afin de protéger les patients. D'où la nécessité d'établir des recommandations spécifiques qui reposent sur plusieurs années d'expérience dans de nombreux établissements de santé et sur les avis d'experts dans l'état actuel de connaissance.

Ces recommandations doivent permettre à la fois la protection des patients les plus à risque et une gestion raisonnée et raisonnable du risque infectieux lié à l'eau dans les établissements de santé, par la mise en œuvre d'actions préventives et curatives adaptées ayant démontré leur efficacité.

La présente thèse a pour objets :

- D'identifier les principaux dangers et risques sanitaires liés aux divers usages de l'eau dans un établissement de santé.
- De définir les différents types d'eaux dans un établissement de santé avec leurs indications, moyens d'obtention, et les normes correspondantes.
- De faire une étude de la qualité microbiologique des différents types d'eaux au niveau de l'hôpital IBN SINA de Rabat.
- De donner des résultats significatifs avec leurs interprétations afin de déterminer l'efficacité des moyens des traitements utilisés et les risques qui peuvent accompagner l'utilisation des eaux à l'hôpital.
- De donner quelques recommandations des experts qui doivent être respectées pour améliorer la qualité microbiologique de l'eau en cas de résultats anormaux.

PREMIERE PARTIE :  
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## **I-Risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau à l'hôpital**

Les principaux risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé sont essentiellement de nature infectieuse et plus rarement toxique. Si la présence de bactéries, de virus et de champignons constituent un risque à court terme, celle de substances toxiques est associée le plus souvent à un risque à moyen et à long terme, hormis le cas des pollutions accidentelles. Il faut également mentionner le risque lié aux brûlures par l'eau chaude qui sont des accidents relativement fréquents et dont les conséquences peuvent être graves.

### **1- Risques infectieux [1].**

Les micro-organismes responsables d'infections (bactéries, virus, parasites, et micro-algues) peuvent être saprophytes, opportunistes ou pathogènes selon les cas. Le degré de gravité des manifestations pathologiques liées à l'eau est très variable : il va de gastro-entérites plus ou moins graves et de parasitoses (risque fécal en général), à des atteintes cutanées ou pulmonaires parfois fatales.

La gravité des infections varie selon :

- La nature des micro-organismes : certains ont une faible dose minimale infectieuse (virus et parasites entériques) ; il suffit de moins de 1 à 10 unités formant plaque ou colonie pour infecter un individu susceptible. D'autres bio-contaminants doivent être présents en quantité beaucoup plus importante pour initier l'infection et la morbidité (bactéries, champignons, algues). Ainsi, pour la voie orale, la dose infectieuse minimale rapportée pour la plupart des agents bactériens dépasse 1000 unités formant colonie.

De plus, les bactéries, contrairement aux virus et aux parasites, sont beaucoup plus sensibles à la désinfection par des produits chlorés, lorsqu'elle est possible et correctement pratiquée, ce qui diminue considérablement le risque d'épidémie due à des agents bactériens.

- Les voies d'exposition : les principales voies d'exposition sont constituées par :

- L'ingestion (eau et denrée alimentaire).

- Le contact cutané-muqueux ; il concerne surtout les eaux, voire les boues utilisées pour les soins (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*) ; le contact avec la muqueuse oculaire peut être en cause pour des amibes libres (lentilles cornéennes contaminées au cours du lavage).

- l'inhalation d'aérosols contaminés (*Legionella*, *Flavobacterium*, *Actinomyces*, endotoxines bactériennes).

- l'accès parentéral (dialyse) (*Pseudomonas* et *Aeromonas*...).

- l'utilisation de dispositifs médicaux invasifs.

- L'état immunitaire des patients exposés : un terrain immunitaire déficient permet plus facilement à un micro-organisme d'exprimer sa virulence et aux pathogènes opportunistes de déclencher une infection. La vulnérabilité de certains patients peut être la conséquence d'un syndrome immuno-déficitaire congénital (SCID...) ou acquis (sida, cancer, dénutrition sévère...) ou par immunodépression lors des greffes, des transplantations d'organes ou bien par administration d'immunosuppresseurs, notamment pour le traitement de certaines poussées auto-immunes.

## **A- Les principales infections nosocomiales bactériennes d'origine hydrique**

### **A-1 Les infections à tropisme digestif :**

La plupart des microorganismes susceptibles d'être présents dans l'eau et à l'origine d'infections digestives ne sont pas spécifiques au milieu hospitalier, et les pathologies digestives qu'ils sont susceptibles de provoquer sont avant tout communautaires et très rarement nosocomiales. C'est le cas des gastro-entérites et des diarrhées dues à des virus (calicivirus, entérovirus, rotavirus) ou à des micro-organismes très probablement d'origine virale, mais non identifiés à ce jour ou difficilement cultivables, à des bactéries telles *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria* et des parasites tels que *Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum* [2]. Il est également possible de retrouver des pathologies hépatiques virales liées à l'eau, dues aux virus des hépatites A et E, et dont l'origine est encore plus exceptionnelle en milieu de soins.

Certaines bactéries sont plus spécifiques au milieu hospitalier : *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Morganella morganii*, *Aeromonas* ou *Clostridium difficile* car elles s'attaquent à des sujets immunodéprimés et elles sont souvent résistantes aux antibiotiques [3]. Elles peuvent provoquer des troubles digestifs (ex : *Clostridium difficile*) mais, sauf pour cet exemple, ce type de pathologie n'est pas l'expression la plus fréquente de leur pouvoir infectieux.

### **Description du pouvoir pathogène de quelque bactérie à tropisme digestif :**

#### **A-1-1 *Escherichia coli* :**

*Escherichia coli* est une bactérie que l'on trouve seulement dans le tractus digestif des animaux à sang chaud et des êtres humains. Même si la plupart des souches d'*E. coli* ne sont pas pathogènes, certaines peuvent causer de graves maladies diarrhéiques chez les êtres humains.

Le sérotype *E. coli* O157:H7 cause des douleurs abdominales, une diarrhée sanglante et le syndrome urémique hémolytique (SUH) [4].

Même si *E. coli* O157:H7 ne constitue habituellement pas une cause de préoccupation en ce qui concerne l'eau potable traitée, on a signalé des éclosions mettant en cause la consommation d'eau potable contaminée par des eaux usées humaines ou des matières fécales de bétail [5].

#### **A-1-2 *Salmonella* et *Shigella* :**

*Salmonella* et *Shigella* sont des agents étiologiques courants de maladies gastrointestinales et sont donc présents dans les matières fécales des sujets colonisés. La présence de l'un ou l'autre de ces micro-organismes dans l'environnement découle en général d'une contamination fécale récente. On a signalé de nombreuses éclosions qu'on a reliées à l'eau potable contaminée [6].

L'absence d'*E. coli* pendant les vérifications régulières devrait constituer une indication suffisante de l'absence de *Salmonella* et de *Shigella* [7].

### **A-1-3 *Campylobacter* et *Yersinia* :**

On a consigné à de nombreuses occasions des éclosions de gastroentérite d'origine hydrique mettant en cause *Campylobacter jejuni* et *Yersinia enterocolitica* [8]. On a démontré qu'il n'y avait pas vraiment de liens entre la présence d'*Y. enterocolitica*, d'une part, et la concentration des coliformes et des bactéries hétérotrophes, de l'autre [9]. Des études n'ont en outre révélé aucun lien entre les organismes indicateurs (p. ex., *E. coli*, coliformes thermotolérants) et la présence de *Campylobacter* dans des approvisionnements en eaux de surface brutes [10]. Il se peut donc que les coliformes ne constituent pas un bon indicateur de la présence de *C. jejuni* et d'*Y. enterocolitica*.

### **A-1-4 *Helicobacter pylori* :**

On a établi un lien entre l'infection humaine par *H. pylori* et la gastrite, les ulcères duodénaux et un risque accru d'adénocarcinome gastrique [11]. Outre les troubles gastro-intestinaux, des études ont démontré l'existence d'un lien entre l'infection par *H. pylori* et l'anémie [12].

Des études réalisées dans certains pays en développement ont montré que la transmission de *H. pylori* était attribuable à des conditions environnementales comme une hygiène médiocre, ou à la consommation d'eau contaminée [13].

On n'a pas encore isolé *H. pylori* de sources environnementales, y compris l'eau. D'autres méthodes ont toutefois permis d'en détecter la présence. On en a trouvé, par exemple, dans des eaux de surface et des eaux souterraines peu profondes par étude microscopique réalisée au moyen d'un anticorps fluorescent [14]. Donc l'eau peut être une source possible de transmission de *H. pylori*. Mais l'estomac humain est jusqu'à maintenant le seul réservoir important de *H. pylori* [15].

### **Bactéries sont plus spécifiques au milieu hospitalier :**

#### **A-1-5 *Serratia* [16] :**

*Serratia* est un genre de bactérie appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*.

Cette bactérie est rarement pathogène, mais elle est fréquemment présente dans l'environnement hospitalier et certaines souches sont responsables d'infections nosocomiales (infections urinaires, suppurations diverses, septicémies, endocardites...).

La plus connue de ces bactéries est *Serratia marcescens* (anciennement *Bacillus prodigiosus*) est isolée du sol, de l'eau, des aliments, de l'environnement hospitalier et d'échantillons cliniques.

#### **A-1-6 *Pseudomonas aeruginosa* [17][18][19][20] :**

Le bacille pyocyanique ou *Pseudomonas aeruginosa*, Commensal du tube digestif mais peu abondant chez le sujet sain, il occasionne de nombreuses infections chez les sujets fragilisés. Il est à l'origine de 11% des infections nosocomiales.

Il est responsable d'infections graves, principalement broncho-pulmonaires (fréquentes chez les malades atteints de mucoviscidose, cancer, leucémie, broncho-pneumopathie chronique, diabète et chez les trachéotomisés) cutanées (infections superficielles pouvant être des conséquences possibles de bains en eau souillée et surinfections de plaies chirurgicales, traumatiques, ulcéreuses, d'escarres ou de lésions de brûlures), iatrogènes (secondaires à des soins infirmiers ou à des manœuvres instrumentales), oculaires (particulièrement graves, elles sont consécutives à des interventions ophtalmologiques ou à l'usage de collyres ou liquides de nettoyage de lentilles de contact souillés par le germe) et digestives (après usage prolongé d'antibiotiques par voie orale ou après absorption d'eaux contaminées).

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie que l'on isole des eaux de toutes provenances : eaux de rivière, d'égouts, de piscine, de mer, eau potable, eaux minérales ou thermales, eaux déminéralisées...

Elle peut enfin contaminer le matériel hospitalier, hôtelier (robinetterie), médical (sondes, trocarts, cathéters) ou chirurgical (instruments, matériels de prothèse), les solutions antiseptiques, les solutés injectables, les produits médicamenteux ou cosmétiques.



La transmission est essentiellement directe de patient à patient ou manuportée par l'intermédiaire du personnel hospitalier. Elle peut également survenir par les cathéters, sondes, canules, masques ou lunettes pour oxygénothérapie.

La colonisation de l'eau peut être réduite par un détartrage et une désinfection à l'eau de javel. Ces mesures sont nécessaires dans les zones où sont hospitalisés des patients fragiles et au bloc opératoire.

#### **A-1-7 *Morganella morganii* :**

*Morganella morganii* est décrite comme un agent pathogène nosocomial et opportuniste des plaies, des voies respiratoires, et urinaires chez les adultes immunodéprimés ou avec sonde urinaire à demeure. Typiquement, elle est résistante à plusieurs antibiotiques avec production de b-lactamases [21].

Elle est aussi également très répandue dans divers autres environnements, tels que : les sols et les eaux d'égout, où elle contribue à la dégradation de la matière organique grâce à son activité protéolytique [22].

*Morganella morganii* est responsable d'infections opportunistes retrouvées essentiellement chez des sujets immunodéprimés :

- infections urinaires.
- infections extra intestinales c'est-à-dire infections des plaies, des abcès...
- infections materno-fœtales.
- intoxication alimentaire à l'histamine (molécule produite par la bactérie) [23].

#### **A-1-8 *Clostridium difficile* [24] :**

Cette bactérie (émise dans les matières fécales sous forme de spores fortement résistantes) à la capacité de survivre dans l'environnement pendant des mois. Ce phénomène explique bien la survenue fréquente d'épidémies en milieu hospitalier et les récurrences. Elle est responsable de diarrhée et d'autres maladies intestinales plus graves comme la colite pseudo-

membraneuse. Elle est considérée comme la première cause bactérienne de diarrhée nosocomiale.

Le *C. difficile* se transmet à partir des mains contaminées de la personne souffrant de diarrhée. Le personnel et les visiteurs peuvent se contaminer les mains lors de leurs contacts avec la personne malade ou en touchant à certains objets de son environnement (armature de lit, table de nuit, téléphone, sonnette, toilettes, chasse d'eau, lavabos, robinets, poignées de porte).

## **A-2 Les infections respiratoires :**

Les infections respiratoires liées à l'inhalation d'aérosols contaminés sont dues le plus souvent à des bactéries Gram négatif comme, par exemple, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*, *Burkholderia cepacia*, *Acinetobacter*, et à certaines mycobactéries. Elles sont plus particulièrement susceptibles d'affecter des patients immunodéprimés ou des patients dont les parois des cellules épithéliales bronchiques ont été altérées.

Elles peuvent également atteindre les patients ventilés mécaniquement ou ayant eu un lavage bronchoalvéolaire, voire gastrique avec reflux ou une aspiration endotrachéale [25].

Les gestes de soins aussi élémentaires que le rinçage des tubulures naso-gastriques, la prise de douche, pouvant créer des aérosols, sont des sources de contamination [26].

### **A-2-1 *Legionella pneumophila* :**

C'est une maladie à déclaration obligatoire depuis 1987. En 2003, en France, 1 044 cas ont été déclarés (Institut de Veille sanitaire). La maladie reste encore sous-déclarée.

Il peut s'agir de pneumonies communautaires ou nosocomiales se présentant soit sous forme sporadique (la majorité) soit sous forme épidémique.

La létalité globale en 2003 en France a été de 14 %. La mortalité augmente dès lors qu'il s'agit de cas nosocomiaux, de sujets âgés et/ou porteurs de facteurs de comorbidité (immunodépression notamment).

La bactérie en cause est un bacille à Gram négatif, appelée *Legionella*. Il existe à ce jour plusieurs espèces et sérogroupes. *Legionella pneumophila* est le plus souvent en cause : 90 à 98 %, tout particulièrement le séro groupe 1 responsable de 84 à 90 % des cas déclarés [27].

Contrairement à la plupart des autres agents pathogènes communs d'origine hydrique, les espèces de *Legionella* sont naturellement présentes dans les environnements aquatiques, y compris les eaux de surface [28]. Leur présence généralisée reflète leur capacité de survivre dans des conditions hydriques variées, y compris des températures de 0 à 63 °C et un pH variant de 5,0 à 8,5 [29]. Leur capacité de vivre en symbiose avec d'autres bactéries comme *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* et *Acinetobacter*, par exemple, pourrait être importante pour leur survie et leur prolifération dans l'eau [30].

La quantité de *Legionella* dans les eaux des sources d'approvisionnement est généralement faible comparativement aux concentrations que ces bactéries peuvent atteindre dans les réseaux de plomberie interne, car les conditions naturelles de l'eau ne sont pas aussi propices à leur croissance.

Dans les réseaux de plomberie interne, *Legionella* colonise divers endroits à l'intérieur des édifices (tours de refroidissement, réservoirs d'eau chaude, pommes de douche, aérateurs) et contamine l'eau potable et l'air [31].

#### -Quels sont les modes de contamination ?

a. Voie aérienne par inhalation : c'est la seule voie de contamination démontrée à ce jour. Les légionelles infestent les macrophages alvéolaires. La douche est souvent incriminée en raison de la vapeur d'eau produite.

b. La contamination par ingestion est discutée chez les malades qui font des fausses-routes.

c. Pas de contamination interhumaine.

d. Pas de transmission manuportée.

*Legionella* cause deux maladies distinctes, soit la maladie des légionnaires et la fièvre de Pontiac. Ensemble, ces maladies constituent ce qu'on qualifie de légionellose.

La maladie des légionnaires est une pneumonie sévère qui peut être conjuguée à des symptômes extrapulmonaires comme l'insuffisance rénale, l'encéphalopathie et la péricardite [32].

#### -Prévention :

La France a décidé d'adopter une attitude préventive dès 2003, vis-à-vis du risque «légionelles » en rendant obligatoire l'entretien et la surveillance des réseaux d'eau. En 2000, une enquête réalisée par le C-Clin Paris Nord montrait que 35 % des établissements avaient réalisé une expertise de leur réseau d'eau vis-à-vis du risque de légionellose. Quarante pour cent des établissements avaient déjà réalisé la recherche d'une contamination par les légionelles et 70 % de ces établissements avaient des points d'eau colonisés (>103 par ml).

La prise en compte du risque lié aux légionelles est un dossier souvent très lourd pour un établissement de santé. Elle est indispensable pour les secteurs qui accueillent des patients très immunodéprimés et constitue certainement un progrès dans la qualité de la prise en charge des patients. Il est toutefois urgent d'améliorer les connaissances sur les modes de décontamination des réseaux d'eau, de concevoir des méthodes rapides de surveillance et de montrer l'efficacité d'une telle démarche, au niveau des établissements de soins [33].

#### **A-2-2 *Acinetobacter baumannii* [34] [35] [36] :**

Ce n'est que depuis les années 80 qu'*Acinetobacter* est à l'origine d'infections, principalement nosocomiales. On observe surtout des infections pulmonaires chez des patients sous ventilation assistée, des infections urinaires sur sonde et des infections liées aux cathéters avec le risque de septicémie.

L'espèce *Acinetobacter baumannii* est de loin la plus fréquemment en cause. Les infections aux autres espèces sont beaucoup plus rares.

Le premier réservoir (source du germe) d'*Acinetobacter baumannii* est le patient infecté et le « porteur sain ». On retrouve secondairement cette bactérie dans l'environnement immédiat du patient (lit, barre d'appui, fauteuil, lampes...). Elle est également présente dans l'environnement humide comme les siphons de lavabo, les robinetteries, le linge humide.

### **A-3 Les infections cutané-muqueuses :**

Ces infections, liées à un contact direct avec de l'eau contaminée, peuvent conduire à des septicémies, en particulier en chirurgie à cœur ouvert. Les germes en cause sont typiquement hydriques *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium* [37].

Plus récemment, on a constaté des pathologies d'origine amibienne, comme des kératoconjonctivites à *Acanthamoeba*, liées au rinçage des lentilles de contact à l'eau du robinet. Il n'a pas été noté en France de cas de méningo encéphalites gravissimes liées à *Naegleria fowleri* qui franchit la muqueuse nasale et les méninges [38].

#### **A-3-1 *Enterobacter cloacae* [39] :**

*Enterobacter cloacae* appartient au genre *Enterobacter*, il est présent dans l'environnement mais il est aussi commensal du tube digestif de l'homme et des animaux.

*Enterobacter cloacae* a pris une importance croissante du fait de son implication dans les infections nosocomiales. C'est un pathogène opportuniste responsable de :

-infection urinaire

-bactériémie

-infection respiratoire

-suppurations diverses.

#### **A-3-2 *Klebsiella* [40] :**

Les espèces du genre *Klebsiella* sont d'importants pathogènes communs, à l'origine de pneumonies nosocomiales (7 à 14 % de tous les cas), de septicémies (4 à 15 %), d'infections urinaires (6 à 17 %), d'infections de plaies (2 à 4 %), d'infections survenant dans les unités de soins intensifs (USI) (4 à 17 %) et de septicémies néonatales (3 à 20 %) Ce sont également des pathogènes opportunistes importants, en particulier chez les personnes immunodéprimées.

Il est retrouvé au niveau du tube digestif de l'homme (chez 30 % des individus) et des animaux à sang chaud ; sa présence dans l'eau peut signifier une contamination fécale.

#### **A-4 Les infections ostéoarticulaires :**

##### **A-4-1 *Mycobacterium xenopi* :**

L'inoculation de *Mycobacterium xenopi* au contact de l'os par le biais de matériel de chirurgie endoscopique rincé avec de l'eau en contenant, a provoqué des infections osseuses invalidantes. La mise en évidence de ce mode d'infection lié à un mésusage (eau de qualité non stérile pour le rinçage de matériel à usage chirurgical) a fait prendre conscience de l'existence possible de micro-organismes dans une eau filtrée dans l'établissement, eau par ailleurs conforme aux critères réglementaires de qualité microbiologique des eaux destinées à la consommation humaine [41].

Chez l'homme, *M. xenopi* est souvent responsable d'infections broncho-pulmonaires chez des sujets ayant des antécédents de maladie pulmonaire [42]. Chez les sujets immunodéprimés, on observe généralement des formes généralisées [43].

Chez les sujets immunocompétents, des infections ostéo-articulaires à *M. xenopi* ont rarement été observées avant la survenue d'une épidémie chez des personnes opérées dans une clinique parisienne, dite clinique A. En effet, dans cette clinique, 58 cas de spondylodiscites à *M. xenopi* ont été identifiés entre 1989 et 1999 chez des sujets ayant subi entre janvier 1988 et mai 1993 une nucléotomie percutanée ou une microchirurgie du rachis pour une pathologie discale [44]. La source de l'épidémie a pu être rapportée à une contamination des instruments chirurgicaux lors d'un rinçage avec de l'eau filtrée provenant du réseau de la clinique A et qui contenait une grande quantité de *M.xenopi*.

#### **B- LES principales infections virales d'origine hydrique [45] :**

Les virus qui peuvent se multiplier dans le tractus gastrointestinal des humains ou des animaux sont appelés « virus entériques ». La gastroentérite est le principal effet des virus entériques sur la santé.

En plus de la gastroentérite, les virus entériques peuvent causer des maladies aiguës graves comme la méningite, la poliomyélite et des maladies fébriles non spécifiques. Ils ont également été mis en cause dans des maladies chroniques, comme le diabète sucré et le syndrome de la fatigue chronique.

- Quelques virus entériques transmis par l'eau :

-Virus de l'hépatite *VHA VHE*

- Rotavirus

- Poliovirus

- Adénovirus

- Astrovirus

**2- Risque toxique :**

Le risque toxique se caractérise par la présence dans l'eau de substances chimiques en quantité trop importante.

Hormis les cas de pollutions accidentelles, les concentrations en substances toxiques sont généralement trop faibles pour provoquer des intoxications aiguës.

Pour l'eau de distribution publique et l'eau de source, la réglementation impose des limites de potabilité qui protègent le consommateur de façon très efficace. En effet, les concentrations maximales admissibles dans l'eau prennent en compte un niveau de risque pour une exposition durant la vie entière (70 ans) et sont, soit nulles pour les molécules présentant une relation dose-effet, soit de l'ordre de  $10^{-4}$  (arsenic) à  $10^{-6}$  (pesticides) pour les molécules à effet cancérigène ou mutagène. Ces valeurs ont été déterminées pour une consommation par ingestion de 2 litres par jour.

Certains paramètres peuvent être source d'inquiétude pour les patients. Ainsi, les nitrates sont souvent cités du fait du retentissement médiatique de leur présence croissante dans les eaux superficielles ou profondes. Une eau conforme à la norme de potabilité (50 mg/L) ne

présente aucun risque pour la santé, et c'est avant tout les nitrites qui présentent un danger pour les enfants (méthémoglobinémie).

