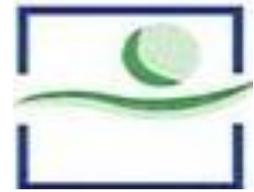




Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Faculté
des sciences et techniques Fès
Laboratoire de biotechnologie microbienne



Direction régionale de la santé
Laboratoire régional de Diagnostic
Epidémiologique et d'Hygiène du milieu

Projet de fin d'étude

Filière: LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Option: BIOLOGIE ET SANTE

EVALUATION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES DE LA VILLE DE FES

Réalisé par: FADIL Saida

Encadré par:

- Dr. EL OUALI LALAMI Abdelhakim (LRDEHM-Fès)
- Pr. FADIL Fatima (FST-Fès)

Soutenu le : 18 juin 2010.

Devant les membres du jury:

- Dr EL OUALI LALAMI Abdelhakim : Encadrant (LRDEHM-Fès)
- Dr FADIL Fatima : Encadrante (FST-Fès)
- Dr AZZOUZI Amal : Examinatrice (FST-Fès)
- Dr BENNANI Laila: Examinatrice (LRDEHM-Fès)

Présentation du Lieu de stage

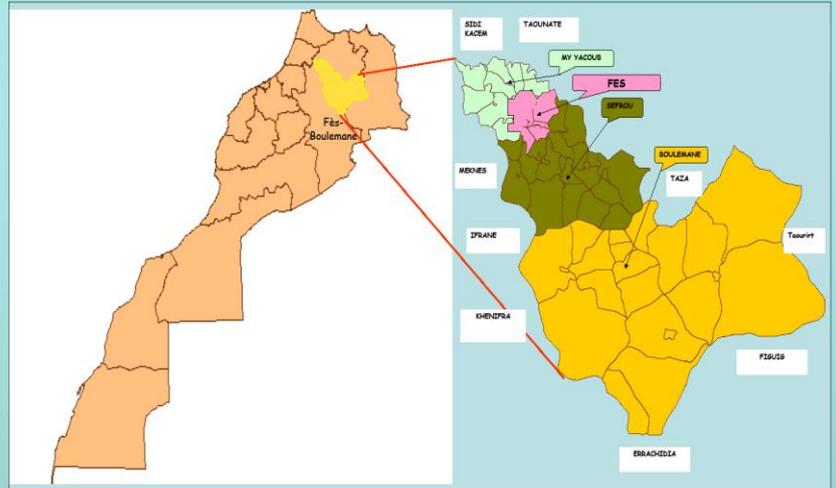


HISTORIQUE

En 1977 Le Ministère de la Santé a créé des laboratoires "à visée préventive" : les Laboratoires de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu (LDEHM). Ils constituent une structure d'appui indispensable pour la surveillance épidémiologique des maladies infectieuses et transmissibles et pour les programmes sanitaires du Ministère de la Santé dans le cadre de l'Hygiène de l'environnement.

Actuellement il existe 42 LDEHM, Le laboratoire de Fès fait partie des 11 laboratoires régionaux qui ont vu le jour à partir des années 80. Il est implanté à l'Hôpital EL GHASSANI et est individualisé des Laboratoires d'analyses cliniques et de transfusion.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE FÈS



Organisation fonctionnelle du LRDEHM

LABORATOIRE REGIONAL DE DIAGNOSTIC EPIDEMIOLOGIQUE ET D'HYGIENE DU MILIEU DE FES

Cellule d'Assurance Qualité
et de Statistique

Cellule de Santé
et Environnement

Unité
d'Hygiène

- Analyses microbiologiques des eaux et des aliments,
- Analyses microbiologiques de l'environnement hospitalier.

Unité
de toxicologie

- Analyses physicochimiques des eaux,
- Toxicologie des aliments (Recherches aflatoxines par CCM).

Unité
des Maladies Parasitaires

- Microscopie du paludisme, de leishmaniose cutanée et de bilharziose,
- Diagnostic Immunologique du paludisme.

Unité
d'Entomologie

- Identification de moustiques,
- Suivi de la sensibilité OMS des insectes aux pesticides.

Mission du LRDEHM

- Soutien au programme de prévention et de lutte contre les maladies infectieuses et transmissibles,
- Appui technique (Diagnostic et confirmation des maladies) pour les structures de soins de santé de base (RSSB).

Rattachement du LRDEHM

Le LRDEHM est rattaché au SIAAP et à la Direction Régionale de la Santé de Fès. Il est également en étroite relation avec l'Institut National d'Hygiène et la Direction d'Epidémiologie et de Lutte contre les Maladies de Rabat.

Assurance qualité au LRDEHM

- Une politique d'assurance qualité est mise en œuvre par le LRDEHM pour obtenir et garantir la qualité des analyses (NM ISO/CEI 17025, ISO 9001).
- Un système statistique informatisé est mis en place par le LRDEHM pour le traitement des résultats des analyses.

Clients du LRDEHM

Le LRDEHM couvre les besoins des délégations médicales des provinces et préfectures de la région Fès-Boulemane (centres de santé, Hôpitaux provinciaux, Services Préfectoraux d'Hygiène du Milieu, Contrôle Sanitaire aux frontières) ainsi que ceux des Bureaux Communaux d'Hygiène, CHU Hassan II...

Perspectives

- Structurer la collaboration et la coopération du laboratoire avec son environnement (BCH, Facultés, CHU, ONG...)
- Développer et réaliser des études épidémiologiques en relation avec ses activités
- Installer d'autres analyses:
 - Analyses toxicologiques de l'eau (recherches des pesticides et métaux lourds...),
 - Parasitologie des eaux,
 - Sérologie et PCR du paludisme,
 - Entomologie du phlébotome vecteur des leishmanioses.