Le contexte actuel tend à renforcer la concentration en chlore dans les réseaux de distribution urbains et hospitaliers. Aux teneurs recommandées (de 0,1 à 0,3 mg/L), le risque pour la santé est négligeable et la possibilité de formation de sous-produits toxiques est très limitée. Comme l'action de ces molécules se fait par exposition à long terme, l'impact sur la santé d'un séjour dans un établissement de santé est négligeable [1].

En plus des différents polluants qu'on peut trouver dans l'eau, une étude récente a montré la possibilité de détecter des traces de polluant d'origine médicamenteuse dans l'eau potable, le résumé de cette étude est représenté par le paragraphe ci-dessous nommé « Médicaments dans l'eau potable ».

#### **A- Médicaments dans l'eau potable [46] :**

Selon un article paru dans la revue *Prescrire*, les effets des polluants émanant des résidus de certaines molécules thérapeutiques qui se retrouvent dans l'eau de boisson sur la santé humaine, restent obscurs. Qu'elles soient utilisées en médecine humaine ou vétérinaire, bien des substances pharmaceutiques sont en partie rejetées dans l'environnement après consommation. Éliminées par voie urinaire ou fécale, elles partent ensuite dans les eaux usées soit sous leur forme active initiale, soit sous forme de substances dérivées. Or, les stations d'épuration n'éliminent pas complètement les médicaments.

Leur efficacité est variable selon les procédés de traitement mis en œuvre, et elle reste assez faible pour certaines substances.

Beaucoup de recherches, tant en France qu'à l'étranger, ont mis en évidence la persistance de résidus de médicaments dans les eaux usées, les eaux traitées, voire dans l'eau potable. Comme l'indiquent les rédacteurs de la revue *Prescrire*, « *le risque environnemental et sanitaire lié à la présence de micropolluants dans les eaux, dont les médicaments, est encore mal connu. Des effets de cette micropollution ont été observés sur certaines espèces*



aquatiques, notamment une féminisation de poissons mâles. Fin 2012, aucun effet sur les humains n'est encore connu ».

« Sans attendre que des risques avérés soient démontrés, la présence de médicaments dans les eaux usées et leur persistance après traitement sont des raisons supplémentaires de s'efforcer à réduire les rejets de médicaments », soulignent les auteurs. Selon eux, il conviendrait « d'éviter la surconsommation et d'encourager le retour des médicaments non utilisés en pharmacie ».

### **B- Les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine**

Les tableaux ci-dessous représentent les critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine selon la Norme Marocaine NM 03.7.001 relative à la qualité des eaux d'alimentation humaine.

**Tableau 1 : critères et limites de qualité physico-chimique des eaux destinées à la consommation humaine [47].**

#### **- Substances minérales :**

<b>PARAMETRES</b>	<b>EXPRESSION DES RESULTATS</b>	<b>VMA</b>	<b>COMMENTAIRES</b>
Nitrites	NO <sub>2</sub> :mg/l	0,5	Somme des rapports : (NO <sub>3</sub> )/50 + (NO <sub>2</sub> )/3 ne doit pas dépasser 1. 0,1mg/l de NO <sub>2</sub> doit être respectée au départ des installations de traitement
Nitrates	NO <sub>3</sub> :mg/l	50	
Arsenic	As : µg/l	10	
Baryum	Ba : mg/l	0,7	

Cadmium	Cd : µg/l	3	
Cyanures	CN : µg/l	70	
Chrome	Cr : µg/l	50	
Manganèse	Mn : mg/l	0,5	Plaintes du consommateur à partir de 0.1 mg/l
Cuivre	Cu : mg/l	2	Plaintes du consommateur à partir de 1 mg/l
Fluorures	F : mg/l	1,5	
Mercure	Hg : µg/l	1	
Plomb	Pb : µg /l	10	La VMA de 50 µgPb/l sera appliquée jusqu'à 2010, à partir de cette date, la VMA de 25 µgPb/l est imposable jusqu'à 2015. Au delà de 2015 c'est la VMA de 10 µgPb/l qui sera respectée.
Sélénium	Se : µg/l	10	
Bore	B : mg/l	0,3	
Nickel	Ni : µg/l	20	

- **Substances organiques :**

<b>PARAMETRES</b>	<b>EXPRESSION DES RESULTATS</b>	<b>VMA</b>	<b>COMMENTAIRES</b>
<b>Pesticides</b>  1-par substance individualisée	µg/l	0.1	Par «pesticides» on entend:  -les insecticides organiques  -les herbicides organiques

<p>A l'exception des substances suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aldrine, dieldrine, l'heptachlore et l'heptachlorépoxyde</li> </ul> <p>2- et pour le total des substances mesurées</p>	<p>µg/l</p>	<p>0.03</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-les fongicides organiques</li> <li>-les nématocides organiques</li> <li>-les acaricides organiques</li> <li>-les algicides organiques</li> <li>-les rodenticides organiques</li> <li>-les produits antimoisissures organiques</li> </ul>
	<p>µg/l</p>	<p>0.5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-les produits apparentés (notamment les régulateurs de croissances) et leurs métabolites, produits de dégradations et de réaction pertinents.</li> </ul>
<p><b>Hydrocarbures polycycliques Aromatiques (HPA)</b></p> <p>total des substances suivantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Benzo(b) fluoranthène,</li> <li>2. Benzo(k) fluoranthène,</li> <li>3. Benzo(ghi)pérylène</li> <li>4. Indénol(1.2.3-cd)pyrène</li> </ol> <p>Benzo(a) pyrène</p> <p>Benzène</p>	<p>µg/l</p>	<p>0.1</p>	
	<p>µg/l</p>	<p>0.01</p>	
	<p>µg/l</p>	<p>1</p>	

<b>Trihalométhanes</b> (THM)			Il est recommandé de plus que la somme des rapports de la concentration de chacune de ces substances à sa VMA respective ne dépasse pas 1.
Chloroforme	µg/l	200	
Bromoforme	µg/l	100	
Dibromochlorométhane	µg/l	100	
Bromodichlorométhane	µg/l	60	

- **Constituants radioactifs de l'eau :**

<b>PARAMETRES</b>	<b>EXPRESSION DES RESULTATS</b>	<b>VMA</b>	<b>COMMENTAIRES</b>
Activité alpha globale	Bq/l	0,1	Si la VMA est dépassée il faut procéder à une analyse plus détaillée des radionucléides. Des valeurs plus élevées ne signifient pas nécessairement que l'eau est impropre à la consommation.
Activité bêta globale	Bq/l	1	

## **II- Typologie des différentes catégories d'eau, leurs traitements éventuels et leurs usages**

Dans la typologie présentée ci-après, quatre grandes catégories d'eau ont été distinguées, en fonction des usages, et de l'absence ou de la mise en œuvre de traitements complémentaires de l'eau :

1. sont les eaux ne subissant aucun traitement dans l'établissement de santé.
2. sont les eaux traitées au sein de l'établissement de santé, répondant à des critères définis en fonction des usages alimentaires, sanitaires et de soins.
3. sont les eaux stériles.
4. sont les eaux techniques.

Pour chaque catégorie d'eau sont indiquées des exigences de qualité et des modalités de surveillance, à savoir :

### ***1. les paramètres physico-chimiques et microbiologiques à respecter.***

***2. les limites de qualité*** déclinées en trois niveaux. Ces limites de qualité sont établies sur la base de la réglementation, de recommandations lorsque aucune règle n'existe, ou sont à définir par l'utilisateur après discussion interne prenant en compte les spécificités de l'établissement.

Un niveau cible : niveau vers lequel l'établissement doit tendre dans des conditions normales de fonctionnement.

Un niveau d'alerte : niveau, établi par l'utilisateur, qui détecte précocement une dérive potentielle des conditions de fonctionnement et doit entraîner la vérification des résultats et la mise en œuvre de premières mesures correctives. Le niveau d'alerte peut correspondre à une valeur quantifiée ou à un ensemble de valeurs comprises entre le niveau cible et le niveau d'action.

Un niveau d'action : niveau qui doit immédiatement déclencher, lorsqu'il est dépassé, la mise en œuvre de mesures correctives permettant de revenir rapidement sous le niveau d'alerte et de tendre vers le niveau cible.

Ces différents niveaux doivent permettre à la fois la protection des patients les plus fragiles et une gestion raisonnée et raisonnable du risque infectieux lié à l'eau dans les établissements de santé.

En l'absence d'éléments scientifiques permettant de valider, pour certaines qualités d'eau, un niveau d'alerte et un niveau d'action, seul un niveau cible a été défini.

Lorsque les critères de qualité des eaux sont fixés par la réglementation ou des circulaires et que celles-ci ne contiennent qu'un seul niveau, les différents niveaux cités précédemment sont confondus et il n'apparaît qu'une seule concentration (concentration maximale admissible) ou niveau exigé [1].

#### **1- Eaux ne subissant aucun traitement dans l'établissement de santé :**

Il s'agit des eaux destinées à des usages alimentaires, sanitaires et de soins, provenant du réseau d'adduction publique ou d'un forage privé, et n'ayant subi aucun traitement au sein de l'établissement de santé. En fonction des usages, on distingue deux catégories : Les eaux à usage alimentaire et l'eau pour soins standards.

Le niveau cible des ces deux types d'eaux est similaire mais la surveillance doit être renforcée pour les eaux pour soins standards.

##### **A- Eaux à usage alimentaire :**

Les réseaux internes aux établissements de santé peuvent être de longueurs variables, être alimentés par des mélanges d'eaux et parfois comporter des réservoirs, ce qui peut impliquer des variations de la qualité de l'eau distribuée. C'est pourquoi on distingue deux sous-catégories d'eau : l'eau d'entrée dans l'établissement de santé et l'eau distribuée aux points d'usage.

### **A-1 l'eau d'entrée :**

Elle est définie comme celle arrivant à l'entrée de l'établissement que ce soit à l'interface avec le réseau public ou à la sortie d'un forage propre à l'établissement.

#### **A-1-1 Critères de potabilité fixés par le code de la santé publique :**

L'innocuité de l'eau d'entrée doit être garantie vis à vis de la population de l'établissement, mais aussi vis-à-vis des ouvrages de transport. C'est pourquoi, elle ne doit pas véhiculer de polluants à des doses toxiques ou de micro-organismes pathogènes ou opportunistes. Elle doit éviter la corrosion ou l'entartrage excessif des canalisations et permettre la diffusion du résiduel de désinfectant.

#### **-Paramètres bactériologiques :**

**Tableau 2 : critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine [48].**

<b>PARAMETRES</b>	<b>VMA</b>
Escherichia coli	0/100 mL
Entérocoques Intestinaux	0/100 mL

**Tableau 3 : Paramètres bactériologiques indicateurs du fonctionnement des installations et de l'efficacité de traitement [48].**

Coliformes	0/100 mL	- Pas de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois  - Pas de résultats positifs dans deux échantillons Consécutifs
Spoires de microorganismes anaérobies sulfitoréducteurs (clostridia)	0/100 mL	Ce paramètre doit être mesuré lorsque l'eau est d'origine superficielle ou influencée par une

		eau d'origine superficielle.
Micro-organismes revivifiables à 22 °C et 37 °C	20/1 mL à 37°. 100/1 mL à 22°C	Variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle

### **A-2 l'eau aux points d'usage:**

Elle est définie comme celle étant consommée ou utilisée directement ou indirectement par toute personne au sein de l'établissement. Cette définition concerne l'eau froide de chaque robinet intérieur ou extérieur aux bâtiments au sein de l'établissement. Ces eaux sont destinées à des usages alimentaires et sanitaires. Elles comprennent également les eaux mises à disposition des patients.

L'eau d'adduction publique peut être utilisée pour la préparation et la conservation des denrées alimentaires et comme eau de boisson. Dans ce cas, selon la circulaire 429, " L'eau d'alimentation distribuée aux malades doit faire l'objet, à la diligence de l'administration hospitalière, de contrôles périodique. Ces analyses doivent être complétées par la recherche de germes de l'hospitalisme. Les résultats doivent être portés à la connaissance des Chefs des Services ". Le réseau intérieur de l'hôpital peut participer à la dégradation biologique de l'eau [49]. Il est en effet souvent compliqué de multiples branchements qui facilitent les phénomènes de stagnation ; les réseaux d'eau potable et d'eau technique se côtoient avec le risque éventuel de retour d'eau de qualité non potable dans le circuit d'eau potable, soit à la suite d'une dépression (siphonage), soit à la suite d'une contre-pression (refoulement).

Les causes principales des dépressions sont :

- Un arrêt d'eau sur le réseau.
- Une rupture de canalisation.
- Des fluctuations importantes de pression.
- La création de débits importants.
- La connexion entre deux points de niveaux différents.

Les contre-pressions peuvent être dues à la pression d'un réseau non potable momentanément plus élevée que celle d'un réseau potable avec intercommunication possible. Il faut donc prévoir les dispositifs de protection anti-retour aussi fréquemment que le circuit



l'impose. De nombreuses contaminations bactériennes de l'eau du réseau intérieur peuvent se voir : nids bactériens agglomérés aux dépôts de tartre à l'intérieur et à l'extérieur des robinets, par exemple. La question qui se pose est donc de savoir s'il vaut mieux fournir aux malades de l'eau embouteillée ou de l'eau du réseau public.

Si, pour des raisons économiques le plus souvent, on opte pour l'eau potable, il faudra surveiller particulièrement l'entretien du récipient utilisé pour le recueil ainsi que celui de la robinetterie. Bien souvent, les eaux de table embouteillées sont préférées par mesure de sécurité sur le plan de l'hygiène.

### **B- Eau pour soins standards [50] :**

Outre son utilisation pour des usages alimentaires, l'eau distribuée par le réseau peut être utilisée pour les soins standards (soins de base pour des patients sans risque particulier) en mélange avec de l'eau chaude pour produire de l'eau mitigée. Cette dernière est celle la plus utilisée pour les soins. L'eau pour soins standards peut aussi être utilisée pour le nettoyage et le rinçage de certains dispositifs médicaux, comme par exemple le rinçage terminal des endoscopes en endoscopie ORL, digestive haute et basse, sauf en cas d'accès à une cavité stérile.

#### **B-1 Qualité de l'eau :**

**Tableau 4 : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau pour soins standards [50].**

<b>Paramètres microbiologiques</b>	<b>Niveau cible</b>
Flore aérobie revivable à 22°C	≤ 100 UFC / ml
Flore aérobie revivable à 36°C	≤ 10 UFC / ml
Coliformes totaux *	<1 UFC / 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<1 UFC / 100 ml

\* En présence de coliformes totaux, il est nécessaire de rechercher *Escherichia coli*.

## **2- Eaux spécifiques traitées au sein de l'établissement de sante, répondant à des critères définis en fonction des usages :**

Il s'agit des eaux destinées à des usages alimentaires, sanitaires et de soins, ayant subi un traitement au sein de l'établissement de santé.

### **A- Eau bactériologiquement maîtrisée [1] :**

L'eau bactériologiquement maîtrisée, obtenue après traitement, présente une qualité bactériologique supérieure à celle du réseau de distribution. Elle est destinée aux patients les plus vulnérables ainsi que pour des soins au contact des muqueuses ou exposant à un risque infectieux particulier (comme par exemple le rinçage terminal des fibroscopes bronchiques).

#### **A-1 Qualité de l'eau :**

**Tableau 5: Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau bactériologiquement maîtrisée [1].**

<b>Paramètres</b>	<b>Niveau cible</b>	<b>Niveau d'action</b>
Flore aérobie revivifiable à 22°C	≤ 1 UFC / 100 ml	≥ 10 UFC / 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	< 1 UFC / 100 ml	≥ 1 UFC / 100 ml

#### **A-2 Moyen d'obtention [51] :**

La qualité de cette eau est obtenue soit après traitement chimique (chloration), soit après traitement physique (filtration, ultraviolets...) de l'eau du réseau d'entrée dans l'établissement.

La microfiltration au point d'usage est le procédé de traitement le plus classique. La microfiltration consiste à retenir sélectivement les particules solides présentes dans un fluide (liquide ou gaz) par passage, sous vide ou sous pression, au travers d'un milieu microporeux appelé filtre. Sur le plan de la taille particulaire, la zone d'application se situe entre 0,1 et 10 µ. Au-delà, on parle de filtration et en-deçà d'ultrafiltration.

L'eau obtenu après la microfiltration peut être utilisée dans les services pharmaceutiques : pour les préparations médicamenteuses, on utilise le plus souvent des microfiltres à membrane stérile à usage unique ce qui met à l'abri de toute contamination biologique. On installe aussi des microfiltres en aval des robinets des blocs opératoires pour obtenir de l'eau décontaminée pour le lavage chirurgical des mains. La microfiltration fait également partie des chaînes de prétraitement de l'eau pour hémodialyse : on utilise des filtres de porosité de 10 ou 5  $\mu$  ; en poste traitement, on utilise des filtres de porosité 1  $\mu$  pour maintenir la qualité biologique de l'eau osmosée lors de son stockage en recirculation, ou des filtres de porosité 0,20  $\mu$  et 0,45  $\mu$  après la déminéralisation pour éliminer les bactéries. La filtration sur charbon actif est également toujours suivie d'une microfiltration sur filtres de porosité de 1 à 3  $\mu$ .

#### **A-2-1 Traitements de décontamination :**

Ils permettent d'obtenir l'eau improprement appelée "stérile" réservée au lavage des mains et autres utilisations médicales. Selon la norme AFNOR NF C 72100 de Décembre 1977, il ne s'agit en effet que d'une décontamination : "la décontamination est une opération au résultat momentané, permettant d'éliminer, de tuer ou d'inhiber les microorganismes indésirables en fonction des objectifs fixés. Les résultats de cette opération sont limités aux microorganismes présents au moment de l'opération".

Pour la décontamination, on admet une inactivation bactérienne correspondant à une définition statistique de l'ordre de  $10^{-3}$ .

#### **A-2-2 Les rayonnements UV :**

L'eau en mince couche (8 à 45 mm) est exposée aux radiations d'un générateur d'ultraviolets à vapeur de mercure à froids (longueur d'onde de 253 nanomètre). La durée des lampes est de 7000 heures de flux continu [52]. C'est un procédé actif sur tous les germes qu'ils soient sous forme végétative ou sous forme sporulée. Cependant chaque germe possède sa propre sensibilité et les doses à utiliser pourront varier d'un germe à l'autre : ainsi il faudra 10500 microwatts seconde/cm<sup>2</sup> pour détruire un *Pseudomonas Aeruginosa* et 5720 microwatts seconde/cm<sup>2</sup> pour détruire un *Staphylococcus Albus*. Lorsque les UV sont mal entretenus, les radiations ne sont plus satisfaisantes et l'eau "stérile" peut devenir très contaminée.

### **A-2-3 Les désinfectants :**

Divers désinfectants sont utilisés entre autres dans les circuits d'hémodialyse, afin de décontaminer l'installation et les générateurs individuels.

Les plus fréquemment utilisés sont :

- Le formaldéhyde à 1%, 2%, ou 5%. Il faut le laisser en contact avec le matériau à décontaminer au moins 12h et procéder ensuite à multiples rinçages jusqu'à obtenir son élimination complète.
- L'hypochlorite de sodium à 1% de chlore libre permet de dissoudre les viscosités bactériennes dans les tuyauteries. Il nécessite 2 à 3h de contact et le rinçage est assez long.
- Le métabisulfite de sodium et le dithionite de sodium à 0,05% peuvent être utilisés en traitement complémentaire de désinfection des modules d'osmose inverse.
- Le peroxyde d'hydrogène à 1% permet de décontaminer les résines et les membranes de filtres, mais pas les modules d'osmose. Il est peu agressif et nécessite un temps de rinçage relativement court.
- L'acide peracétique permet d'éliminer les spores et les formes végétatives bactériennes. On peut l'utiliser à 0,2% sur les résines échangeuses d'ions ainsi que pour éliminer dans les tuyauteries les colloïdes pouvant constituer des gîtes bactériens.

### **B- Eau chaude [53] :**

L'eau chaude subit un ou plusieurs traitements (chauffage et éventuellement adoucissement); elle est réservée à la toilette des patients, au nettoyage du matériel, à l'entretien des locaux...

**Bien qu'elle réponde aux critères de potabilité de l'eau, il est déconseillé de l'utiliser pour la préparation de boissons chaudes et de préparations alimentaires.** Elle doit être conforme aux dispositions des textes relatifs à la température de l'eau et à ceux relatifs à la prévention de la légionellose.

Les ballons d'eau chaude sanitaire peuvent constituer des habitats favorables au développement et à la multiplication des germes. Cela a d'ailleurs été démontré pour le *Legionella*. En effet, dans le fond des ballons, règne une température proche de la température de croissance optimale. Comme l'eau circule dans les canalisations à une température

inférieure à 60°, les bactéries atteignent la surface du ballon et les canalisations. De là, les robinets et les douches vont être contaminés à leur tour, ainsi que les mélangeurs et les aérateurs, au niveau de leurs joints et raccords en caoutchouc [54]. Finalement des aérosols infectants se développent à partir des douches et peuvent provoquer des épidémies chez les sujets fragilisés, c'est-à-dire essentiellement les malades.

### **B-1 Qualité bactériologique :**

**Tableau 6 : Paramètres microbiologiques et niveaux exigés retenus pour l'eau chaude [53].**

<b>Paramètres Microbiologiques</b>	<b>Niveaux exigés ou Recommandés</b>
<b>Indicateur</b>	<b>Niveau cible:</b>
<i>Legionella pneumophila</i>	< 1000 UFC / l
	<b>Niveau d'alerte :</b>
	1000 UFC / l
	<b>Niveau d'action :</b>
	10 000 UFC / l

### **B-2 Mesures à mettre en œuvre pour les patients à haut risque (*Legionella pneumophila*) :**

Les « patients à haut risque » sont les immunodéprimés sévères et particulièrement les immunodéprimés après transplantation ou greffe d'organe et les immunodéprimés par corticothérapie prolongée (0,5 mg/kg de prednisone pendant 30 jours ou plus, ou équivalent) ou récente et à haute dose (c'est à dire supérieure à 5 mg/kg de prednisone pendant plus de 5 jours). Pour ces patients, l'eau soutirée au niveau des points d'usage à risque, doit viser en permanence l'absence de *Legionella pneumophila* (conformément à la version de septembre 2003 de la norme NF T90-431, l'absence signifie que les résultats visés devront être « <250 UFC/l » et « *Legionella Pneumophila* non détectées ») [55]. Les points d'usage à risque pour

les patients à haut risque correspondent aux points d'usage susceptibles d'exposer ces patients à un aérosol ; il s'agit en particulier des douches.

Pour les services accueillant régulièrement des patients à haut risque, il est recommandé de créer des secteurs équipés de « points d'usage sécurisés », c'est-à-dire des secteurs dans lesquels des moyens spécifiques sont déployés permettant de respecter, au niveau des points d'usage à risque, des niveaux de concentration en *Legionella pneumophila* inférieure au seuil de détection dans l'eau soutirée : microfiltres terminaux constitués d'une membrane à 0,2 µ, dispositif de production autonome et instantanée d'eau chaude, traitement spécifique de l'eau, etc. Le nombre d'installations et leur localisation seront définis en fonction de la taille, de l'organisation de l'établissement.

Dans l'impossibilité de réaliser les mesures citées précédemment ou dans l'attente de leur mise en œuvre, les mesures suivantes doivent être mises en place simultanément :

- les patients à haut risque seront informés du danger de l'utilisation de points d'usage à risque (notamment des douches) non équipés de microfiltres.
- des alternatives aux douches seront proposées par le CLIN de l'établissement pour éviter que les patients soient en contact avec un aérosol.
- un protocole de purge des points d'eau, comme douche et robinetterie, dans les chambres accueillant des patients à haut risque sera défini.

### **C- Eau des piscines de rééducation [56] :**

En l'absence de réglementation spécifique relative à la qualité de l'eau des piscines de rééducation fonctionnelle, d'usage exclusivement médical, il est recommandé d'appliquer au minimum les exigences de qualité de l'eau ainsi que les règles d'hygiène et de surveillance régissant les piscines ouvertes au public, exigences requises par les articles D.1332-1 à D.1332-15 du code de la santé publique, fixant les normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et baignades aménagées, l'arrêté du 7 avril 1981, modifié par l'arrêté du 18 janvier 2002, fixant les dispositions techniques applicables aux piscines, et l'arrêté du 7

avril 1981 fixant les dispositions administratives applicables aux piscines et aux baignades aménagées.

### **C-1 Qualité requise :**

Il est recommandé, dans le cas des piscines de rééducation, une exigence supérieure à celle figurant à l'article D.1332-2 du code de la santé publique pour les coliformes totaux. Il n'y a pas d'intérêt à rechercher *Legionella pneumophila* au niveau des bassins, mais leur recherche est fortement recommandée au niveau des douches.

### **Tableau 7 : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau des piscines de rééducation [56].**

<b>Paramètres Microbiologiques</b>	<b>Niveau exigé*</b>
Flore aérobie revivifiable à 36°C	< 100 UFC / ml
Coliformes totaux à 36°C	≤ 1 UFC / 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	≤ 1 UFC / 100 ml
Staphylococcus aureus	≤ 1 UFC / 100 ml

\* Niveau exigé par l'article D.1332-2 du code de la santé publique, sauf en ce qui concerne les coliformes totaux.

### **C-2 Décontamination des eaux destinées à alimenter les piscines de rééducation fonctionnelle [57][58][59][60][61] :**

Les eaux sont presque toujours régénérées en circuit fermé. Il n'est pas possible de renouveler constamment l'eau des bassins pour des raisons de cout, et surtout l'eau n'aurait pas le temps de se réchauffer.

La technique employée fait donc appel à un double procédé de filtration et de décontamination.

#### **- Filtration :**

Deux catégories de filtres peuvent être utilisées:

- **Filtre à sable** : Le sable ne retenant que les particules de taille supérieure à 25  $\mu$ , il est nécessaire de procéder à une floculation qui évitera le colmatage trop rapide du filtre. Ce sont des filtres à sable sous pression de fine granulométrie, et permettant de grandes vitesses de filtration, le lavage s'effectue à contre courant. Il existe des filtres renfermant du sable sous une plus grande épaisseur ; une pression plus importante permet de retenir les particules de 8 à 10  $\mu$  à l'intérieur même de la couche filtrante et non plus sur le bord.
- **Filtre à diatomées** : L'eau est refoulée sous pression à travers une bougie filtrante recouverte de poudre de diatomées. Elle permet de retenir les particules de taille supérieure à 1  $\mu$  sans coagulation préalable. Le nettoyage de ces filtres s'effectue en inversant la circulation d'eau et en renvoyant la boue à l'égout. Un manomètre mesurant la perte de charge rend compte du colmatage du filtre.

#### **D- Eau des baignoires et des douches à jets [62].**

##### **D-1 Qualité requise :**

Les eaux de baignoires et de douches à jets sont une source importante d'aérosols. Elles sont obligatoirement traitées par désinfection et justifient des critères de qualité particuliers pour prévenir le risque de dissémination des légionelles. La recherche de *Legionella pneumophila* est indispensable.

**Tableau 8 : Les paramètres microbiologiques retenus pour l'eau des baignoires et des douches à jets [62].**

<b>Paramètres Microbiologiques</b>	<b>Niveau exigé*</b>
Flore aérobie revivifiable à 37°C	< 100 UFC / ml
Coliformes totaux à 37°C	$\leq$ 1 UFC / 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	$\leq$ 1 UFC / 100 ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	$\leq$ 1 UFC / 100 ml
<i>Legionella pneumophila</i>	Absence**

\* Niveau exigé par l'article D.1332-2 du code de la santé publique, sauf en ce qui concerne les coliformes totaux et *Legionella pneumophila*.



\*\* Absence signifie au sens de la norme NF T90-431 de septembre 2003, « <250 UFC/l » et « Legionella Pneumophila non détectées ».

### **E- Eaux pour hémodialyse (eau pour dilution des solutions concentrées pour hémodialyse) [63] :**

L'eau pour dilution des solutions concentrées pour hémodialyse est obtenue à partir d'eau potable par distillation, par osmose inverse, par échange d'ions ou par tout autre procédé approprié. Les conditions de préparation, de transfert et de conservation permettent de limiter le risque de contamination chimique et microbienne.

Lorsque de l'eau obtenue par l'une des méthodes décrites ci-dessus n'est pas disponible, de l'eau potable peut être utilisée pour les dialyses à domicile. Dans ce cas, il convient de tenir compte de sa composition chimique, qui varie considérablement d'une localité à l'autre, et de procéder aux ajustements nécessaires de la teneur en ions pour que la composition finale de la solution diluée corresponde à l'usage prévu.

Il convient également de prendre en considération la présence éventuelle de résidus provenant du traitement de l'eau (par exemple chloramines) et d'hydrocarbures halogénés volatils.

#### Caractères :

Liquide limpide, incolore et insipide. et doit satisfaire aux essais suivants:

⇒ Acidité ou alcalinité : ph neutre (6,8-7,2)

⇒ Substances oxydables test colorimétrique

⇒ Chlore total disponible < 0,1ppm

⇒ Chlorures < 50 ppm

⇒ Fluorures < 0,2 ppm

⇒ Nitrates < 2 ppm

- ⇒ Sulfates < 50 ppm
- ⇒ Aluminium < 0,01 ppm
- ⇒ Calcium < 2 ppm
- ⇒ Ammonium < 0,2ppm
- ⇒ Magnésium < 2 ppm
- ⇒ Mercure < 0,001 ppm
- ⇒ Métaux lourds < 0,1 ppm
- ⇒ Potassium < 2 ppm
- ⇒ Sodium < 50 ppm
- ⇒ Zinc < 0,1 ppm

Contamination microbienne. L'eau à examiner satisfait à une limite du nombre de germes aérobies viables totaux de 102 microorganismes par millilitre, déterminé par dénombrement sur plaques de gélose.

Endotoxines bactériennes: moins de 0,25 UI/ml.

**E-1 Qualité requise :**

- **Hémodialyse conventionnelle :**

**Tableau 9 :** Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémodialyse conventionnelle [63].

Paramètres Microbiologiques	Niveau exigé
Flore aérobie revivifiable à 22°C	< 100 UFC / ml (1)
Endotoxines	< 0,25 UI / ml

- **Hémofiltration et hémodiafiltration en ligne :**

**Tableau 10 : Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémofiltration et hémodiafiltration en ligne [63].**

Flore aérobie revivifiable à 22°C	< 100 UFC / litre
Endotoxines	< 0,25 UI / ml

(1) En pratique, les centres de dialyse exigent une qualité supérieure à celle de la pharmacopée pour l'eau de dilution des concentrés d'hémodialyse (< 10 UFC / 100 ml à 22°C).

Les critères de qualité requis pour l'eau de dialyse le sont aussi pour les dialyses en service de réanimation.

Si la filière de potabilisation de l'eau (alimentant l'établissement de santé) utilise des coagulants à base d'aluminium, il est nécessaire d'inclure le paramètre « aluminium » dans la surveillance de la qualité de l'eau.

**E-2 Moyen d'obtention :**

L'eau pour hémodialyse est généralement produite à partir de l'eau du réseau de distribution et traitée de manière complémentaire par une filière qui comporte plusieurs étapes : filtration, filtration sur charbon actif, adoucissement, osmose inverse et/ou échange d'ions, microfiltration et/ou ultrafiltration dans des installations de traitement d'eau spécifique. Le pharmacien de l'établissement est responsable de sa qualité (pharmacopée) et les analyses doivent être réalisées selon les méthodologies préconisées par les textes en vigueur.

**E-2-1. L'ultrafiltration [51] :**

L'ultrafiltration permet de séparer sous pression, à l'aide de membranes sélectivement perméable, et dont la porosité se situe entre 0,002  $\mu$  et 0,2  $\mu$ , les molécules organiques complexes, les macromolécules, les colloïdes, les pyrogènes, les microorganismes et les virus.

Les membranes d'ultrafiltration peuvent être des membranes isotropes, anisotropes, minérales ou composites.

Les membranes isotropes représentent les premières membranes à avoir été utilisées en ultrafiltration. Elles sont constituées de polymères d'esters de cellulose avec une distribution de pores identiques dans toute l'épaisseur. Ces membranes sont actuellement abandonnées car elles ont l'inconvénient de se colmater très rapidement et de ne permettre que faibles débits.

Les membranes anisotropes sont constituées d'acétate de cellulose, de dérivés de polystyrène ou de polyacrylonitriles, de polycondensats aromatiques à base de polyamides ou de polysulfonates.

Les membranes minérales sont à base de silice sous forme tubulaire et résistent à de très hautes températures et à de nombreux solvants.

Les membranes composites sont constituées de deux couches superposées à base de matériaux différents ; film très mince de polymère sur un support poreux d'une autre nature chimique.

L'ultrafiltration commence actuellement à être utilisée pour l'obtention d'eau pour hémodialyse, couplée à la déminéralisation.

### **E-2-2 l'osmose inverse [64] :**

#### **- Définition :**

L'osmose est le transfert du solvant au travers d'une membrane semi-perméable séparant deux solutions de concentration différentes, dans le sens du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré, jusqu'à égalisation des concentrations. L'osmose inverse consiste en application sur la solution à purifier d'une pression supérieure à la pression osmotique, obligeant le solvant à aller de la solution la plus concentrée vers la solution la moins concentrée.

Il est donc possible de fabriquer de l'eau pure à partir d'eau brute.

- **Mécanisme :**

- Passage de l'eau et de certains composants

Ils existent de nombreuses théories qui tendent à expliquer le transport de l'eau et des sels à travers la membrane semi-perméable. La plus couramment utilisée est basée sur un modèle de solubilisation-diffusion. Selon cette théorie, chaque composant de la solution à traiter se dissout dans la membrane selon des lois de distribution et d'équilibre bien définies et diffuse ensuite au travers de celle-ci en fonction des différences de concentration, de température et de pression existant de chaque côté de la membrane.

- Rétention des sels

Elle est due à un phénomène de répulsion : la membrane " repousse " les sels à une certaine distance dépendant de la valence des ions ; plus la valence est élevée, plus la répulsion est importante .Il se forme alors à la surface de la membrane une couche d'eau presque pure qui diffuse au travers de celle-ci.

- Rétention des substances organiques

Le phénomène impliqué est le tamisage, la membrane se comportant comme une membrane d'ultrafiltration dont le seuil de coupure se situerait aux environs de 300 daltons. Les bactéries, virus, pyogènes et matières protéiques sont retenus, mais pas le formol par exemple.

- **Efficacité de l'osmose :**

L'efficacité de l'osmose se traduit aux niveaux physique, chimique, organique et bactériologique:

- Tous les éléments colloïdaux dont la taille est égale ou supérieure à  $5.10^{-3} \mu$  sont retenus ;
- Les ions sont retenus selon leur valence; 92 à 96% pour les monovalents, 94 à 98% pour les divalents, 97 à 99,9% pour les trivalents.
- Presque toutes les substances organiques de poids moléculaire supérieur à 100 sont éliminées et celles de poids moléculaire supérieur à 70 le sont en partie.
- Les bactéries, les champignons, les algues et les virus sont ainsi retenus complètement.

Les matières protéiques, les hauts poids moléculaires, les pyrogènes sont presque entièrement éliminés.

**F- Eau purifiée [65] :**

**F-1 Définition :**

Eau destinée à la préparation de médicaments autres que ceux qui doivent être stériles et exempts de pyrogènes, sauf exception justifiée et autorisée.

**CARACTÈRES :**

*Aspect* : liquide limpide et incolore.

**ESSAI :**

**Nitrates** : au maximum 0,2 ppm.

**Aluminium** : au maximum 10 ppb,

**Métaux lourds**: au maximum 0,1 ppm.

**Endotoxines bactériennes**: moins de 0,25 UI/ml, si l'eau purifiée en vrac est destinée à la préparation de solutions pour dialyse sans autre procédé approprié d'élimination des endotoxines bactériennes.

**Tableau 11 : Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau purifiée [65].**

<b>Paramètres Microbiologiques</b>	<b>Niveau exigé</b>
Flore aérobie revivable	$\leq 100$ UFC / ml
Endotoxines	$< 0,25$ UI / ml

## **F-2 Production :**

L'eau purifiée en vrac est préparée par distillation, par échange d'ions, par osmose inverse ou par tout autre procédé approprié (déméralisation et/ou distillation) à partir d'une eau destinée à la consommation humaine comme établi par l'Autorité compétente.

### **F-2-1 La distillation :**

La distillation consiste en une vaporisation de l'eau suivie d'une condensation de la phase vapeur. C'est une eau exempte de germes et de pyrogènes à condition de la maintenir aux alentours de 80°C pendant son stockage, si elle n'est pas utilisée le jour même de sa production. A l'Hôpital, seule la pharmacie dispose généralement de distillateurs à simple ou double effet qui permettent d'obtenir des eaux distillées pour diverses préparations pharmaceutiques.

Les eaux de condensation des autoclaves sont également des eaux distillées qui peuvent être utilisées pour le lavage chirurgical des mains lorsqu'il s'agit d'autoclaves présents dans le bloc opératoire, mais cela pose le problème du recueil et du stockage de ces eaux [66].

Au cours de la production et de la conservation, des mesures appropriées sont prises pour garantir que le nombre de germes aérobies viables totaux est convenablement contrôlé et maîtrisé. Des seuils d'alerte et d'intervention sont établis en vue de la détection de toute évolution indésirable.

Dans des conditions normales, est considéré comme seuil d'intervention approprié, un nombre de germes aérobies viables totaux de 100 microorganismes par millilitre, déterminé par filtration sur membrane en utilisant du milieu gélosé et en incubant à 30-35 °C pendant 5 jours. Le volume de l'échantillon est choisi en fonction du résultat attendu.

L'eau purifiée en vrac est conservée et distribuée dans des conditions visant à empêcher la croissance de microorganismes et à éviter toute autre contamination.

## **G- Eau hautement purifiée [67] :**

### **G-1 Définition :**

Eau destinée à être utilisée dans la préparation de médicaments lorsqu'une eau d'une qualité biologique élevée est nécessaire, sauf dans les cas où l'emploi d'*Eau pour préparations injectables* est requis.

### **G-2 Production :**

L'eau hautement purifiée est obtenue par des procédés appropriés à partir d'une eau destinée à la consommation humaine comme établi par l'Autorité compétente.

Les procédés de production actuels comprennent par exemple l'osmose inverse à double passage, combinée à d'autres techniques appropriées telle l'ultrafiltration et la désionisation. L'utilisation et l'entretien corrects du système sont essentiels.

Au cours de la production et de la conservation, des mesures appropriées sont prises pour garantir que le nombre de germes aérobies viables totaux est convenablement contrôlé et maîtrisé. Des seuils d'alerte et d'intervention sont établis en vue de la détection de toute évolution indésirable. Dans des conditions normales, est considéré comme seuil d'intervention approprié un nombre de germes aérobies viables totaux de 10 microorganismes pour 100 ml, déterminé par filtration sur membrane en utilisant du milieu gélosé, et l'incubation se fait à 30-35 °C pendant 5 jours.

L'eau hautement purifiée est conservée et distribuée dans des conditions visant à empêcher la croissance de microorganismes et à éviter toute autre contamination.

### **CARACTÈRES :**

*Aspect* : liquide limpide et incolore.

### **ESSAI :**

Nitrates : au maximum 0,2 ppm.

Aluminium: au maximum 10 ppb,



Métaux lourds : au maximum 0,1 ppm.

Endotoxines bactériennes : moins de 0,25 UI/ml.

#### **H- Eau des fontaines à usage de boisson [68] :**

Elle doit répondre aux mêmes critères de potabilité que l'eau aux points d'usage.

Théoriquement destinées au refroidissement de l'eau potable utilisée comme eau de boisson par le personnel de l'hôpital, les fontaines réfrigérantes sont souvent mal entretenues. La température de l'eau qu'elles fournissent est en fait souvent supérieure à celle de l'eau distribuée, ce qui favorise le développement bactérien, notamment du *Legionella Pneumophila*.

Pour limiter ces risques d'infections, leur entretien régulier constitue une mesure élémentaire de prophylaxie. Il faut veiller à ce que la température demeure inférieure à 12°C et nettoyer régulièrement le tuyau d'alimentation.

### **3- Eaux stériles [69] :**

#### **A- Eau pour préparations injectables :**

Cette appellation est codifiée par une monographie de la Pharmacopée Européenne désignant une eau produite par distillation à partir d'eau potable ou d'eau purifiée et qui peut avoir deux usages et deux qualités :

##### **A-1 Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) en vrac :**

C'est une eau destinée à la préparation industrielle de médicaments, dont le véhicule est aqueux, administrés par voie parentérale. Elle doit répondre aux exigences de qualité de la Pharmacopée Européenne pour l'eau purifiée en vrac. Elle n'est pas nécessairement stérile car c'est le produit final qui sera stérilisé.

##### **A-2 Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) stérilisée :**

C'est une eau destinée à la dissolution, au moment de l'emploi, de préparation pour administration parentérale. Il s'agit d'EPPI en vrac répartie en conditionnements unitaires

(ampoule pour les petits volumes et flacon de verre avec opercule en caoutchouc et bague de sertissage en aluminium pour les volumes de 100 ml à 10 000 ml) et stérilisée par la chaleur après conditionnement. L'EPPI stérilisée doit répondre aux exigences de qualité de la Pharmacopée Européenne pour l'eau purifiée mais, en plus, elle doit être stérile.

La concentration limite en endotoxines est de 0,25 U.I. par ml pour l'eau PPI en vrac ou stérilisée.

### **B- Eau pour irrigation (eau versable) :**

Cette appellation, codifiée par la Pharmacopée Européenne dans la monographie « Préparations pour irrigation », désigne des préparations aqueuses stériles de grands volumes destinées à l'irrigation des cavités, des lésions et des surfaces corporelles, par exemple au cours d'interventions chirurgicales. Les récipients sont unidoses (flacon versable) et leur orifice ne doit pas être adaptable aux dispositifs de perfusion. L'étiquetage doit indiquer que l'eau ne doit pas être injectée, qu'elle doit être utilisée en une seule fois et que les quantités non utilisées doivent être jetées. L'eau pour irrigation doit être stérile et contenir moins de 0,5 UI/ml d'endotoxines bactériennes.

### **C- Eau potable stérilisée [70] :**

Cette eau est notamment utilisée pour la boisson et pour les préparations alimentaires non cuites, destinées aux malades immunodéprimés, la circulaire (DGS/VS4 n°97-413 du 30 mai 1997) préconise, pour ces patients et ces usages, l'utilisation de préférence des eaux embouteillées ou de l'eau bouillie (sous réserve du respect de règles de préparation et de conservation).

L'eau potable stérilisée est obtenue par ébullition ou autoclavage de l'eau à usage alimentaire. L'eau est stérilisée dans son conditionnement final d'utilisation ; c'est le garant de la conservation de la stérilité.

#### **4- Eaux techniques :**

##### **A- Installations centrales de climatisation d'air [71] :**

Les climatiseurs sont situés le plus souvent sur le toit des hôpitaux: l'air ambiant est aspiré au travers de filtres puis passe au contact de batteries chaudes ou froides qui ajustent sa température. L'air est ensuite humidifié le plus souvent par projection de vapeur d'eau.

Cette opération est réalisée dans une enceinte close (le caisson de climatisation) dont les conditions de température et d'hygrométrie favorisent les développements bactériens. L'air conditionné circule à grande vitesse dans les caissons avant d'être distribué dans l'hôpital par des gaines. Ces vitesses créant des aérosols qui risquent d'être contaminés par de nombreux germes et notamment *Legionella* *Pneumophila*.

##### **B- Tours de refroidissement [72] :**

Ces installations servent à refroidir l'eau chaude produite par les systèmes de réfrigération. La ventilation importante, nécessaire au refroidissement de l'eau, disperse dans l'atmosphère, sous forme d'aérosol, de nombreuses bactéries qui y trouvent des conditions favorables de développement, notamment *Legionella pneumophila* qui y vit en association avec de nombreux autres microorganismes, bactéries, algues, amibes.

Les climatisations et les tours de refroidissement ont été ainsi à l'origine d'épidémies à *Legionella* aussi bien aux Etats-Unis qu'en France. Leur entretien régulier s'impose donc en prévention des *Légionelloses*, notamment le drainage systématique des boues.

Deuxième Partie :  
Partie Pratique

## **I- Introduction :**

Il s'agit d'une étude prospective étalée sur une durée de 3 mois qui a pour but de déterminer la qualité microbiologique des différents types d'eau prélevée dans différents services de l'Hôpital IBN SINA.

A l'Hôpital IBN SINA, trois types d'eau ont fait l'objet de cette étude :

**-Eau potable du réseau de distribution** non traitée au sein de l'Hôpital, à usage alimentaire.

**-Eau pour soins standards**, utilisée pour les soins des malades et peut aussi être utilisée pour le nettoyage et le rinçage de certains dispositifs médicaux, comme par exemple le rinçage terminal des endoscopes en endoscopie ORL, digestive haute et basse, sauf en cas d'accès à une cavité stérile.

**-Eau bactériologiquement maîtrisée**, utilisée essentiellement au niveau des blocs opératoires pour le lavage des mains des chirurgiens. C'est une eau obtenue après traitement de l'eau de réseau par la méthode de microfiltration.

**-Eau pour hémodialyse**, utilisée pour l'hémodialyse.

Les groupes bactériens sont recherchés selon les paramètres microbiologiques décrits par les normes relatives à chaque type d'eau.

1/ pour l'eau potable : on cherche la présence des paramètres suivants [48] :

-Flore aérobie revivifiable à 37°C

-Les coliformes totaux

-Les coliformes fécaux

-Les streptocoques fécaux

2/Eau pour soins standards [50]:

-Flore aérobie revivifiable à 37°C

-Coliformes totaux

-Pseudomonas aeruginosa

3/Eau Bacteriologiquement maitrisée [1]:

-Flore aérobie revivifiable à 22°C

-Pseudomonas aeruginosa

4/Eau pour Hémodialyse [63]:

-Flore aérobie revivifiable à 22°C

## **1- Définitions des paramètres microbiologiques recherchés :**

### **1-1 La flore aérobie revivifiable [73] :**

Toute bactérie aérobie, levure et moisissure, capable de former des colonies dans un milieu de culture nutritif gélosé. Elle constitue un bon indicateur de la qualité hygiénique générale du réseau.

### **1-2 Les coliformes [74] :**

Par définition les coliformes totaux sont les bactéries gram négatives qui fermentent le lactose à 37°C en produisant un acide, du gaz et un aldéhyde dans un délai de 24-48h, il s'agit de germes non sporulés ne contenant pas de cytochromes-oxydase.

Les coliformes fécaux appartenant à la même famille des enterobacteriaceae, sont un sous groupe des coliformes totaux dont ils partagent les caractéristiques, et ont la différence qu'ils supportent une température plus élevée (44°C) à laquelle ils peuvent pousser.

Escherichia coli est l'espèce la plus importante des CF par son nombre et son origine fécale certaine. En effet E.coli représente 89,4% des CF de l'homme, 96,2% des CF du bétail et 99% des CF de fèces de volaille.

### 1-3 Les streptocoques fécaux [74] :

Les streptocoques fécaux appartiennent à la famille des streptococcaceae, ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud, ils sont éliminés en grand nombre dans les matières fécales.

Comme pour les CF, les SF sont des indicateurs de pollution fécale. Ils sont utilisés pour estimer la qualité bactériologique des eaux de consommation et des produits alimentaires, le rapport CF/SF est souvent utilisé pour indiquer la source de contamination fécale.

Si ce rapport est supérieur à 1, la pollution est d'origine humaine, et lorsque c'est inférieur à 1, l'origine est animale.

### 1-4 Pseudomonas aeruginosa [75] :

*Pseudomonas aeruginosa* est un bacille gram négatif, mobile. Il survit facilement dans le milieu extérieur même pauvre en éléments nutritifs. C'est une bactérie du genre Pseudomonas de la famille des Pseudomonadaceae qui comporte de très nombreuses espèces répandues dans l'environnement.

## 2 - Sites des prélèvements :

**Tableau 12 :** Site des prélèvements selon chaque catégorie d'eau.

Catégories d'eau	Eau potable	Eau pour soins standards	Eau bactériologique-met maitrisée	Eau pour hémodialyse
sites des prélèvements	-Bloc des urgences: lavabo couloire  -CCVA  -Chirurgie B  -chirurgie D  -chirurgie	- Les urgences (SD, SO, SC)  -CCVA réanimation  -Chirurgie B  -Chirurgie D  -Chirurgie plastique	-Bloc chirurgical central  -Bloc des urgences  -CCVA bloc  -Bloc de l'unité interventionnelle	-Station de traitement.  -Salle d'hémodialyse

	plastique -dermatologie. -Endoscopie. -les laboratoires -Médecine A -Médecine B -Médecine C -Néphrologie -Stérilisation des urgences -Urologie A	-Dermatologie -Endoscopie -Médecine A -Médecine B -Médecine C -Néphrologie -Réanimation centrale -Réanimation chirurgicale -Stérilisation des urgences -Unité interventionnelle -Urologie A	-Médecine C bloc	
--	--	---	------------------	--

Au total, 98 prélèvements d'eaux ont été prélevés et analysés au sein du laboratoire d'hygiène (laboratoire de bactériologie de l'Hôpital Ibn Sina).

## **II- Matériels et méthodes :**

### **1- Matériels :**

#### **1-1 Matériels pour le prélèvement :**

-Boite isothermique

-Flacons stériles de 500 ml

-Bec benzen



-Alcool

-Coton

### **1-2 Matériels de filtration :**

-Membrane filtrante 0.45 micron

-Appareil de filtration

-Bec benzen

-Pince mince

### **1-3 Matériels de culture :**

-les milieux de culture utilisés :

\*Gélose MUELLER HINTON.

\*Gélose au CETRIMIDE.

\*Gélose lactosées au TTC ET TERGITOL.

\*Milieu SLANETZ ET BARTLEY.

-Etuve à 37 et 44 °C

### **1-4 Matériels d'identification :**

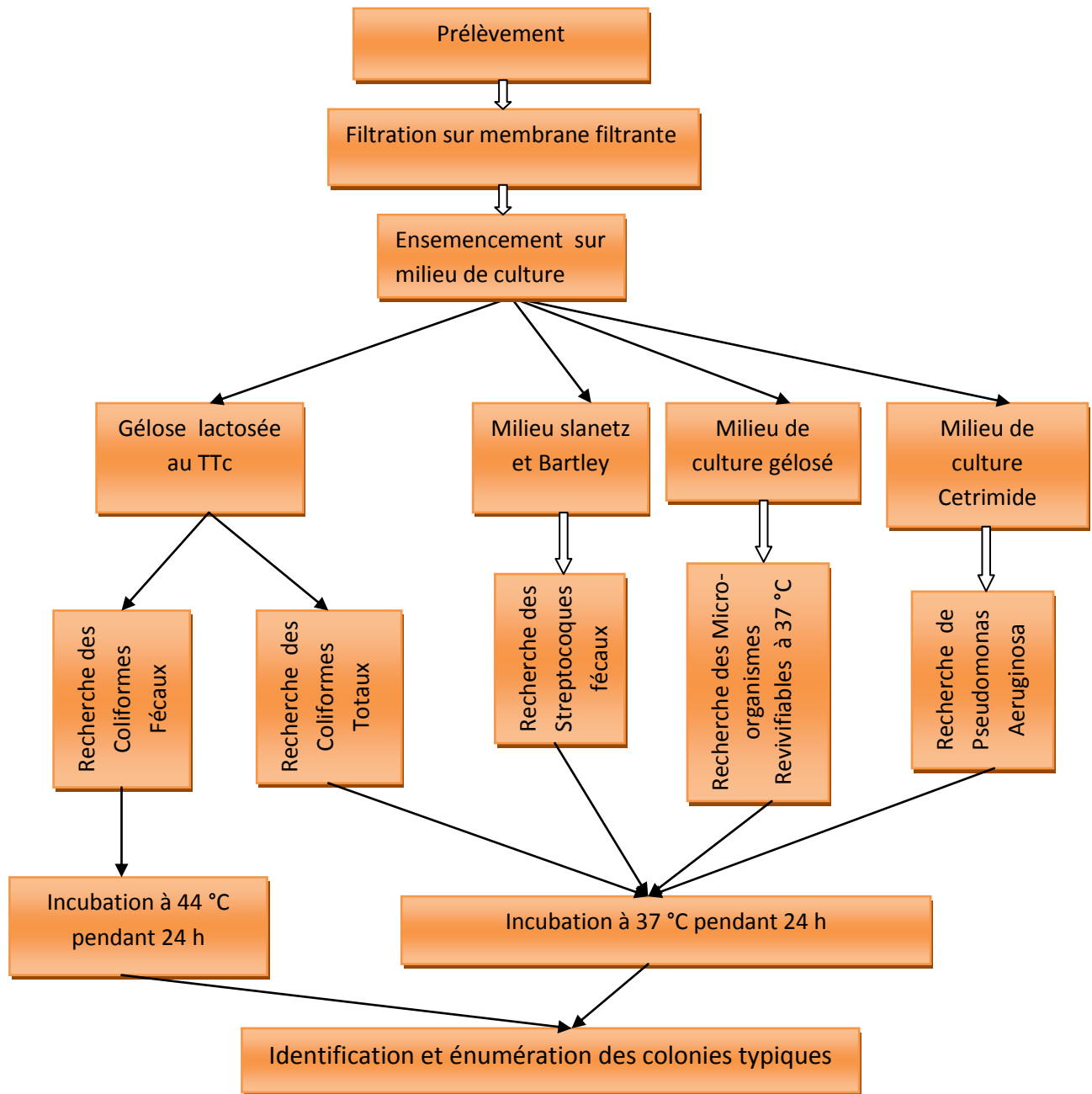
-Matériels pour coloration de Gram : ose, bec, lame, colorants, microscope

-Disques pour test d'oxydase, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (test de catalase).

-Automate d'identification BD.

## 2- Méthodes :

### 2-1 Organigramme :



**Figure 1** : Organigramme.

## **2-2 Méthodes de prélèvement [76] :**

- Démontez les éventuels inserts et accessoires (mousseur...) présents sur le robinet.
- Laissez couler une quantité suffisante d'eau afin d'éliminer le volume mort non représentatif.
- Stériliser à la flamme ou à l'aide d'un désinfectant approprié.
- Refroidir ou rincer le robinet en laissant couler un volume suffisant.
- Remplir un flacon de 500ml stérile en laissant un volume d'air dans le flacon pour permettre une agitation correcte avant l'analyse.

## **2-3 Acheminement et transport [76] :**

Le prélèvement ainsi réalisé doit être acheminé au laboratoire dans les plus brefs délais. Pour les eaux de boisson, il convient dans l'idéal de commencer l'analyse le jour même.

Durant le transport, les échantillons sont conservés dans une enceinte réfrigérée avec blocs réfrigérants et à l'abri des rayonnements solaires.

Il est recommandé de séparer les échantillons chauds des échantillons froids.

Ne pas mettre de blocs réfrigérants en contact direct avec l'échantillon, car cela pourrait entraîner sa congélation. La formation de glace peut entraîner la mort de la majorité des cellules. Seuls les échantillons destinés à l'analyse des virus peuvent être conservés à -70°C.

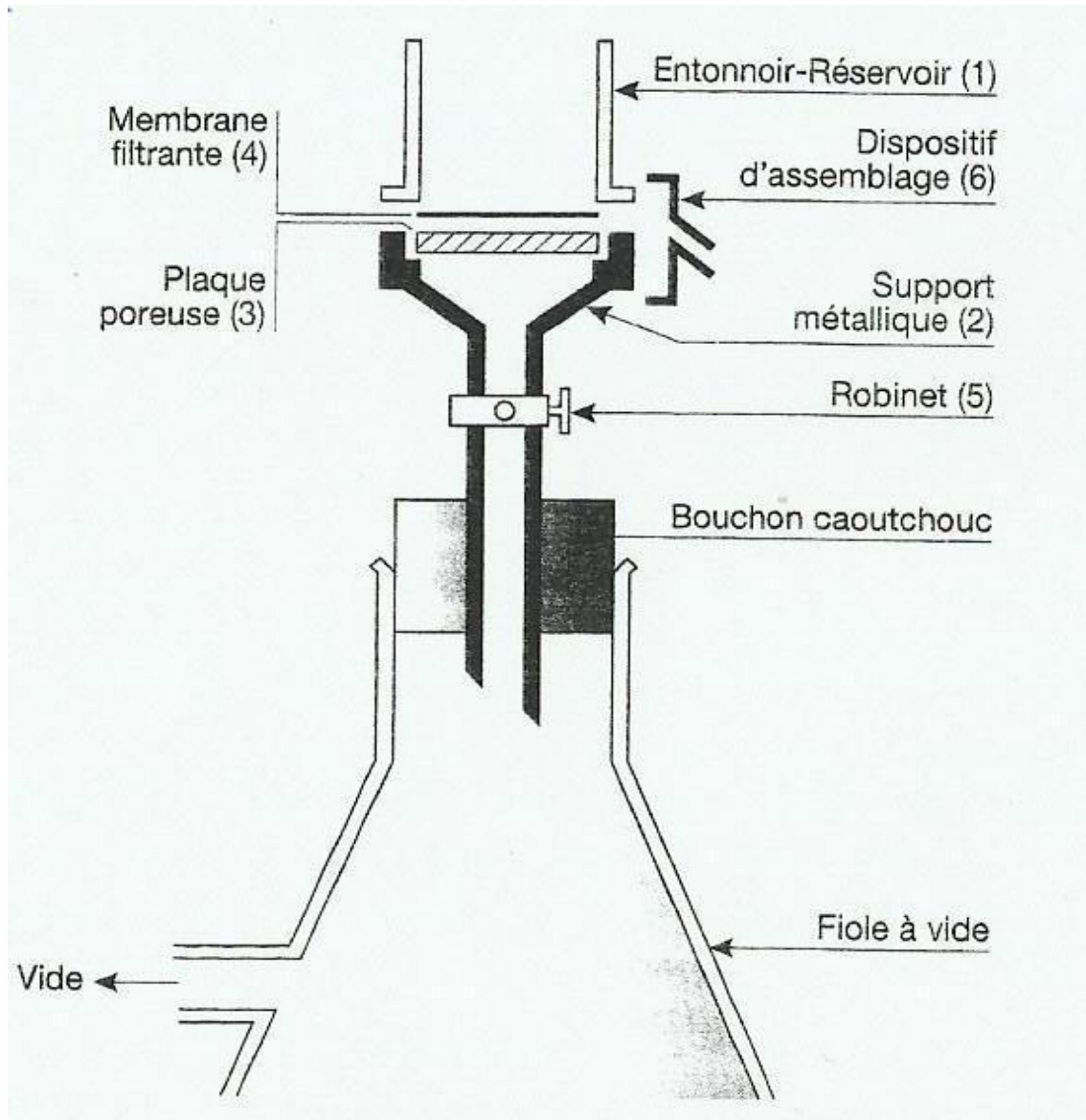
## **2-4 Traitement des prélèvements :**

### **A- Filtration sur membrane filtrante [74] :**

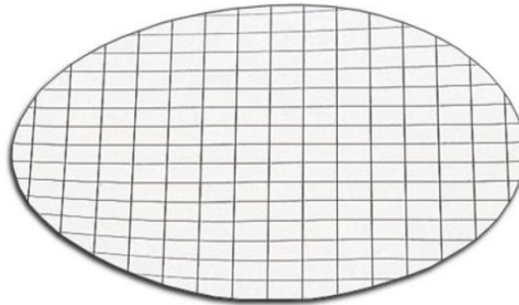
C'est la technique la plus utilisée au laboratoire. Le plus généralement, on procède à une filtration sur membranes en esters de cellulose, de porosité 0,22  $\mu$  ou 0,45  $\mu$ , susceptibles de retenir les bactéries.

### A-1 Matériel pour filtration sur membranes :

Plusieurs modèles d'appareil de filtration sont commercialisés. Ils comprennent tous les mêmes éléments de base, dont l'assemblage est schématisé dans la figure ci-dessous.



**Figure 2 :** Schémas simplifié d'un appareil de filtration [74].



**Figure 3: Membrane filtrante 0.45 micron [77].**

#### **A-2 Technique de la filtration sur membrane :**

Flamber la face supérieure (plaque poreuse) de l'appareil. Fermer le robinet du support et mettre en marche la pompe à vide. Prélever une membrane stérile en la saisissant par son bord extérieure, avec une pince flambée et refroidie ; déposer sur la plaque poreuse. L'entonnoir-réservoir flambé et refroidi est placé au-dessus de la membrane. Installer le dispositif de fixation. Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser et verser l'eau, stérilement, dans le réservoir jusqu'au repère (100 mL).

Ouvrir le robinet du support suffisamment pour laisser l'eau s'écouler lentement sous l'action du vide, rincer avec de l'eau stérile (40 à 50 mL) dès la filtration terminée. Dès que la membrane paraît sèche, fermer le robinet, enlever le dispositif de fixation et, avec la pince à creuset, le réservoir.

Prélever la membrane avec une pince flambée en la saisissant par son extrême bord, et l'introduire sur le milieu de culture choisi [78].

## **B- Isolements :**

Selon les paramètres recherchés dans chaque type d'eau, on utilise différents milieux de culture mentionnés dans les normes correspondantes :

-Pour la recherche et le dénombrement de la flore aérobie revivifiable à 37°C : on utilise le milieu Gélosé MUELLER HINTON [79].

- Pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux : on utilise une gélose lactosées au TTC et TERGITOL, incubé à 37°C [80].

- Pour la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux : on utilise une gélose lactosées au TTC et TERGITOL, incubé à 44°C [80].

- Pour la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux : on utilise le milieu SLANETZ au TTC, incubé à 37°C [81].

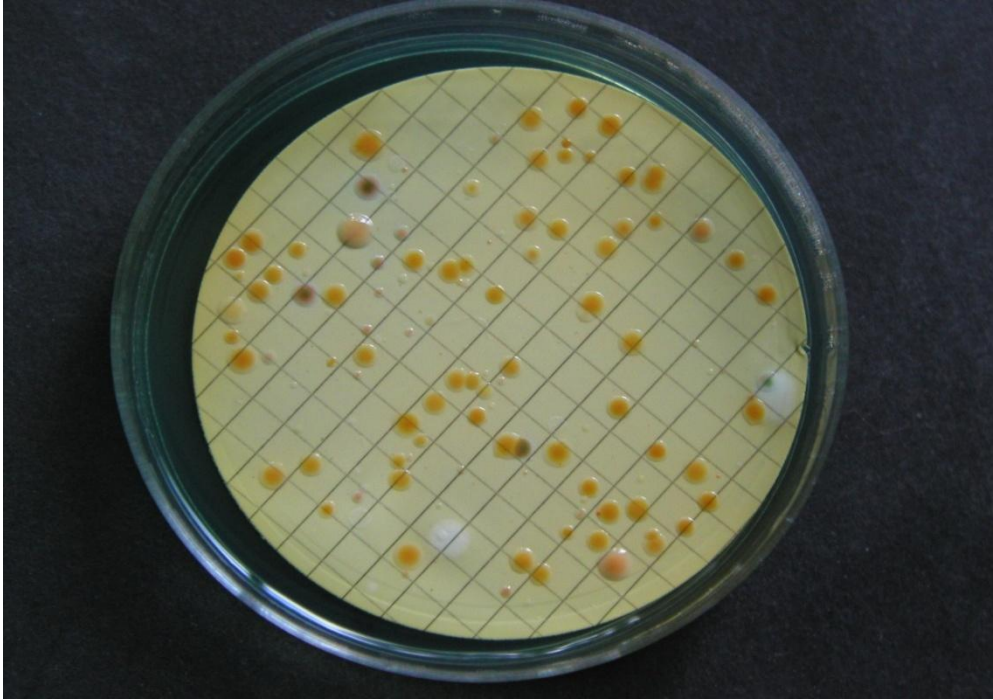
- Pour la recherche et le dénombrement de Pseudomonas Aeruginosa : on utilise le milieu CETRIMIDE, incubé à 37 °C [82].

Toutes Les boites de pétries sont incubées à 37°C sauf pour la recherche des coliformes fécaux ou les boites sont incubé à 44°C pendant 24 à 48h.

## **C- Après culture :**

Après 24à 48h, les boites de pétries présentant des colonies seront traitées comme suit :

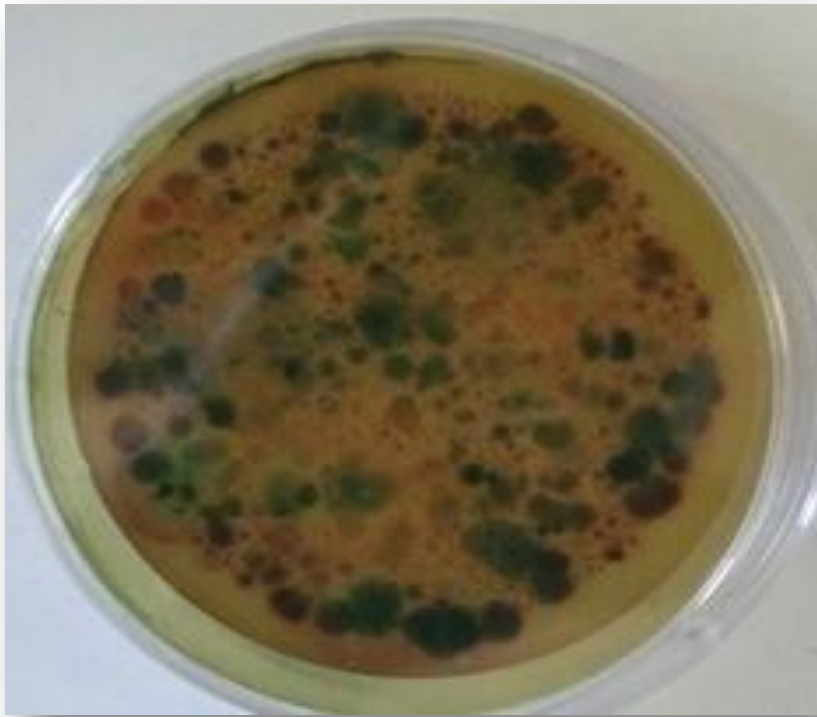
**C-1 Examen macroscopique :** Aspect, couleur, type et nombre des colonies obtenues, virage de couleur des milieux de cultures...



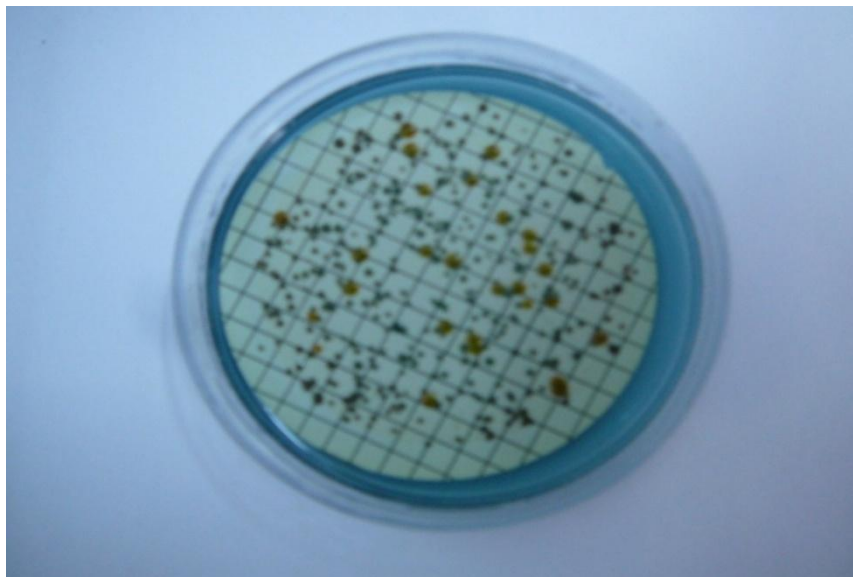
**Figure 4 :** Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].



**Figure 5 :** Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].

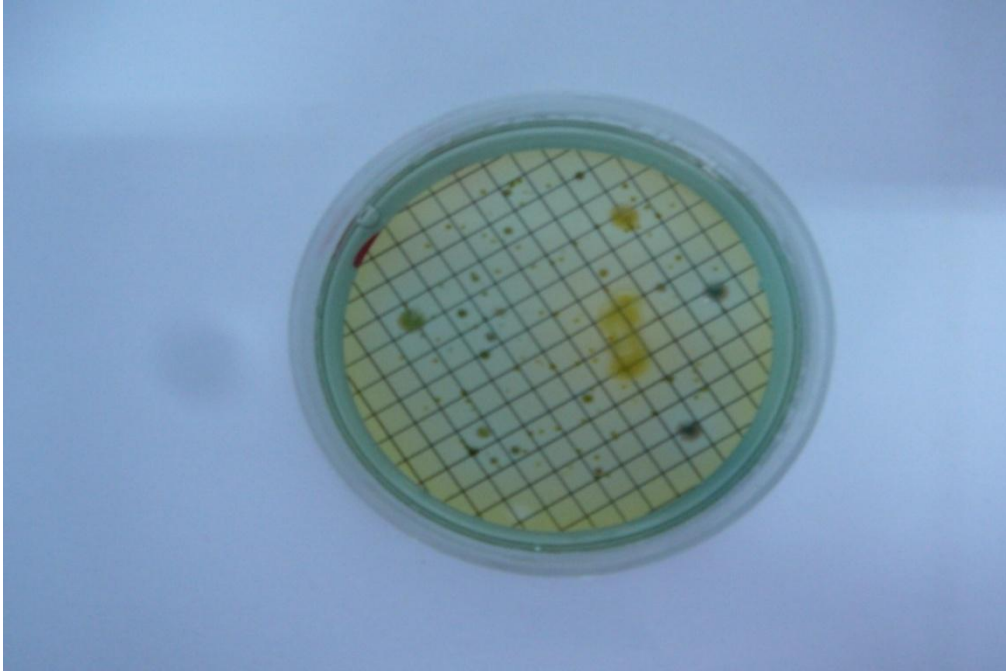


**Figure 6** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].

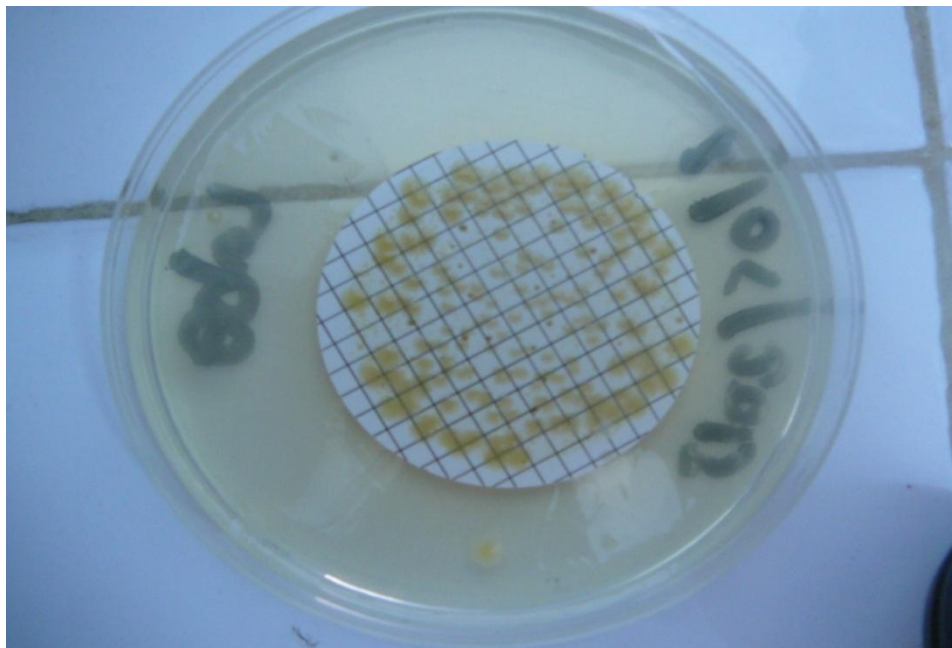


**Figure 7** : Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].

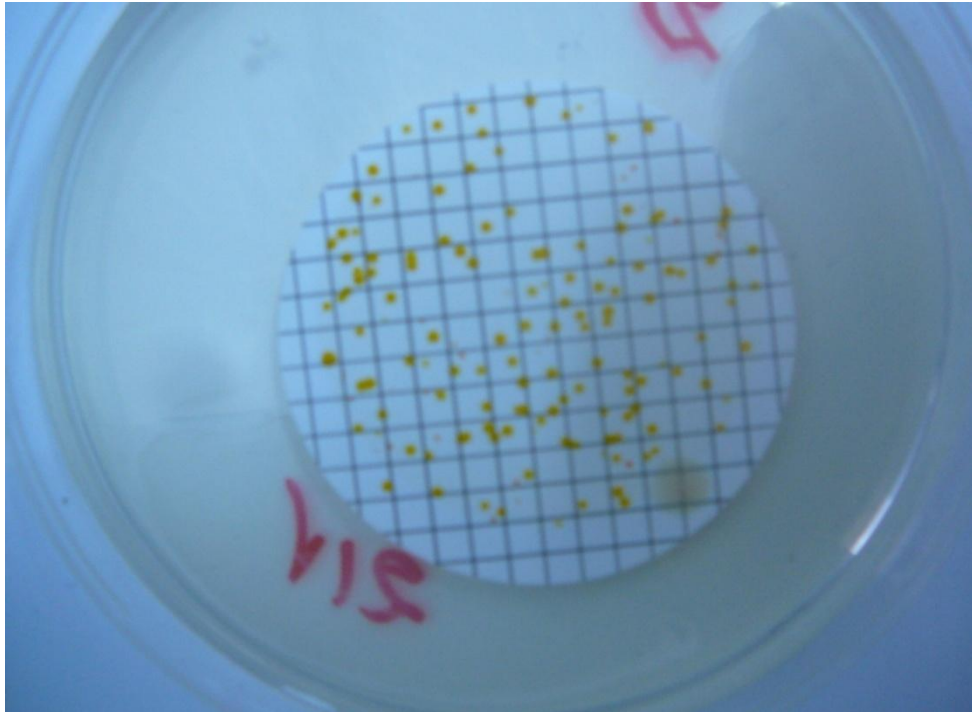




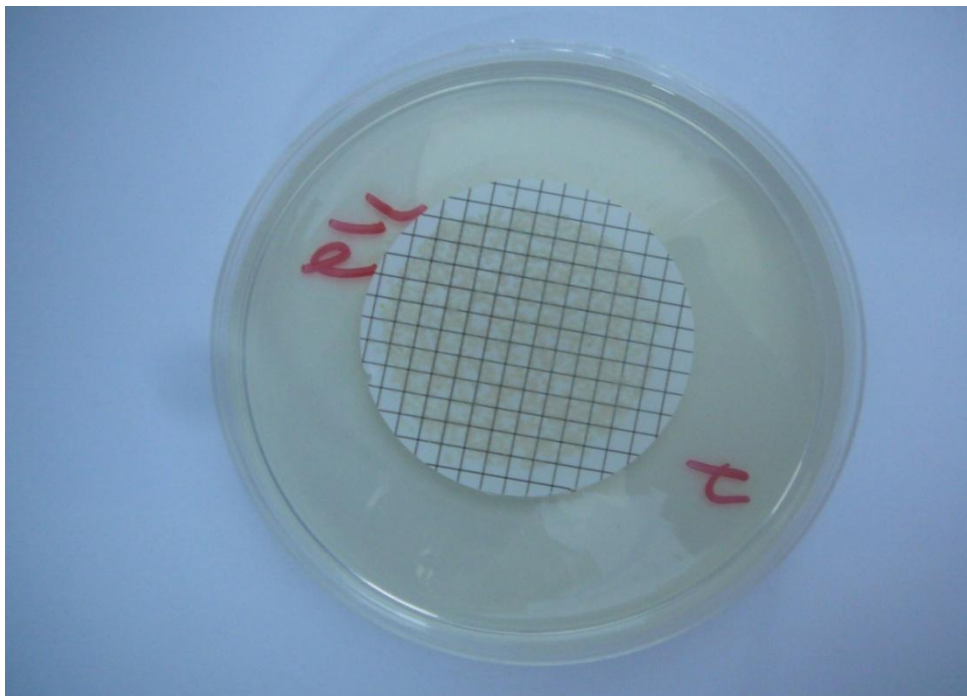
**Figure 8 :** Membrane filtrante contenant des colonies des Coliformes Totaux après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].



**Figure 9 :** Membrane filtrante contenant des colonies de la Flore aérobie revivifiable après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].



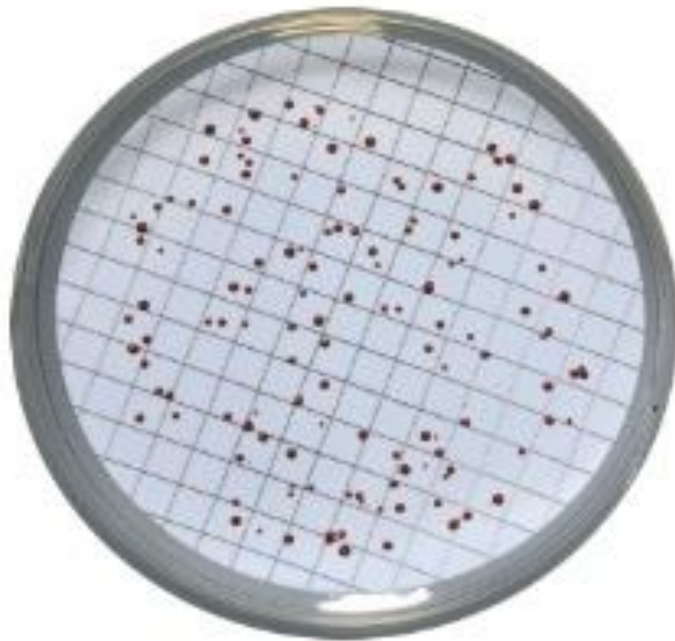
**Figure 10 :** Membrane filtrante contenant des colonies de la Flore aérobie revivifiable après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].



**Figure 11 :** Membrane filtrante contenant des colonies de *Pseudomonas Aeruginosa* après 24 h d'incubation à 37<sup>0</sup>C [83].



**Figure 12** : Membrane filtrante contenant des colonies de *Pseudomonas Aeruginosa* après 24 h d'incubation à 37°C [83].



**Figure 13** : Membrane filtrante contenant des colonies des streptocoques fécaux après 24h d'incubation à 37°C [83].

## **C-2 Exam microscopique :**

### **C-2-1 Coloration de Gram [84] :**

#### -Technique :

- Faire un frottis des bactéries sur une lame propre et sèche ; Sécher le frottis
- Fixer à l'alcool puis rincer à l'eau, ou à la flamme en passant trois fois dans la flamme (ou au-dessus du bec).
- Colorer au Violet de Gentiane pendant 30 secondes.
- Recouvrir la lame de Lugol 3 fois 10 secondes.
- Faire couler l'éthanol sur la lame jusqu'à décoloration.
- Rincer à l'eau distillée.
- Contre colorer à la Fuschine phénolée pendant 15 secondes.
- Rincer à l'eau distillée.
- Sécher le frottis.
- Observer le frottis à l'immersion (objectif  $\times 100$ ).

#### -Résultats :

Il faut noter la forme, la taille et le mode de groupement.

Il faut aussi observer attentivement le cytoplasme : coloration homogène ou hétérogène.

Les bactéries colorées en violet : Gram +

Les bactéries colorées en rose : Gram-

### **C-3 Test d'oxydase [85] :**

Le terme d'**oxydase** désigne une enzyme recherchée en bactériologie systématique. On dit qu'une bactérie est oxydase + si un fragment de culture est capable d'oxyder la forme réduite de dérivés N-méthylés du paraphénylènediamine en semi-quinone (rose violacé).

Exemples de bactéries cytochrome-oxydase + :

*Vibrio ; Pseudomonas ; Neisseria ; Brucella .*

Exemples de bactéries cytochrome-oxydase - :

La plupart des entérobactéries ; *Acinetobacter*.

-Technique :

La recherche d'oxydase est un test fondamental pour orienter l'identification des bacilles Gram-. Le chlorhydrate ou le PDA est utilisé comme réactif, généralement imprégnés sur des disques (disques oxydases). Un de ces disques est placé sur une lame et une colonie y est déposée avec une pipette pasteur.

-Résultats :

S'il y a apparition d'une tache violette au bout de 30 secondes, la bactérie est oxydase+ et elle possède le cytochrome oxydase. Et rien n'apparaît, cela signifie que la bactérie est oxydase- et qu'elle ne possède pas l'enzyme respiratoire (cytochrome oxydase).

-Si la bactérie recherchée est oxydase + : il s'agit d'un *Pseudomonas Aeruginosa*, on fait un repiquage sur milieu Cetrimide, et la confirmation se fait par l'automate d'identification BD.

-Si la bactérie recherchée est oxydase - : il s'agit des coliformes, on fait un repiquage, et la confirmation se fait par l'automate d'identification BD.

#### C-4 Test catalase [86] :

La catalase est une enzyme catalysant la dismutation de l'eau oxygénée (peroxyde d'hydrogène) :  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Cette enzyme est utilisée en bactériologie systématique pour l'identification des bactéries. Il s'agit de mettre en contact une colonie de la bactérie à étudier en présence d'eau oxygénée (à 10 volumes). Une effervescence (dû à un dégagement de dioxygène) signe la présence d'une catalase.

La plupart des bactéries à gram négatif possèdent une catalase (catalase +). La recherche de la catalase sur ce type de bactéries ne présente donc aucun intérêt, sauf un sérovar de *Shigella dysenteriae*. Pour les bactéries à Gram positif, la recherche de cette enzyme permet de différencier:

Les bactéries des genres *Staphylococcus* et *Micrococcus* (catalase positive). des bactéries des genres *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* et *Leuconostoc* (catalase négative).

#### -Technique :

Sur une lame de verre propre, déposer une goutte de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , puis la mettre en contact avec une colonie isolée, prélevée directement avec une pipette pasteur boutonnée ou une anse plastique à usage unique. Il ne faut pas utiliser une anse en métal car elle serait alors oxydante :

-S'il ya formation de bulles, la bactérie possède la catalase, elle est dite catalase +

-Si rien n'est observable, la bactérie ne possède pas l'enzyme, elle est dite catalase –

## **2-5 Identification :**

### **A- les Bactéries coliformes [87] :**

Bactéries lactose-positives pouvant former des colonies en aérobiose à  $(36\pm 2)^{\circ}\text{C}$  sur un milieu de culture lactosé sélectif et différentiel avec production d'acide dans les  $(21\pm 3)\text{h}$  et qui sont oxydase-négatives.

### **B- Escherichia coli [88] :**

Bactéries coliformes et qui produisent également l'indole à partir du tryptophane dans les  $(21 \pm 3)\text{h}$  à  $(44\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ .

### **C- Entérocoques intestinaux [87] :**

Bactéries capables de réduire le chlorure de triphényl le 2,3,5 tétrazolium (TTC) en formazine. Et qui sont des CGP catalase négatif.

### **D- Micro-organismes revivifiants à $+22^{\circ}\text{C}$ et $+37^{\circ}\text{C}$ [87] :**

Toute bactérie aérobie, levure et moisissure, capable de former des colonies dans un milieu de culture nutritif gélosé.

## *Résultats et interprétations*



**1) Eau de catégorie A : Eau de distribution à usage alimentaire ne subissant aucun traitement au sein de l'Hôpital :**

**1-1 Normes :**

**Tableau 13 : critères et limites de qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine [48].**

<b>Paramètres microbiologiques</b>	<b>Valeurs moyens admissibles</b>
Escherichia coli	0/100 mL
Entérocoques Intestinaux	0/100 mL
Coliformes	0/100 mL
Spores de microorganismes anaérobies sulfitoréducteurs (clostridia)	0/100 mL
Micro-organismes revivifiables à 22 °C et 37 °C	20/1 mL à 37°C 100/1 mL à 22°C

**1-2 Résultats et interprétations :**

-les résultats sont donnés en Unité Formants Colonie (UFC) par 100ml.

-L'interprétation des résultats des analyses de cette catégorie d'eau se base sur les niveaux exigés de chaque paramètre microbiologique décrit par la Norme Marocaine [NM03.7.001].

-Les échantillons d'eau Potables sont dits (P).

-Les échantillons d'eau Non Potables sont dits (NP).

<b>Sites des Prélèvements</b>	<b>FMAT à 37 °C</b>	<b>CT à 37 °C</b>	<b>CF à 44 °C</b>	<b>SF à 37 °C</b>	<b>Interprétation</b>
Bloc des urgences, lavabo couloire	0	0	0	0	P
CCVA, lavabo SAS A	0	0	0	0	P

CCVA, lavabo SAS B	0	0	0	0	P
CCVA, salle 3	10 <sup>2</sup>	45	0	0	NP
CCVA, salle 4	80	140	0	0	NP
CCVA, salle 5	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	0	0	NP
CCVA, salle 6	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	0	0	NP
Chirurgie B, salle A	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	0	0	NP
Chirurgie B, salle de repos	0	0	0	0	P
Chirurgie B, salle des malades 1	20	14	0	0	NP
Chirurgie B, salle des malades 2	22	10	0	0	NP
Chirurgie D, salle A4	20	0	0	0	P
Chirurgie D, salle B2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	0	0	NP
Chirurgie D, salle B6	0	0	0	0	P
Chirurgie D, salle B9	0	0	0	0	P
Chirurgie plastique, cuisine	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	0	0	NP
Chirurgie plastique, toilette malades	18	8	0	0	NP
Chirurgie plastique, toilette personnels	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	0	0	NP
Dermatologie, salle 2	10 <sup>2</sup>	0	0	0	P
Dermatologie, salle de repos personnel	20	0	0	0	P
Endoscopie, salle de repos	2	0	0	0	P
Laboratoire d'ana-pat	200	20	0	0	NP
Laboratoire d'hématologie	40	0	0	0	P
Laboratoire de bactériologie	10 <sup>6</sup>	190	0	0	NP
Laboratoire de biochimie	50	0	0	0	P
Laboratoire de parasitologie	30	0	0	0	P
Médecine A, chambre des malades 1	600	500	0	5	NP
Médecine A, chambre des malades 2	550	450	0	4	NP

Médecine A, lavabo couloir	8	0	0	0	P
Médecine C, chambre 1	60	0	0	0	P
Médecines B, chambre des malades 1	$10^5$	$10^3$	0	0	NP
Médecines B, chambre des malades 2	$10^3$	100	0	0	NP
Néphrologie, douche	300	1	0	0	NP
Néphrologie, lavabo couloir	200	0	0	0	P
Stérilisation des urgences, lavabo A	23	3	0	0	NP
Stérilisation des urgences, lavabo B	3	0	0	1	NP
Urologie A, salle 122	$10^6$	$10^4$	0	0	NP
Urologie A, salle 134	200	100	0	0	NP

2) **Eau de catégorie B : Eau pour soins standards, utilisée pour les soins des malades et le lavage des mains du personnel soignant. Ainsi que pour le nettoyage et le rinçage de certains Dispositifs Médicaux.**

**2-1 Normes :**

**-Tableau 14: Critères et limites de qualité bactériologique des eaux pour soins standards [50].**

<b>Paramètres microbiologiques</b>	<b>Niveau cible</b>
Flore aérobie revivifiable à 22°C	≤ 100 UFC / ml
Flore aérobie revivifiable à 36°C	≤ 10 UFC / ml
Coliformes totaux *	<1 UFC / 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<1 UFC / 100 ml

\* En présence de coliformes totaux, il est nécessaire de rechercher *Escherichia coli*.

**2-2 Résultats et interprétations :**

-les résultats sont donnés en Unité Formant Colonie (UFC) par 100ml.

-L'interprétation des résultats des analyses de cette catégorie d'eau se base sur les niveaux exigés de chaque paramètre microbiologique décrit par la Norme correspondante.

-Les échantillons d'eau Propre à la consommation sont dits (P).

-Les échantillons d'eau Impropre à la consommation sont dits (I).

Sites des Prélèvements	Flore aérobie revivifiable à 37°C	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> à 37°C	CT à 37°C	Interprétation
CCVA, Réanimation : Robinet A	0	0	0	P
CCVA, Réanimation : Robinet B	0	0	0	P

Chirurgie B, Salle des soins	0	0	0	P
Chirurgie D, salle des soins cotée A	10 <sup>5</sup>	200	10 <sup>4</sup>	I
Chirurgie plastique, Salle de pansement	50	0	30	I
Dermatologie, salle aseptique	30	10	0	I
Dermatologie, salle de soin	0	0	0	P
Dermatologie, salle septique	0	0	0	P
Endoscopie, Endoscopie2	10 <sup>3</sup>	2	80	I
Endoscopie, Salle 3	1	0	0	P
Endoscopie, Salle 4	1	0	0	P
Les Urgences (UPC), Salle de déchoquage	0	0	0	P
Les Urgences (UPM), Salle d'observation	50	0	20	I
Les Urgences(UPC), Salle d'observation	13	7	0	I
Les Urgences(UPC), Salle de consultation	30	0	17	I
Médecine A, salle des soins 1	10 <sup>5</sup>	7	10 <sup>4</sup>	I
Médecine A, salle des soins 2	10 <sup>4</sup>	4	10 <sup>3</sup>	I
Médecine B, salle d'échographie	13	0	2	I
Médecine B, salle des soins 1	10	0	0	P
Médecine B, salle des soins 2	7	0	0	P
Médecine C, Laverie	0	0	0	P
Médecine C, salle des soins	10	0	0	P

Médecine C, Salle endoscopie	0	0	0	P
Néphrologie, Salle de pansement	250	0	3	I
Réanimation centrale, Robinet A	0	0	0	P
Réanimation centrale, Robinet B	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	0	I
Réanimation chirurgicale, Chambre des malades : Robinet A	2160	2000	0	I
Réanimation chirurgicale, Chambre des malades : Robinet B	0	0	0	P
Réanimation chirurgicale, Salle de pansement : Robinet A	0	0	0	P
Réanimation chirurgicale, Salle de pansement : Robinet B	0	0	0	P
Réanimation chirurgicale, Salle de pansement : Robinet C	0	0	0	P
Stérilisation des Urgences, Lavabo A	0	0	0	P
Stérilisation des Urgences, Lavabo B	0	0	0	P
Stérilisation des Urgences, Lavabo C	0	0	0	P
Unité Interventionnelle, Robinet de rinçage de matériels	4	0	0	P
Urologie A, Salle des soins 106	3	0	2	I
Urologie A, Salle des soins 110	5	0	0	P
Urologie A, salle des soins 136	250	0	0	P

### 3) Eau de catégorie C : Eau bactériologiquement maîtrisée :

#### 3-1 Normes :

**-Tableau 15 : Critères et limites de qualité bactériologique des eaux bactériologiquement maîtrisées [1].**

Paramètres	Niveau cible	Niveau d'action
Flore aérobie revivifiable à 22°C	≤ 1 UFC / 100 ml	≥ 10 UFC / 100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	< 1 UFC / 100 ml	≥ 1 UFC / 100 ml

#### 3-2 Résultats et interprétations :

-les résultats sont donnés en Unité Formant Colonie (UFC) par 100ml.

-L'interprétation des résultats des analyses de cette catégorie d'eau se base sur les niveaux exigés de chaque paramètre microbiologique décrit par la Norme correspondante.

-Les échantillons d'eau Propre à la consommation sont dits (P).

-Les échantillons d'eau Impropre à la consommation sont dits (I).

Sites des prélèvements	Flore aérobie revivifiable à 37°C.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> à 37°C	Interprétation
Bloc des urgences A	5	0	P
Bloc des urgences B	15	0	P
Bloc des urgences C	0	0	P
Bloc des urgences D	0	0	P
Bloc CCVA, A	0	0	P
Bloc CCVA, B	0	0	P
Bloc de l'unité interventionnelle, A	60	0	P

Bloc de l'unité interventionnelle, B	2	0	P
Bloc de l'unité interventionnelle, C	10 <sup>4</sup>	40	I
Bloc de l'unité interventionnelle, D	12	0	P
Bloc Médecine C	3	0	P
Bloc opératoire central, A	20	10	I
Bloc opératoire central, B	0	0	P



**4) Eau de catégorie D : Eau pour Hémodialyse prélevée au niveau de station du traitement :**

**4-1 Normes :**

**Tableau 16: Les niveaux de la qualité à respecter pour l'eau pour hémodialyse :**

**- Hémodialyse conventionnelle [63] :**

Flore aérobie revivifiable à 22°C	< 100 UFC / ml
Endotoxines	< 0,25 UI / ml

**- Hémofiltration et hémodiafiltration en ligne [63] :**

Flore aérobie revivifiable à 22°C	< 100 UFC / litre
Endotoxines	< 0,25 UI / ml

**4-2 Résultats et interprétations :**

-les résultats sont donnés en Unité Formant Colonie (UFC) par 100ml.

-L'interprétation des résultats des analyses de cette catégorie d'eau se base sur les niveaux exigés de chaque paramètre microbiologique décrit par la Norme correspondante [PHARMACOPÉE EUROPÉENNE].

-Les échantillons d'eau Propre à la consommation sont dits (P).

-Les échantillons d'eau Impropre à la consommation sont dits (I).

Numéro du prélèvement	Flore aérobie revivifiable à 22°C. (UFC/100ml)	Interprétation
1	13	P
2	10	P
3	10 <sup>6</sup>	I

4	$10^7$	I
5	$10^5$	I

**5) Eau pour hémodialyse prélevée au niveau de la salle d'hémodialyse :**

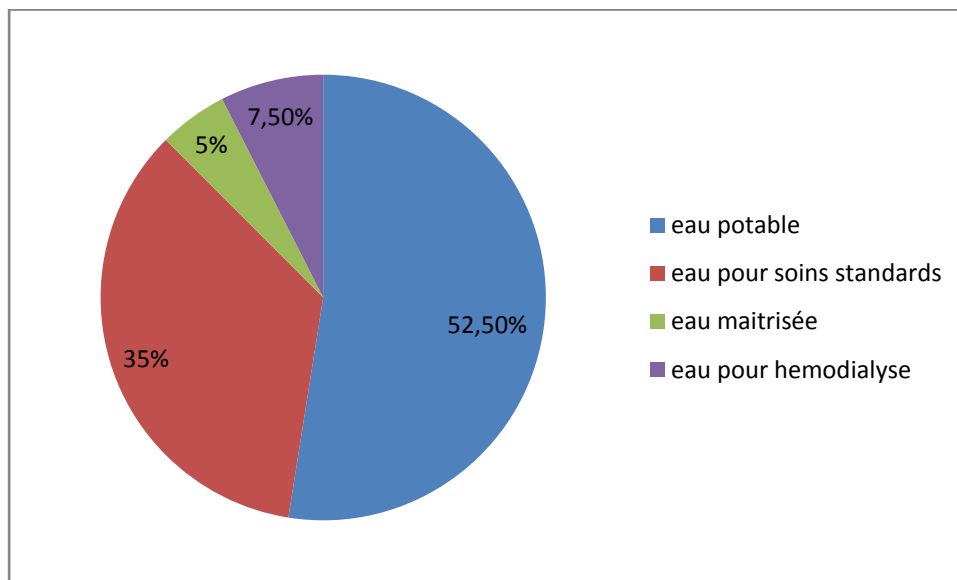
**5-1 Résultats et interprétations :**

Numéro du prélèvement	Flore aérobie revivable à 22°C. (UFC/100ml)	Interprétation
1	0	P
2	10	P
3	10	P
4	2	P

# *Discussion*

### A- Calcul du taux de non-conformité globale (NCG) :

$NCG = \text{nombre total des échantillons non conformes} / \text{nombre total des échantillons} = 0,408$   
(40,81%).



**Figure 14:** Répartition des non conformités selon le type d'eau.

-L'eau de boisson représente 52,5% des non conformités globales. Ceci peut être expliqué par des problèmes au niveau des canalisations (stagnation d'eau et l'apparition des biofilms...).

-L'eau pour soins standards représente moins de non-conformité (35%) que l'eau de boisson, ce qui peut être expliqué par le rôle du bureau d'hygiène dans :

- l'entretien des canalisations.

- la lutte contre les infections manu portées via l'équipement des robinets par les pédales à pied.

- la formation continue du personnel.

-L'eau bactériologiquement maitrisée est une eau traitée dans l'hôpital par la méthode de la microfiltration. L'altération de l'état du filtre serait à l'origine de la détection d'une charge bactérienne. **Un changement du filtre est susceptible d'améliorer la qualité bactériologique de cette eau.**

-L'eau pour hémodialyse est obtenue à partir d'eau potable par distillation, par osmose inverse, par échange d'ions ou par tout autre procédé approprié. Les échantillons de cette catégorie d'eau qui présentent des résultats non satisfaisants sont prélevés au niveau de la station du traitement, alors que les échantillons prélevés au niveau de la salle d'hémodialyse sont tous conformes à la Pharmacopée Européenne.

Dans les parties suivantes, pour chaque catégorie d'eau on va déterminer :

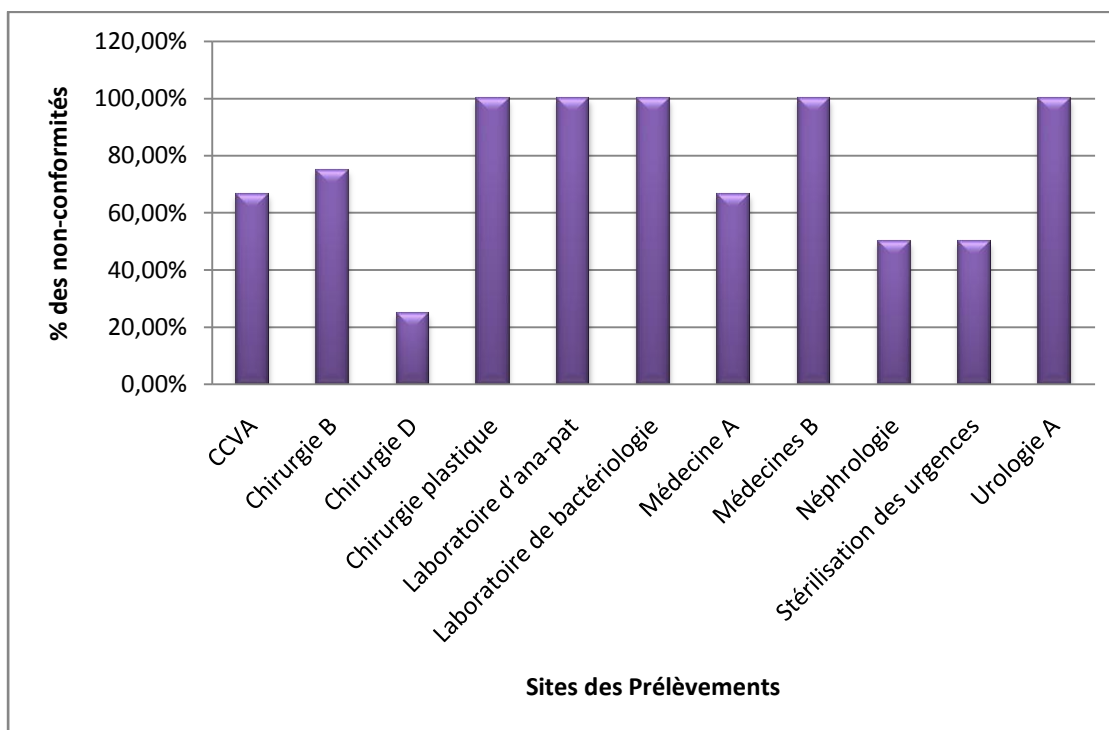
- le taux et le pourcentage de non-conformité.
- le pourcentage des groupes bactériens responsables des non conformités.
- la répartition des échantillons non conformes selon les sites des prélèvements.

## 1- Eau Potable :

### 1-1 Calcul du taux de non-conformité :

$NC_{EP} = \text{nombre total des échantillons}_{EP} \text{ non conformes} / \text{nombre total des échantillons}_{EP}$   
 $= 0.578 \text{ (57.89\%)}$ .

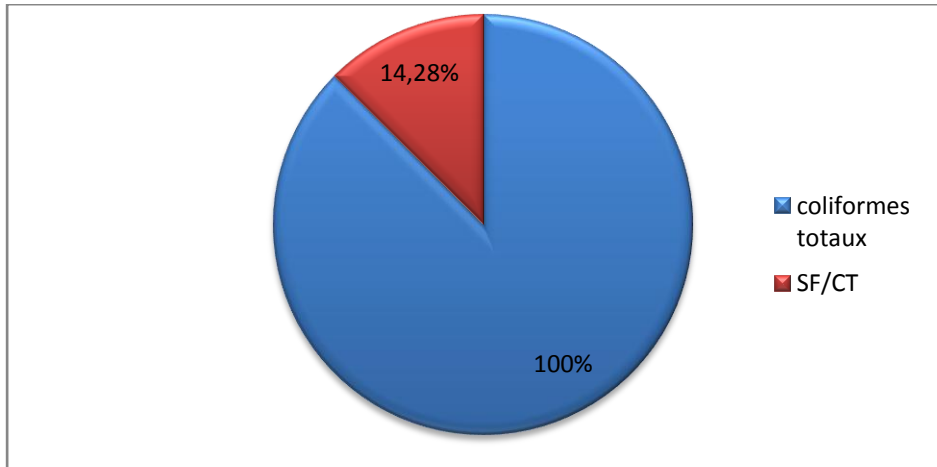
### 1-2 Répartition des échantillons d'Eau Potable non conformes selon le site de prélèvement :



**Figure 15:** Répartition des échantillons d'Eau Potable non conformes selon le site de prélèvement.

D'après les résultats obtenus, la chirurgie plastique, le laboratoire d'anatomie-pathologie, le laboratoire de bactériologie, la médecine B et l'urologie A, présentent la valeur la plus élevée des non-conformités (100% des échantillons d'eau prélevés et analysés sont Non Potable). Alors que le service qui présente la valeur la plus faible des non-conformités reste la Chirurgie D (22%).

### 1-3 Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités :



**Figure 16:** Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.

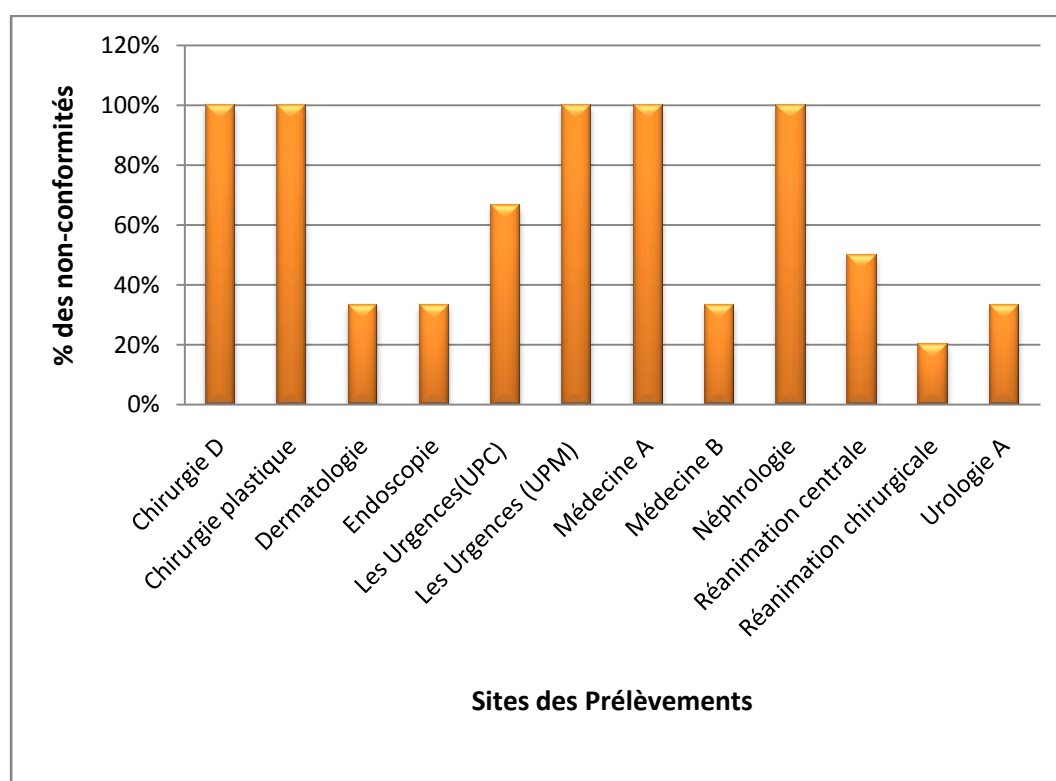
Les Coliformes Totaux restent la principale cause des non conformités observées ; (100% des échantillons d'eau non conformes sont contaminés par les Coliformes Totaux dont 14,28% sont contaminés à coté des Coliformes Totaux par les Streptocoques Fécaux).

## 2- Eau pour Soins Standards :

### 2-1 Calcul du taux de non-conformité :

$NC_{ESS} = \text{nombre total des échantillons}_{ESS} \text{ non conformes} / \text{nombre total des échantillons}_{ESS}$   
 $= 0,368$  (36,84%).

### 2-2 Répartition des échantillons d'Eau pour Soins Standards non conformes selon le site de prélèvement :



**Figure 17:** Répartition des échantillons d'Eau pour Soins Standards non conformes selon le site de prélèvement.

100% des échantillons d'eau pour soins standards non conformes ont été observés au niveau de la Chirurgie D, la Chirurgie Plastique, Les Urgence(UPM), la Médecine A et le service de Néphrologie.

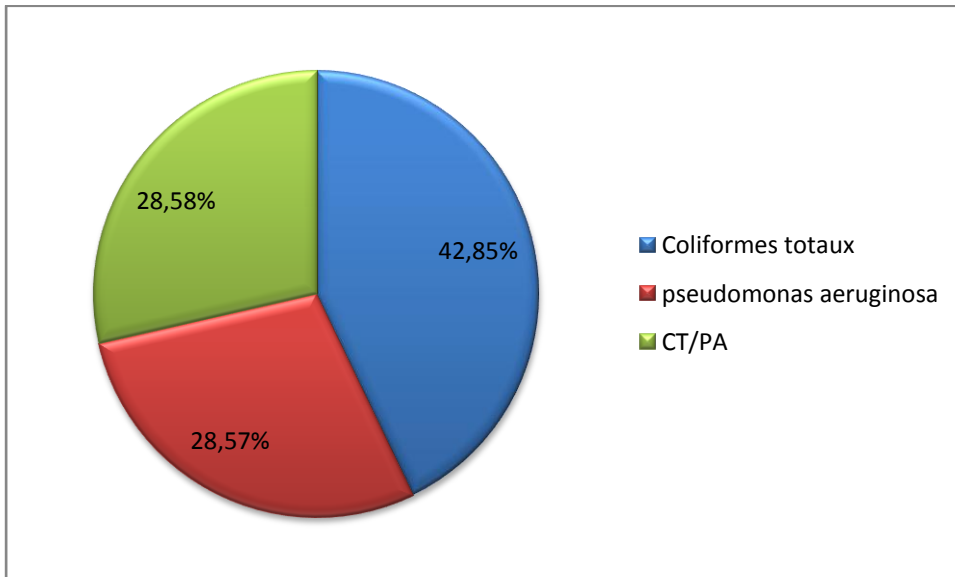


La Réanimation chirurgicale est le service qui présente la meilleure qualité d'eau pour soins standards au niveau de l'Hôpital Ibn Sina avec un échantillon non conforme sur 5 (20%).

### 2-3 Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités :

Comme pour l'eau potable, les Coliformes totaux restent la principale cause des non conformités d'Eau pour Soins Standards (42,85% des échantillons analysés sont contaminés par les Coliformes totaux.).

La présence de *Pseudomonas Aeruginosa* a été observée dans 28,57% des échantillons non conformes. Un pourcentage de 28,58% des échantillons contaminés est dû à la présence des Coliformes Totaux et *Pseudomonas Aeruginosa*.



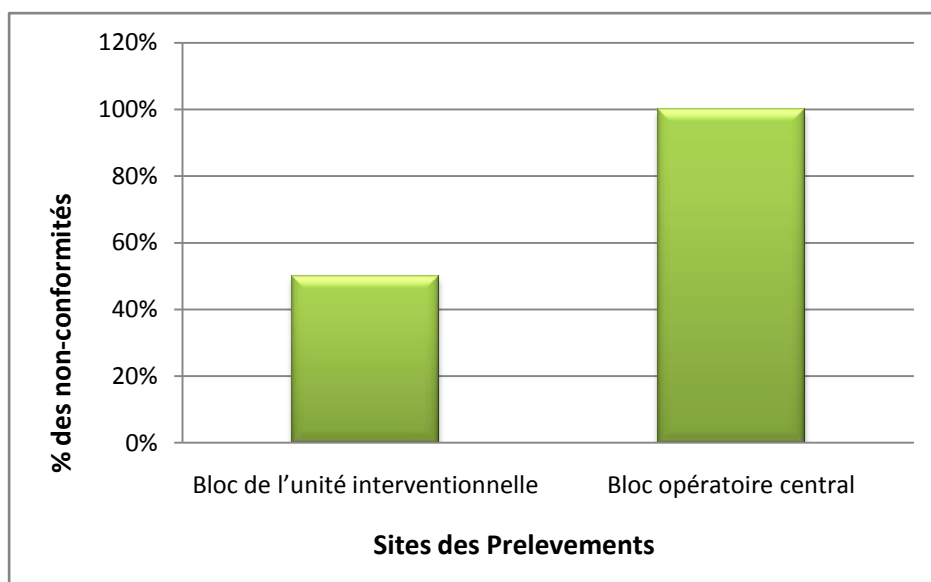
**Figure 18: Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités.**

### 3-Eau Bactériologiquement Maitrisée :

#### 3-1 Calcul du taux de non-conformité :

$NC_{EBM} = \text{nombre total des échantillons}_{EBM} \text{ non conformes} / \text{nombre total des échantillons}_{EBM}$   
= 0,153 (15,38%).

#### 3-2 Répartition des échantillons d'Eau Bactériologiquement Maitrisée non conformes selon le site de prélèvement :



**Figure 19:** Répartition des échantillons d'Eau Bactériologiquement Maitrisée non conformes selon le site de prélèvement.

#### 3-3 Pourcentage des espèces bactériennes responsables des Non-conformités :

100% des échantillons d'Eau Bactériologiquement Maitrisée Non conformes sont contaminés par *Pseudomonas Aeruginosa*.

Au niveau du Bloc Opérateur Central, une première analyse montre que l'eau utilisée pour le lavage des mains des chirurgiens est contaminée par *pseudomonas Aeruginosa*. Un compte rendu des résultats d'analyse effectué a été envoyé au CLIN (Comité de Lutte contre les Infections Nosocomiale) de l'Hôpital Ibn Sina. La décision du CLIN fut de changer le filtre qui a été impropre à l'utilisation.

24 heures après le changement du filtre, une deuxième analyse fut réalisée dans les mêmes conditions, et les résultats obtenus ne montrent aucune charge bactérienne et prouvent l'efficacité de la microfiltration dans la maîtrise de la qualité bactériologique de l'eau.

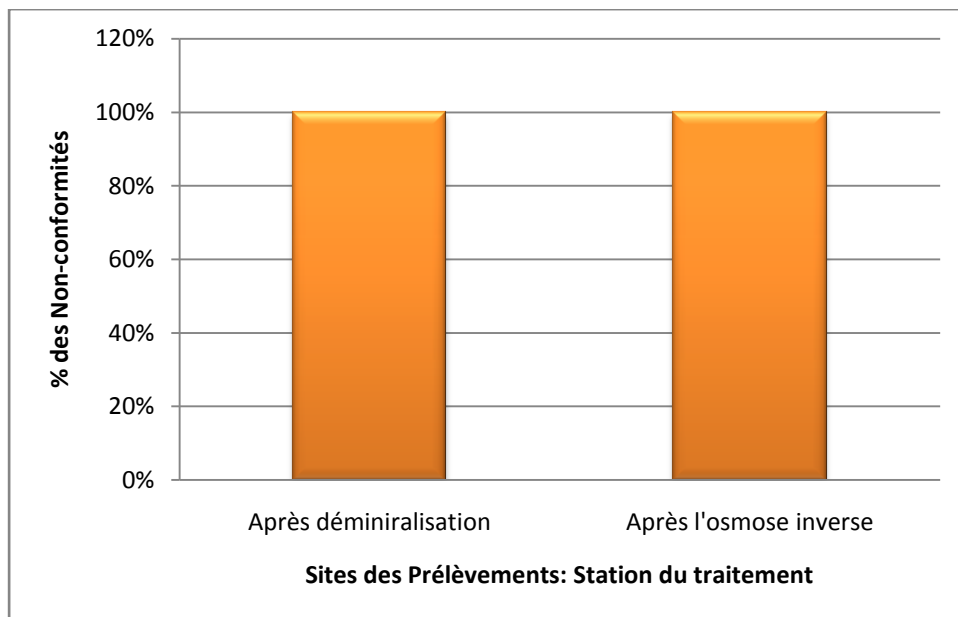
#### 4- Eau pour Hémodialyse :

##### 4-1 Calcul du taux de non-conformité :

$NC_{EH} = \text{nombre total des échantillons}_{EH} \text{ non conformes} / \text{nombre total des échantillons}_{EH}$

=0,333 (33,33%).

##### 4-2 Répartition des échantillons d'Eau pour Hémodialyse non conformes selon le site de prélèvement :



**Figure 20:** Répartition des échantillons d'Eau pour Hémodialyse non conformes selon le site de prélèvement.

Le contrôle de la qualité microbiologique de l'eau pour hémodialyse se base sur la recherche de la flore aérobie revivifiable à 22<sup>0</sup>c et des endotoxines [PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 01/2008:1167 corrigé 6.0].

Au niveau de l'unité d'hygiène du laboratoire de Bactériologie de l'hôpital Ibn Sina , la recherche des endotoxines bactériennes n'est pas pratiquée. Elle est à la charge du producteur (société responsable des équipements de la station du traitement). L'interprétation des résultats obtenus pour cette catégorie d'eau a été basée donc sur la charge microbienne représentée par la Flore Aérobie Revivifiable à 22<sup>0</sup>c.

Les échantillons prélevés après l'étape de la déminéralisation et après l'étape de l'osmose inverse au niveau de la station de traitement d'eau pour hémodialyse présentent une charge bactérienne [voire résultats] largement supérieure au seuil donné par la norme [PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 **01/2008:1167 corrigé 6.0**]. Cela peut être dû à des problèmes au niveau de ces étapes de traitement, ou au niveau des canalisations situées après l'appareil de la déminéralisation et l'osmose inverse. Ce qui peut être à l'origine de l'apparition de cette charge microbienne anormale.

Quatre échantillons d'eau ont été prélevés directement des appareils d'hémodialyse au niveau de la salle d'hémodialyse. Les résultats d'analyse indiquent que tous les prélèvements sont conformes à la Pharmacopée Européenne. L'action des désinfectants utilisés pour le nettoyage et la désinfection automatique de l'appareil d'hémodialyse avant l'utilisation et après chaque cycle explique ce phénomène [89].

## Conclusion

Les objectifs de cette thèse étaient de faire une étude de la conformité des paramètres microbiologiques de l'eau de l'hôpital IBN SINA de Rabat par rapport aux normes spécifiques nationales et internationales.

### **1- PRINCIPAUX RESULTATS :**

D'après les analyses effectuées, le résultat principal de cette étude peut se traduire par le calcul du taux des non-conformités globales (NCG).

$NCG = \text{nombre total des échantillons non conformes} / \text{nombre total des échantillons} = 0,408$  (40,81%). Se qui signifie que 40.81% des échantillons de tout type d'eaux prélevés et analysés présentent une ou plusieurs non conformités par rapport aux normes correspondantes.

### **2- LES POINTS FORTS ET LES LIMITES DE CETTE ETUDE :**

#### **Les points forts de cette étude étaient :**

-La présence d'une unité spécifique d'hygiène au niveau du laboratoire de bactériologie IBN SINA, avec tout le matériel nécessaire pour réaliser l'étude (étuve, bec, réfrigérateur, appareil de filtration, membranes filtrantes...).

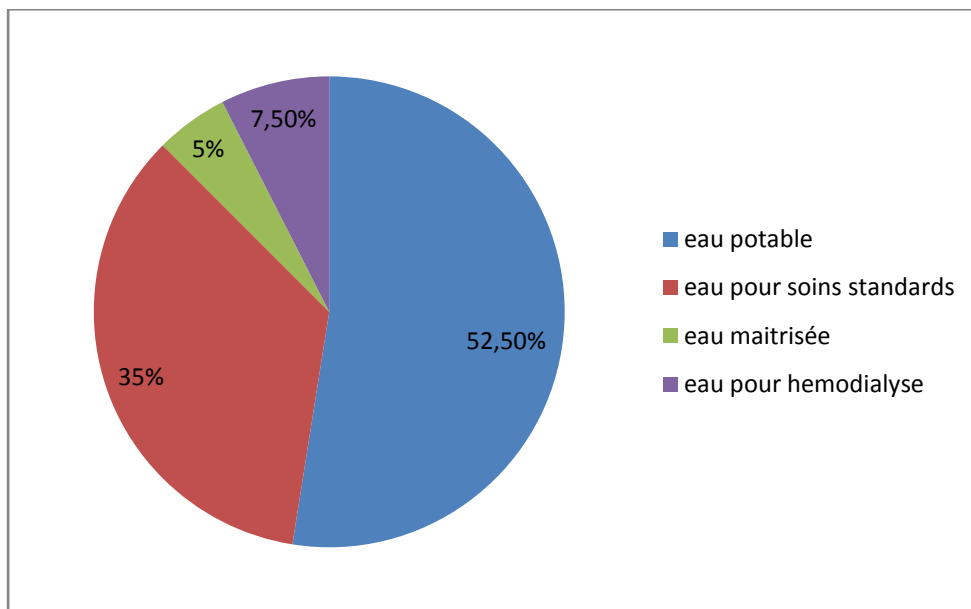
-La coopération du personnel des services concernés par l'étude, m'a facilité la tâche de faire des prélèvements dans différents points d'eaux disponibles (bloc, réanimations, chambres des malades...)

-La proximité des services concernés du laboratoire d'analyse m'a permis de réaliser le transport des prélèvements dans des conditions optimales (durée de transport de 5 min dans une boîte isothermique).

### **Les limites de cette étude étaient :**

-La présence au niveau du laboratoire d'analyse d'un seul appareil de filtration avec un débit relativement faible. Ce qui prendra beaucoup de temps pour faire toutes les filtrations nécessaires.

### **3- HYPOTHESE :**



**Figure 14: Répartition des non conformités selon le type d'eau.**

D'après les résultats obtenus ;

- L'eau potable représente 52,5% des non conformités globales.
  - L'eau pour soins standards en représente 35%.
  - L'eau bactériologiquement maitrisée 5%.
  - L'eau pour hémodialyse 7.5%.
- Les non conformités observées dans les échantillons d'eau potable et d'eau pour soins standards peuvent être expliquées par des problèmes au niveau des canalisations (stagnation d'eau et l'apparition des biofilms...).

- Les non conformités observées dans l'eau bactériologiquement maîtrisée seraient dues à l'altération de l'état du filtre utilisé pour l'obtention de cette eau à partir de l'eau potable.
- Le pourcentage des non conformités de l'eau pour hémodialyse prélevée au niveau de la station du traitement serait probablement dû à des problèmes au niveau des étapes de traitement, ou bien au niveau des canalisations situées après l'appareil de la déminéralisation et l'osmose inverse (site d'observation des résultats anormaux).

En milieu hospitalier la qualité de l'eau est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usage au niveau des services hospitaliers, plusieurs causes sont à l'origine de cette dégradation :

## **1- Facteurs à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux**

### **1-1 Introduction :**

Le réseau de distribution de l'eau potable est souvent décrit comme un véritable réacteur où l'eau et son contenant (conduite, ...) sont le siège d'interactions physicochimiques et biologiques. L'eau du robinet peut avoir une qualité très éloignée de celle issue de l'usine de production.

Une bonne connaissance des facteurs qui peuvent influencer la qualité de l'eau dans les réseaux est indispensable pour les services d'exploitation (en usine de production ou sur le réseau) afin d'anticiper et d'éviter des problèmes potentiels.

### ***1-2 Les phénomènes biologiques***

#### **1-2-1 D'où viennent les microorganismes ?**

L'usine de production d'eau potable doit éliminer la plus grande partie des germes présents dans l'eau brute et notamment tous ceux qui sont pathogènes. Lors de l'étape de la désinfection, le traitement d'eau s'appuie sur l'élimination des germes tests, indicateurs de pollution fécale, et témoins de la présence possible de germes pathogènes.

La flore bactérienne identifiée par les techniques classiques de comptage sur gélose n'est pas forcément représentative des bactéries effectivement présentes dans l'eau produite. Il est ainsi possible que des bactéries blessées ou stressées à la sortie des traitements de filtration et de désinfection soient rendues temporairement inaptes à la croissance sur des milieux de culture standard suivant les conditions types fixées.

A l'intérieur du réseau, ces bactéries blessées ou stressées, peuvent se réanimer ou se réparer, fonction de paramètres tels que la température, les nutriments présents et bien sûr le temps.

Dans le réseau, certains points offrent des voies d'entrée à la contamination par des microorganismes. C'est le cas des réservoirs où l'eau est en contact avec l'air, et où les orifices mal protégés peuvent permettre le passage de poussières ou d'insectes apportant des contaminations.

Les interventions sur le réseau (réparations, branchements), les fuites (en cas de dépression) et les accidents tels que des retours d'eau ou des cassures peuvent également être responsables de l'introduction de microorganismes dans le réseau.

### **1-2-2 Formation du biofilm et caractéristiques :**

Les microorganismes ne peuvent se développer et survivre dans un milieu qui leur est « inhabituel », comme c'est le cas d'un réseau d'eau potable, que si celui-ci présente des caractéristiques nutritives et physico-chimiques proches d'un optimum caractéristique de chaque famille de microorganismes présentes.

La biomasse libre dans le réseau se fixe sur les parois des canalisations, qu'elle soit morte ou vivante et constituera un premier support pour le développement de couches supérieures plus actives. Si ces organismes rencontrent des conditions ambiantes satisfaisantes, le développement du biofilm peut avoir lieu.

Le biofilm qui se met en place sera constitué d'espèces résistantes dans cet environnement particulier et de façon non uniforme sur les parois. Un véritable écosystème complexe s'organise alors à la surface des parois, où des phénomènes de synergie et d'antagonismes inter-espèces sont probables [90].



A l'interface solide-liquide, le biofilm représente une protection, à la fois hydraulique et chimique puisqu'il limite la diffusion des désinfectants tels que le chlore.

### 1-2-3 Les principaux organismes susceptibles d'être présents dans les réseaux :

Les organismes susceptibles d'être présents dans les réseaux de distribution couvrent une large partie de la classification des êtres vivants, incluant les bactéries, virus, champignons, et organismes pluricellulaire [91].

**Tableau 17 : Quelques microorganismes susceptibles d'être présents dans les eaux potables [92].**

<b>Pathogènes potentiels et bactéries indicatrices</b>	<b>Bactéries autochtones</b>	<b>Bactéries de la corrosion</b>	<b>Moisissures et levures</b>
Salmonella	Acinetobacter	Bactéries Sulfatoréductrices	Penicillium
Shigella	Aeromonas	Bactéries du fer	Rhizopus
Enterovirus	Alcaligenes		Mycelium
E. coli, Streptococcus	Bacillus		Trichomonas
Legionella	Enterobacter		Mucor
	Flavobacterium		Aspergillus
	Pseudomonas		
	Staphylococcus		
	Corynebacterium		
	Proteus		
	Yersinia		

#### **1-2-4 Facteurs jouant un rôle dans la reviviscence :**

La reviviscence bactérienne est essentiellement un problème pour les réseaux alimentés par les eaux de surface, les eaux souterraines contenant pour leur part peu de microorganismes et de matières organiques sauf lorsqu'il s'agit d'eaux karstiques, du fait de la vulnérabilité des nappes de karst.

Pour que les microorganismes puissent survivre et/ou se multiplier dans un milieu, celui-ci qui peut être le réseau, doit présenter des caractéristiques nutritives et physico-chimiques satisfaisantes pour chaque type d'espèces présentes. Les facteurs déterminants sont nombreux et interagissent souvent entre eux [93], il s'agit :

- **Des facteurs déterminés par le traitement en amont au réseau :**

- La quantité de cellules microbiennes mortes ou vivantes introduites dans le réseau, biomasse qui constitue un véritable réservoir d'éléments nutritifs.
- Les particules qui pénètrent dans le réseau et qui en décantant génèrent des « niches écologiques » protégées contre les désinfectants. Des phénomènes de post-floculation sont aussi possibles à l'intérieur du réseau.
- Le contenu minéral avec la présence de fer et de manganèse qui favorisent le développement de certaines bactéries.
- La concentration en désinfectant résiduel, avec pour chaque désinfectant des spécificités de comportement vis-à-vis des bactéries et autres microorganismes.

- **Des facteurs déterminés par le réseau et sa gestion :**

- Les matériaux en contact avec l'eau potable avec des effets potentiels de relargage ou de perméation, ou qui peuvent protéger des bactéries au sein d'anfractuosités de surface, ou même réagir avec le désinfectant résiduel.
- Le fonctionnement du réseau qui a une influence directe sur le temps de séjour de l'eau et donc de stagnation [94].

### **1-2-5 Conséquences d'un accroissement du biofilm :**

Le développement d'un biofilm sur la paroi des canalisations est un phénomène inévitable, mais si le biofilm se développe trop, la qualité de l'eau ainsi que la "santé" du réseau peuvent être affectées d'où les inconvénients suivants :

- Instabilité des oxydants désinfectants ; le biofilm est consommateur d'oxydant et il accroît la demande en chlore si tel est l'oxydant utilisé [95].
- Formation de sous produits organochlorés, sapides et/ou toxiques.
- « Hébergement » de bactéries pathogènes blessées mais avec reprise de l'activité métabolique.
- Développement possible de bactéries dénitrifiantes (en cas d'anoxies) avec dépassement des normes pour les nitrites.
- Problèmes de goût, d'odeur et de coloration ; relargage de débris biologiques.
- Contamination plus générale du réseau du fait des mises en suspension, et ceci jusqu'au robinet de l'utilisateur.

### ***1-3 Facteurs physicochimiques influençant la dégradation de la qualité de l'eau***

#### **1-3-1 pH et minéralisation :**

Dans le réseau, le pH et la minéralisation sont importants pour le contrôle de la corrosion, l'agressivité de l'eau, l'action du désinfectant et la précipitation des éléments dissous. Une aération dans un réservoir peut rendre une eau dure et incrustante par une perte de CO<sub>2</sub>, ce qui risque alors d'obturer les conduites par dépôt de tartre. La solution est l'addition de CO<sub>2</sub> et/ou l'extraction de CaCO<sub>3</sub>, qui servent à restaurer l'équilibre. Inversement, une eau chargée CO<sub>2</sub> agressif (avec un pH bas) a tendance à attaquer les matériaux qu'elle rencontre avec des conséquences importantes: dissolution de ciments, attaque des métaux ferreux (corrosion) ou attaque de métaux toxiques tels que le plomb. Des solutions envisageables sont l'élimination

de CO<sub>2</sub> agressif, l'addition de chaux pour la mise à l'équilibre calcocarbonique ou un traitement de reminéralisation.

### **1-3-2 Température :**

La température des eaux peut varier de plusieurs degrés pendant le transit en réseau.

Une température élevée peut favoriser des goûts ou odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel en agissant sur les constantes d'équilibre et accélère la corrosion.

### **1-3-3 Oxygène dissous :**

De l'état de saturation à l'entrée du réseau, l'oxygène dissous peut considérablement diminuer en cours de distribution avec des réactions d'oxydation ou une prolifération bactérienne. Toute baisse de la teneur en oxygène dissous détectée sur le réseau peut alors être interprétée comme un signe de croissance biologique.

### **1-3-4 Turbidité :**

La **turbidité** désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Si la turbidité de l'eau est supérieure à 0.4 NTU, l'action des bactéricides est ralentie, voire annulée. Les colloïdes responsables de la turbidité peuvent protéger les bactéries des oxydants. Ainsi, un traitement de chlore libre à 0.4 ppm pendant une heure, qui donne normalement une garantie bactériologique à l'eau, n'est actif que si la turbidité est inférieure à 0.4 NTU [96].

Plusieurs études ont mis en évidence un lien entre la turbidité et la présence de microorganismes (virus, bactéries et protozoaires) dans l'eau potable. Il a été démontré que dans une eau ayant une faible turbidité, l'énumération microbienne est généralement faible [97].

### **1-3-5 Ammonium :**

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chloramines, qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables. Certaines bactéries prolifèrent aussi en transformant l'ammonium en nitrites puis en nitrates.

### **1-3-6 Matières organiques :**

Source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne, le contenu en éléments organiques carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau dans le réseau, une consommation de la matière organique s'accompagne d'un accroissement de la densité bactérienne présente au niveau du biofilm, tout comme dans l'eau circulant.

### **1-3-7 Désinfectant résiduel :**

Si une baisse du désinfectant résiduel peut entraîner une croissance bactérienne dans le réseau, l'expérience montre que le maintien du désinfectant résiduel n'assure pas totalement la prévention de la reviviscence [98].

### **1-3-8 Les facteurs organoleptiques : indicateurs de qualité**

Le consommateur est très sensible à toute dégradation organoleptique de l'eau dans le réseau. Malheureusement, le goût et l'odeur sont les caractéristiques les plus difficiles à maîtriser en raison des multiples causes et interactions, telles que :

- **La nature de la ressource** : les composés présents dans la ressource prélevée et la variation temporelle de qualité (surtout dans les eaux superficielles).
- **Le traitement** : le type et dosage de désinfectant et le passage du désinfectant résiduel dans le réseau.
- **Le réseau** : les matériaux rencontrés dans le réseau et les conditions chimiques présentes (corrosion, perméation à travers le revêtement, relargage, etc.).

- **La microbiologie** : la bioproduction et la bioconversion des composés par des microorganismes.

Les plaintes du consommateur seront considérées comme un signal d'alarme de la dégradation de l'eau. Ces « dégustateurs sentinelles » peuvent permettre de détecter des anomalies inhérentes au système de distribution qui auraient pu échapper à la vigilance du distributeur ne serait-ce que des problèmes de réseaux intérieurs.

Quelques problèmes causés par certains microorganismes ou d'origine physicochimique sont présentés dans les Tableaux 18 et 19.

**Tableau 18 : Exemples de microorganismes produisant des problèmes organoleptiques [99].**

Micro-Organisme	Remarque
Streptomyces Nocardia	Plaintes de goût et d'odeur aux concentrations supérieures à 10/100 ml
Désulfovibrio Désulfuricans	Réduction biologique de sulfate en sulfure : goûts et odeurs de Sulfures
Actinomycètes Streptomycètes	Goûts de moisi, de vase ou de terre, attribués aux composés géosmine ou méthyl-2-isobornéol

**Tableau 19 : Problèmes organoleptique et d'origines physico-chimiques [99].**

Type	Cause	Reconnaissance
Fer	Corrosion Traitement de coagulation (sels de fer utilisés)	3 mg/l seuil de reconnaissance moyen 40 µg/l pour les personnes sensibles
Cuivre	Corrosion	7 mg/l seuil de reconnaissance moyen 3 mg/l pour les personnes sensibles

Zinc	Corrosion	20 mg/l seuil de reconnaissance moyen 5 mg/l pour les personnes sensibles
Revêtement	Plusieurs types	Goûts «pharmaceutique/médicamenteux » ou « solvant/chimique »
Chlore	Chlore résiduel Réactions de chlore avec les matières organiques	Odeurs de chlore pour les consommateurs en tête du réseau Goûts «pharmaceutique/médicamenteux »

#### **4- ACTIONS CORRECTIVES EN CAS DE RESULTATS NON CONFORMES :**

Si l'on juge que des mesures correctives s'imposent, le propriétaire du système d'eau doit, en consultation avec les autorités compétentes, prendre les mesures correctives appropriées, qui pourraient consister notamment à :

- Vérifier l'intégrité du procédé de traitement et du réseau de distribution;
- Vérifier que tout le réseau de distribution contient la concentration résiduelle nécessaire de désinfectant;
- Augmenter la dose de chlore, purger les conduites principales, nettoyer les réservoirs d'eau traitée (réservoirs municipaux et citernes domestiques) et vérifier s'il y a des jonctions fautives et des fuites de pression. Effectuer des échantillonnages et des analyses à des endroits voisins de ceux où l'on a prélevé les échantillons positifs. Les analyses doivent porter sur les coliformes totaux, *E. coli*, la concentration résiduelle de désinfectant et la turbidité. Il faut également prélever d'autres échantillons et les analyser en suivant un plan d'échantillonnage convenant au réseau de distribution.
- Enquêter pour déterminer le problème et éviter qu'il se répète, et mesurer entre autres la qualité de l'eau brute et sa variabilité; continuer d'effectuer des échantillonnages à tous les endroits identifiés pendant l'enquête et d'analyser les échantillons pour confirmer l'ampleur du problème et vérifier si ces mesures correctives portent fruit. Les analyses quantitatives sont meilleures que les analyses de présence-absence à cet égard.

- Si une meilleure surveillance sanitaire indique qu'une éclosion d'origine hydrique peut être en cours, ou s'il existe des conditions susceptibles d'entraîner une telle éclosion, il faut discuter immédiatement avec les responsables de l'exploitation du service de distribution d'eau et avec l'autorité compétente de l'opportunité de diffuser un avis d'ébullition de l'eau.
  
- Si le propriétaire est au courant d'un incident qui a pu contaminer le réseau de distribution ou nuire au traitement, on peut prévenir immédiatement les consommateurs afin de leur recommander de faire bouillir leur eau potable. Il convient de signaler qu'il faut annuler un avis d'ébullition de l'eau seulement après que deux séries d'échantillons prélevés à 24 heures d'intervalle ont donné des résultats négatifs démontrant l'intégrité du réseau au complet (y compris une qualité bactériologique, des concentrations résiduelles de désinfectant et/ou une turbidité acceptable) [100].



# *RESUMES*

## **RESUME**

**Titre : La qualité microbiologique des eaux à l'Hôpital IBN SINA de Rabat.**

**Auteur : CHIGUER Mahfoud**

**Directeur de thèse : Pr ZOUHDI Mimoun**

**Mots clés : Eau-Qualité microbiologique-Hôpital.**

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement des établissements de santé, mais elle peut constituer une source d'infections graves, en cas de contamination, particulièrement pour les patients les plus fragiles.

Les principaux risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé doivent donc être identifiés et évalués afin de déterminer les moyens à mettre en œuvre pour maîtriser ces risques.

Il s'agit d'une étude prospective et transversale réalisée sur une durée de trois mois (mars, avril, mai, 2013) au sein du laboratoire de bactériologie de l'Hôpital IBN SINA de Rabat, qui a comme objectif l'analyse bactériologique de quatre types d'eaux prélevés dans les services suivants (Bloc des urgences, Bloc opératoire central, CCVA, Chirurgie B, Chirurgie C, Chirurgie plastique, Dermatologie, Endoscopie, Hémodialyse, Laboratoire d'ana-path, Laboratoire de d'hématologie, Laboratoire de bactériologie, Laboratoire de biochimie, Laboratoire de parasitologie, Les urgence UPM, Les urgences UPC, Médecine A, Médecine B, Médecine C, Néphrologie, Réanimation centrale, Réanimation chirurgicale, Stérilisation des urgences, L'unité interventionnelle, Urologie A).

Sur 98 échantillons d'eau analysés, 40 étaient non conformes (soit 40.81%) : dont 22/38 (57.89%) eau de boisson, 14/38 (36.84%) eau pour soins standards, 2/13 (15.38%) eau bactériologiquement maitrisée, 3/9 (33.3%) eau pour hémodialyse.

En cas de résultats anormaux, des mesures correctives efficaces doivent être mises en œuvre afin d'améliorer la qualité de l'eau, et protéger les patients les plus fragiles.

# SUMMARY

Title: **Microbiological water quality in IBN SINA Hospital of Rabat**

Author: **CHIGUER Mahfoud**

Supervisor: **Pr ZOUHDI Mimoun**

Keywords: **Water - Microbiological Quality - Hospital.**

Water is an essential element for the functioning of health facilities, but it can be a source of serious infections in case of contamination, especially for the most vulnerable patients.

The main health risks associated with the use of water in health facilities must be identified and evaluated to determine how to implement and control these risks.

This is a prospective and transversal study over a period of three months (March, April, May, 2013) in the bacteriology laboratory of the IBN SINA Hospital in Rabat, which aims for bacteriological analysis of four types of water collected in the following services (Emergency Block, Block central operative CCVA, Surgery B, Surgery C, Plastic Surgery, Dermatology, Endoscopy, Dialysis, Laboratory of Anatomy-Pathology, Laboratory of Hematology, Bacteriology Laboratory, Laboratory of Biochemistry, Laboratory of Parasitology, the emergency UPM, the emergency UPC, Medicine A, Medicine B, Medicine C, Nephrology, Intensive Care Central, Surgical Intensive Care, Sterilization emergency, Interventional unit, Urology A).

Of 98 water samples analyzed, 40 were non-compliant (ie 40.81%), including 22/38 (57.89%) drinking water, 14/38 (36.84%) water for standard care, 2/13 (15.38%) water bacteriologically mastered, 3/9 (33.3%) water for hemodialysis.

In case of abnormal results, effective corrective action must be implemented to improve water quality and protect the most fragile patients.

## ملخص

العنوان: الجودة الميكروبيولوجية للمياه بمستشفى ابن سينا بالرباط

الكاتب: الشيكور محفوظ

المؤطر : الأستاذ الزوهدي ميمون

الكلمات الأساسية: الماء- الجودة الميكروبيولوجية -المستشفى.

يعتبر الماء عنصرا أساسيا لتشغيل المؤسسات الصحية . إلا أنه يمكن أن يكون مصدرا لالتهابات خطيرة في حالة تلوثه. خصوصا بالنسبة للمرضى الأكثر حساسية.

لذا يجب تشخيص وتقييم الأخطار الرئيسية المرتبطة باستعمال الماء في المؤسسات الصحية، من اجل تحديد التدابير التي يجب اتخاذها للإحاطة بهذه الأخطار.

ويتعلق الأمر بدراسة معمقة أنجزت في مدة ثلاثة أشهر (مارس، أبريل، مايو 2013 م) ، في مختبر علم الجراثيم لمستشفى ابن سينا بالرباط، والتي تهدف إلى التحليل البكتيريولوجي لأربعة أصناف من المياه، مأخوذة من الأقسام التالية: المركب الجراحي للمستعجلات، المركب الجراحي المركزي، جراحة القلب والشرابين أ، الجراحة ب، الجراحة س، الجراحة التجميلية، الأمراض الجلدية، التنظير، تصفية الكلي، مختبر التشريح الدقيق، مختبر علم الدم، مختبر علم الجراثيم، مختبر الكيمياء الحيوية، مختبر علم الطفيليات، المستعجلات، الطب الباطني أ، الطب الباطني ب، طب الكلي، الإنعاش المركزي، الإنعاش الجراحي، وحدة التعقيم للمستعجلات، الوحدة التدخلية، المسالك البولية أ.

من 98 عينة من الماء تم تحليلها، 40 منها كانت غير مطابقة للمواصفات (40.81%) . منها 38/22 (57.89%) مياه الشرب، 38/14 (36.84%) مياه العلاجات، 13/2 (15.38%) مياه معالجة بكتيريولوجيا، 9/3 (33.3%) مياه مستعملة في تصفية الكلي.

في حالة نتائج غير مرضية، يجب اتخاذ تدابير تصحيحية ناجعة وذلك من اجل تحسين جودة الماء وحماية المرضى الأكثر هشاشة.

# *Références bibliographiques*

[1]- **MINISTERE DES SOLIDARITES, DE LA SANTE ET DE LA FAMILLE**, Direction Générale de la Santé, Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins, Guide technique « L'eau dans les établissements de santé ».

[2]- **LECLERC H., FESTY B. et LAZAR P.**, Connaissances actuelles de la pathologie hydrique, R.E.S.P, 1982, 30, 3 363-85.

[3]- **DAS A.S., MAZUMDER D.N., PAL D. et CHATTOPADHYAY U.K.**, A study of nosocomial diarrhea in Calcutta. Ind. J. of Gastroenterol, 1996, 15, 12 – 13.

**PICARD B., ARLET G. et GOULLET P.**, Origine hydrique d'infections hospitalières à *Aeromonas hydrophila*, La presse médicale, 1983, 12, 11 : 700-701.

[4]- **APHA** (American Public Health Association) / **AWWA** (American Water Works Association) / **WEF** (Water Environment Federation) (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20e édition.

**WASHINGTON, DC.Rice, E.W.** (1999). *Escherichia coli*. Dans : AWWA manual M48: Waterborne pathogens. American Water Works Association, Denver, CO. p. 75-78.

[5]- **SWERDLOW, D.L., WOODRUFF, B.A., BRADY, R.C., GRIFFIN, P.M., TIPPEN, S., DONNELL, H.D., Jr., GELDREICH, E., PAYNE, B.J., MEYER, A., Jr., WELLS, J.G., GREENE, K.D., BRIGHT, M., BEAN, N.H. et BLAKE, P.A.** (1992). A waterborne outbreak in Missouri of *Escherichia coli* O157:H7 associated with bloody diarrhea and death. Ann. Intern. Med., 17(10) : 812-819.

**UNITE SANITAIRE DE BRUCE-GREY-OWEN SOUND** (2000). The investigative report on the Walkerton outbreak of waterborne gastroenteritis. Mai-juin, Owen Sound,

[6]- **BORING, J.R., III, MARTIN, W.T. et ELLIOTT, L.M.** (1971). Isolation of *Salmonella typhimurium* from municipal water, Riverside, California, 1965. Am. J. Epidemiol., 93 : 49-54.

[7]- **SELIGMANN, R. et REITLER, R** (1965). Enteropathogens in water with low *Esch. coli* titer. J. Am. Water Works Assoc., 57 : 1572-1574.

- [8]- EDEN, K.V., ROSENBERG, M.L., STOOPLER, M., WOOD, B.T., HIGHSMITH, A.K., SKALIY, P., WELLS, J.G. et FEELEY, J.C. (1977). Waterborne gastrointestinal illness at a ski resort. *Public Health Rep.*, 92 : 245-250.
- [9]- WETZLER, T.F., REA, J.R., MA, G.J. et GLASS, M. (1979). Non-association of *Yersinia* with traditional coliform indicators. Dans : Proceedings of the Annual Meeting of the American Water Works Association. American Water Works Association, Denver, CO.
- [10]- HÖRMAN, A., RIMHANEN-FINNE, R., MAUNULA, L., VON BONSDORFF, C., TORVELA, N., HEIKINHEIMO, A. et HÄNNINEN, M.(2004). *Campylobacter* spp., *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., Noroviruses, and indicator organisms in surface water in southwestern Finland, 2000-2001. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70(1): 87-95.
- [11]- ENGSTRAND. L. (2001). *Helicobacter* in water and waterborne routes of transmission. *J. Appl. Microbiol.*, 90 : 80S- 84S.
- [12]- MILMAN, N., ROSENSTOCK, S., ANDERSON, L., JORGENSEN T. et BONNEVIE, O. (1998). Serum ferritin, hemoglobin, and *Helicobacter pylori* infection: a seroepidemiologic survey comprising 2794 Danish adults. *Gastroenterology*, 115 : 268-274.
- [13]- KLEIN, P.D., GRAHAM, D.Y., GAILLOUR, A., OPCKUN, A.R. et SMITH, E.O. (1991). Water source as risk factor for *Helicobacter pylori* infection in Peruvian children. *Lancet*, 337 : 1503-1506.
- [14]- HEGARTY, J.P., DOWD, M. et BAKER, K.H. (1999). Occurrence of *Helicobacter pylori* in surface water in the United States. *J. Appl. Microbiol.*, 87 : 697-701.
- [15]- DUNN, B.E., COHEN, H. et BLASER, M.J. (1997). *Helicobacter pylori*. *Clin. Microbiol. Rev.*, 10 : 720-741.
- [16]- NCBI (*National Center for Biotechnology Information*): *Serratia Bizio*, 1823 (en).
- [17]- CAVALLO Jean-Didier et FABRE Roland, *Pseudomonas aeruginosa*, in *Maîtrise des infections nosocomiales de A à Z*. Editions HEALTH - CO, Paris, 2004.

[18]- **HUSSON Marie Odile et al**, in Précis de bactériologie clinique. Editions ESKA, Paris, 2000.

[19]- **CAMPUS DE MICROBIOLOGIE MEDICALE** <http://www.microbes-edu.org/>.

[20]- **COURS DE BACTERIOLOGIE MEDICALE** <http://anne.decoستر.free.fr/>.

[21]- **DUTTA S, NARANG A.** Early Onset Neonatal Sepsis due to *Morganella morganii*. Indian Pediatrics 2004;41:1155–7.

[22]- **O'HARA 2000** Classification, Identification, and Clinical Significance of *Proteus*, *providencia*, and *Morganella*.

[23]- **DWORKIN Martin et FALKOW Stanley** « The Prokaryotes vol.6. 2006: Proteobacteria: gamma subclass » .

[24]- **BELLINI C. et FEDERLI I.** « *Clostridium difficile* : Aspects Cliniques et Mesures pratiques des isolements » [archive] CHUV, Suisse, 2008.

[25]- **JEHRAN G. et MANGIAPAN G.,** Nosocomial pneumonia, Presse Médicale, 1996, 25 : 944-950.

**CAMPBELL G.D., NIEDERMAN M.S., BROUGHTON W.A., CRAVEN D.E., FEIN A.M., FINK M.P., GLEESON K., HORNICK D.B., LYNCH J.P., MANDELL L.A., MASON C.M., TORRES A. et WUNDERINK R.G.,** Hospital-acquired pneumonia in adults - Diagnosis, assesment of severity, initial antimicrobial therapy, and preventive strategies – a consensus statement Am. J. of Resp. & Crit Care Med 1996, 153 : 1711-1725.

**FAGON J.Y. THOUILLET J.L. et CHASTRE J.,** Intensive care units-acquired pneumonia, Presse Méd, 1996, 25 : 1441-1446.

**BERT F. et LAMBERTZECHOYSKY N.,** Sinusitis in mechanically ventilated patients and its role in the pathogenesis of nosocomial pneumonia. Europ. J. of Clin. Microbiol. and Infect. Dis, 1996, 15 : 533-544.



- [26]- **HUMPHREY T.J.**, Microbial contamination of hospital showers and shower water ; the affect of an automatic drain valve. *Journal of Hospital Infection*, 1989, 13 : 22-34.
- [27]- **ÉTAT DES CONNAISSANCES** : août 2004, réalisé conjointement par la Société de pneumologie de langue française (SPLF), la Société de pathologie infectieuse de langue française (SPILF) et le Centre national de référence sur les Légionelles.
- [28]- **PALMER, C.J., TSAI, Y-L., PASZKO-KOLVA, C., MAYER, C. et SANGERMANO, L.R.** (1993). Detection of *Legionella* species in sewage and ocean water by polymerase chain reaction, direct fluorescent-antibody, and plate culture methods. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59 : 3618-3624.
- [29]- **NGUYEN, M.H., STOUT, J.E. et YU, V.L.** (1991). Legionellosis. *Infect. Dis. Clin. North Am.*, 5 : 561-584.
- [30]- **LIN, Y.E., STOUT, J.E., YU, Y.L. et VIDIC, R.D.** (1998). Disinfection of water distribution systems for *Legionella*. *Semin. Respir. Infect.*, 13 : 147-159.
- [31]- **TA, A.C., STOUT, J.E., YU, V.L. et WAGENER, M.M.** (1995). Comparison of culture methods for monitoring *Legionella* species in hospital potable water systems and recommendations for standardization of such methods. *J. Clin. Microbiol.*, 33: 2118-2123.
- [32]- **OREDUGBA, O., MAZUMDAR, D.C., SMOLLER, M.B., MEYER, J. et LUBOWITZ, H.** (1980). Acute renal failure in Legionnaires' disease. *Clin. Nephrol.*, 13: 142-145.
- [33]- **FRANCE, CAROLINE MASLO-** Praticien hospitalier, équipe opérationnelle d'hygiène, direction de la Politique médicale, AP-HP].
- [34]- **LAURE. M, GUILLOU.J ; HIDRLN,** Acinetobacter, Maîtrise des infections nosocomiales de A à Z. Editions HEALTH CO, Paris, 2004.
- [35]- **BOUVET .P, GUILLOU JOLY .ML.** Acinetobacter. In : Freney J, Renaud F, Hansen W, Bollet C. Précis de bactériologie clinique. Editions ESKA, Paris, 2000.

[36]- **INSTITUT NATIONAL DE LA VEILLE SANITAIRE FRANCE** :Infections ou colonisations à *Acinetobacter baumannii* multi-résistant aux antibiotiques, Point sur la situation au 29 décembre 2003. <http://www.invs.sante.fr>.

[37]- **RUDNICK J.R., BECK-SAGUE C.M., ANDERSON R.L., SCHABLE M., MILLER J.M., JARVIS W.R.**, Gram-negative bacteremia in open-heart-surgery patients traced to probable tap-water contamination of pressure monitoring equipment. *Inf. Contr. & Hosp. Epidemiol*, 1996, 17 : 281-285.

**KOLMOS H.J., THUESEN B., NIELSON S.V., LOHMANN M., KRISTOFFERSEN K. et ROSDAHL V.Y.**, Out-break of infection in a burns unit due to *Pseudomonas aeruginosa* originating from contaminated tubing used for irrigation of patients. *J. of Hosp. Inf*, 1993, 24 : 11.21.

[38]- **DE JONCKEERE J.F.**, Hospital hydrotherapy pools treated with ultra violet light : bacteriological quality and presence of thermophilic *Naegleria*. *J. Hyg*, 1982, 88 : 205-214.

[39]- **CENTRE TOULOUSAIN POUR LE CONTROLE DE QUALITE EN BIOLOGIE CLINIQUE** FICHE TECHNIQUE : *Enterobacter cloacae*.

[40]- **JANDA, J. M., & ABBOTT, S. L.** (2006). The Genera *Klebsiella* and *Raoultella*. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press.

[41]- **ARTICLES R.1321-1 A R.1321-5** du code de la santé publique.

[42]- **GROSSET J, TRUFFOT-PERNOT C.** *Mycobacterium xenopi*, un nouveau venu ? La revue du Praticien 1998;48:701-3.

[43]- **FALKINHAM JO.** Epidemiology of infection by nontuberculous mycobacteria. *Cli.Microbiol.Rev.*, 1996;9(2):177-215.

[44]- **C-CLIN Paris Nord.** Infections du rachis à *Mycobacterium xenopi* à la Clinique du Sport. Rapport d'investigation. Décembre 1999, p70.

[45]- **LES VIRUS ENTERIQUES DANS L'EAU POTABLE** Document technique pour consultation publique Préparé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable 7 mai 2010].

[46]- **DR . ZITOUNI IMOUNACHEN** - 16 janvier 2013 20:42 Source: <http://www.futura-sciences.com/fr>.

[47]- **NORME MAROCAINE NM 03.7.001** « la qualité des eaux d'alimentation humaine » 2001, P.6-7-8.

[48]- **NORME MAROCAINE NM 03.7.001 ANNEXE 1** spécifications des eaux d'alimentations humaine qualité des eaux d'alimentation humaine, 2001, P.6-9.

[49]- **FESTY B., MONTOUT G.** problèmes technique et sanitaires posés par l'utilisation d'eau d'adduction publique en milieu hospitalier. Hygiène hospitalière, APHIF 1980, 6-11.

[50]- **MONOGRAPHIE DE LA PHARMACOPEE EUROPEENNE.** 6.0 01/2008:1167 corrigé 6.0 (Eau pour soins standards).

[51]- **BECKER. A et LEBAS. M,** *L'eau à l'hôpital* 1988; 475-506.

[52]- **PETITHORY J.C., BARRAUD D., ESCALLIER G., COCHET P.** A propos de l'eau "sterile" des salles d'opération. *Bull.acad.nat.med.*,(1984),1-2, 255-261.

[53]- **CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002-243** du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.- Avis du 16 avril 1999 du conseil supérieur d'hygiène publique de France sur la place de l'antibioprophylaxie dans la prévention des légionelloses nosocomiales.- Circulaire DGS/VS2 n° 97/311 du 24 avril 1997 relative à la surveillance et à la prévention de la légionellose. Guide d'investigation d'un ou plusieurs cas de légionellose, BEH (Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire) n°20-22, 1997.

[54]- **COLBOURNE J.S., SMITH M.G.** *Source of legionella pneumophila infection in a hospital hot water system.* 2<sup>nd</sup> international symposium on legionella. Atlanta, june 19-23,1983.

[55]- **NORME NF T90-431** septembre 2003.

[56]- **CODE DE LA SANTE PUBLIQUE : Art. D.1332-1 à D.1332-15** : normes d'hygiène et de sécurité applicables aux piscines et baignades aménagées.

[57]- **DEGREMONT**. *Memento technique de l'eau*, VIII ème Edition, Technique et documentation. Paris, 1978.

[58]- **MAURIN J. et SAUNIER B.** Les problèmes sanitaires posés par les piscines. *Bulletin ENSP*, (1974), n 7, 386-405.

[59]- **MOLLARTE C.** Bassins de natation et bassins d'agrément. *Concours Médical*, 1967,17 (VI), 4787-4812.

[60]- **SAUNIER B et ,ROGER ,f.** ,sur quelques problèmes actuels de stérilisation des eaux de piscines. *Bulletin ENSP*, (1971),n4, 439-467.

[61]- **SAUNIER B. , ROGER F. , TOUFFET c.** La stérilisation des eaux de piscines par : le chlore, le brome et l'ozone. *Bulletin ENSP*, (197300, n6, 63-102.).

[62]- **CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n°2002-243** du 22 avril 2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.- Circulaire DGS n° 97/311 du 24 avril 1997 relative à la surveillance et à la prévention de la légionellose.Guide d'investigation d'un ou plusieurs cas de légionellose, BEH (Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire) n°20-22, 1997.

[63]- **SOLUTIONS CONCENTRÉES POUR HÉMODIALYSE (EAU POUR DILUTION DES)** PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 01/2008:1167 corrigé 6.0)P. 3155.

[64]- **BECKER A. ET Coll .** *L'eau pour hémodialyse*, APHIF-Editions serendip Paris,1981).

[65]- **PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 01/2008 [ EAU PURIFIÉE]** P.1907.

[66]- **MOLLET M., ARONSFRAU P.** L'eau sterile à l'Hopital, *Revue de L'ADPHSO*, (1982), 8,1,29-31).

[67]- **PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 01/2008** [EAU HAUTEMENT PURIFIÉE]  
P.1903.

[68]- **CIRCULAIRE DGS/PGE/1D 2058** du 30 décembre 1986 relative aux fontaines réfrigérées.

[69]- **PHARMACOPÉE EUROPÉENNE 6.0 01/2008** [EAU POUR PREPARATION INJECTABLE] P.1904.

[70]- **CIRCULAIRE DGS/VS4 N°97-413** du 30 mai 1997, relative à la microbiologie des eaux destinées à la consommation humaine et au risque parasitaire pour les personnes immunodéprimées.

[71]- **ROUSSEL A., BERGOGNE BEREZIN E., CHRISTOL D., DOURNON E.**  
L'infection hospitalière à Legionella pneumophila. Les Journées d'hygiène de l'assistance Publique, Hopitaux de paris, 14 et 15 janvier 1982, Kremlin Bicetre.

[72]- **ROUSSEL A., BERGOGNE BEREZIN E., CHRISTOL D., DOURNON E.**  
L'infection hospitalière à Legionella pneumophila. Journées d'hygiène de l'assistance Publique, Hopitaux de paris, 14 et 15 janvier 1982, Kremlin Bicetre.

[73] - **NORME MAROCAINE NM 03.7.001. ANNEXE II.** P.11.

[74]- **RODIER JEAN** : L'analyse de l'eau : Eau naturelles , Eaux residuaire, eau de mer, Dunob (7é edition ) bordas, paris 1984.

[75]- **CAVALLO Jean-Didier et FABRE Roland**, Pseudomonas aeruginosa, in Maîtrise des infections nosocomiales de A à Z. Editions HEALTH - CO, Paris, 2004.

[76]- **BOCA. J** Service : Microbiologie Méthode technique MBE MT 01-1 V1 *EAUX : TECHNIQUES DE PRELEVEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS.*

[77]-*<http://www.amazon.com/Whatman-7141-104-Cellulose-Membrane-Diameter/dp/B00394FHIO>.*

[78]- **D.BUTTIAUX**. *L'analyse bactériologique des eaux de consommation*, Ed Médicales, Edit ;Flammarion, 1970.

[79]- **ISO 6222 (1999)**.

[80]- **ISO 9308-1**.

[81]- **ISO 7899-2**.

[82]- **ANNIE LE GUYADER, C.CLIN-Ouest Octobre 1999**.

[83]- photos prises par appareil photo au niveau du laboratoire d'hygiène.

[84]- <http://arnobio2.com/colorations/coloration-de-gram.pdf>.

[85]- [http://en.wikipedia.org/wiki/Oxidase\\_test](http://en.wikipedia.org/wiki/Oxidase_test).

[86]- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Catalase>.

[87]- **NORME MAROCAINE NM 03.7.001 QUALITE DES EAUX D'ALIMENTATION HUMAINE**. Annexe II ,P. 11.

[88]- **ISO 9308-1: 2000** (Essai standard).

[89]- **V. SAUTOU-MIRANDA, C. GELLIS, O. DEHAESE, H. CONFOLENT, B. NORMAND, J. CHOPINEAU**, Service pharmacie, CHU, hôpital Gabriel-Montpied, 30, place Henri-Dunant, BP 69, 63003 Clermont Ferrand cedex. Etude comparative de produits désinfectants pour générateurs d'hémodialyse.

[90]- **LEVI Y., KIENE L., PIRIOU P. H.** Gestion d'un réacteur complexe : le réseau de distribution d'eau potable Colloque « Mieux gérer l'eau » Hydrotop 94, 12-15 avril 1994, Marseille, France.

[91]- **SCHULHOF P., CABRIDENC R., CHEDAL J.** Qualité de l'eau dans les grands réseaux de distribution, TSM, 1990, N° 11, 561-594.

- [92]- **PAQUIN J. L, BLOCK J. C., HAUDIDIER K.** Effet du chlore sur la colonisation bactérienne d'un réseau expérimental de distribution d'eau Rev. Sci. Eau, 1992, 5, N° 3.
- [93]- **LEVI Y.** Les paramètres influençant le développement des germes dans les réseaux d'eau potable TSM,1995, N° 3, 240-245.
- [94]- **CORDONNIER J.** Evolution et suivi de la qualité des eaux dans les réseaux d'eau potable Communication personnelle Lyonnaise des eaux , juin 1995.
- [95]- **N. A. N. C. I. E.** Les réseaux de distribution d'eau d'alimentation en France N.A.N.C.I.E., 1991.
- [96]- **MONTIEL A.** Paramètres importants à prendre en compte pour s'assurer d'une bonne désinfection et d'une bonne qualité microbiologique de l'eau Actes du séminaire « Désinfection des eaux », SAGEP, 20 mars 1996.
- [97]- **US EPA** (1999) Guidance manual for compliance with the interim enhanced surface water treatment rule: turbidity provisions. United States Environmental Protection Agency (EPA 815-R-99-010), pagination multiple.
- [98]- **EPA** Control of biofilm growth in drinking water distribution Systems EPA, Washnigton, 1992.
- [99]- **LECHEVALLIER M. W., LOWRY C. D., LEE R. G.** Disinfecting biofilms in a model distribution System, Jawwa, 1990, 82, NO 7, 87-99.
- [100]- **LE COMITE FEDERAL-PROVINCIAL-TERRITORIAL SUR L'EAU POTABLE**, Recommandations pour la qualité de l'eau potable au canada, document technique ; les coliformes totaux, Février 2006.



## *Serment de Galien*

*Je jure en présence des maîtres de cette faculté :*

- D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- D'exercer ma profession avec conscience, dans l'intérêt de la santé public, sans jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humain.*
- D'être fidèle dans l'exercice de la pharmacie à législation en vigueur aux règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- De ne pas dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession, de ne jamais consentir à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.*
- Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, que je sois méprisé de mes confrères si je manquais à mes engagements.*







جامعة محمد الخامس  
كلية الطب والصيدلة  
- الرباط -

### قسم الصيدلي

بسم الله الرحمن الرحيم

وأقسم بالله العظيم

- أن أراقب الله في مهنتي
- أن أبجل أساتذتي الذين تعلمت على أيديهم مبادئ مهنتي وأعترف لهم بالجميل وأبقى دوما وفيا لتعاليمهم.
- أن أزاول مهنتي بوازع من ضميري لما فيه صالح الصحة العمومية، وأن لا أقصر أبدا في مسؤوليتي وواجباتي تجاه المريض وكرامته الإنسانية.
- أن ألتزم أثناء ممارستي للصيدلة بالقوانين المعمول بها وبأدب السلوك والشرف، وكذا بالاستقامة والترفع.
- أن لا أفشي الأسرار التي قد تعهد إلى أو التي قد أطلع عليها أثناء القيام بمهامي، وأن لا أوافق على استعمال معلوماتي لإفساد الأخلاق أو تشجيع الأعمال الإجرامية.
- لأحضى بتقدير الناس إن أنا تقيدت بعهودي، أو أحتقر من طرف زملائي إن أنا لم أف بالتزاماتي.

"والله على ما أقول شهيد"



جامعة محمد الخامس - السويسي-  
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم : 81

سنة : 2013

## الجودة الميكروبيولوجية للمياه بمستشفى ابن سينا بالرباط أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : .....

من طرف

**السيد: الشيكو محفوظ**

المزاداد في 08 يناير 1989 بالرباط

**لنيل شهادة الدكتوراه في الصيدلة**

الكلمات الأساسية: الماء- الجودة الميكروبيولوجية-المستشفى.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

**السيد: عمر الشقيري**

أستاذ في علم الأنسجة و الأجنة

مشرف

**السيد : ميمون زوهدي**

أستاذ في علم الجراثيم

**السيدة: سارة العوفي**

أستاذة في علم الطفيليات

أعضاء

**السيدة : مريم الصفار**

أستاذة في علم الجراثيم