Résumé

Nombreuses maladies qui affectent la population de la planète sont liées en partie à l'insuffisance de l'évacuation des eaux usées domestiques et industrielles. Ces dernières constituent un danger croissant pour la santé et l'environnement à cause de leurs charges en matières toxiques et en micro-organismes pathogènes.

En absence d'une station adéquate de traitement et d'épuration des eaux usées de la ville de Fès, ces dernières sont directement déversées dans les cours d'eau. Afin d'évaluer les dégâts consécutifs, nous avons suivi, pendant un moi, l'évolution de la pollution bactériologique et parasitologiques dans les eaux usées au niveau de douze stations collectrices. Les résultats obtenus renseignent sur une pollution importante traduite par la présence de deux souches de salmonelles et des kystes de protozoaires et des œufs d'helminthes.

Les germes pathogènes *vibrions cholériques* n'ont pas été décelés dans les eaux de toutes les stations étudiées.

Mots clés : Eaux usées, pollution, bactériologique, parasitologique, Fès.



Je dédie ce mémoire

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mes chers frères et sœurs : Khadija, Abdelilah, Soumia et Nourdin.

A notre chouchou Mohammed Amin

A ma cousine Ilham

A mon oncle Abdelali

A mes meilleurs amies : Btissam, Chaimae, Fatiha, laila, Mery, Rahima et Yousra.

The page is framed by a decorative border. At the top, two dragonflies with blue bodies and yellow wings are positioned on either side of the title. The sides of the border feature tall green reeds with yellow flowers and dark brown cattails. At the bottom, a pond scene is depicted with several large green lily pads and vibrant red water lilies. The background of the page is white, and the text is centered within this space.

Remerciements

**A mes encadrants : Mr. Abdelhakim EL OUALI LALAMI
et Mme Fatima FADIL qui
m'ont guidé à chaque étape de la
réalisation de ce travail avec bienveillance et sympathie.
J'ai eu le grand privilège d'être comptés parmi vos étudiants.
Vous me faites l'insigne d'honneur d'avoir accepté
l'encadrement de ce travail, Veuillez trouver ici, l'expression
de mon immense gratitude.**

**Mes vifs remerciements aussi aux membres de jury pour avoir
accepter de juger ce travail.**

**Ma gratitude et Mes sincères remerciements à Mme BEKHTI
Khadija professeur à l'FST pour l'appui et l'encadrement de la
partie parasitologique de ce travail**

**Je n'oublie pas de remercier M, IDIR M^{ed} et ZANIBOU Allal,
responsables du Service Préfectorale et d'Hygiène du Milieu
de Fès pour leur soutien.**

**Je tiens à remercier également toutes personnes ayant aidé
de près ou de loin à la réalisation de ce travail en particulier le
personnel du LRDEHM : Mr AABOUCH, Mr Hamid, ...**

Smmaire

Introduction	1
Première patrie: étude bibliographique.....	2
Généralité.....	3
1- Définition des eaux usées.....	3
1-1- Eaux résiduaires urbaines.....	3
1-2 - Eaux résiduaires industrielles.....	3
2- Utilisation des eaux usées.....	4
3- Types de pollutions des eaux usées.....	4
3-1-Pollution biologique.....	4
3-2-Pollution organique biodégradable	4
3-3- Pollution chimique.....	5
3-4-Pollution par les fertilisants.....	5
3-5-Pollution par les métaux.....	5
3-6-Pollution thermique.....	6
3-7-Pollution radioactive.....	6
4- Maladies d'origine hydriques.....	6
4-1- Maladies d'origine bactérienne.....	6
4-1-1- Les Salmonelles.....	6
4-1-1- Les Vibrions cholériques.....	7
4-2- Maladies d'origine parasitaire.....	8
4-2-1- Les helminthiases.....	8
4-2-2- Les protozooses	10
4-3- Maladies d'origine virale.....	12
Deuxième partie: Matériel et méthodes.....	14
1- Lieu et période de l'étude.....	15

2- Echantillonnage.....	15
3- Méthodes d'analyses.....	15
3-1- Etude microbiologique.....	15
3-1-1-1- Recherche des salmonelles.....	15
3-1-1-2- Recherche des vibrions cholériques.....	17
3-1-2- Identification biochimiques.....	18
3-1-2-1- Galerie conventionnelle.....	18
-Tests de catalase et d'oxydase.....	18
-Tests mannitol-mobilité.....	19
-Test de Kligler-hajna.....	19
-Test ONPG.....	20
- Test Urée-Indole.....	20
-Test citrate de Simmons.....	21
- Test Milieu viande foie.....	21
3-1-2-2- Galerie API 20 E.....	21
3-1-3- Etude parasitologique.....	22
3-1-3-1- Recherche des trophozoïtes.....	22
3-1-3-2- Recherche des kystes et des larves.....	22
Troisième partie: Résultats et discussions.....	23
I-Résultats.....	24
1- Etude bactériologique.....	25
2- Etude parasitologique.....	26
II- Discussion.....	27
Etude bactériologique.....	27
Etude parasitologique.....	28
Conclusion et recommandations.....	29
Références bibliographiques.....	31
Annexe.....	35

Introduction

Devant le développement industriel, l'essor économique, l'expansion démographique et la grande densité des zones urbaines, les rejets des eaux usées sont devenus de plus en plus énormes, ce qui constitue un danger croissant pour le milieu naturel à cause de leurs charges en matières en suspension et en micro-organismes pathogènes.

Selon l'OMS, 80% des maladies qui affectent la population de la planète sont liées en partie à l'insuffisance de l'évacuation des matières fécales. Effectivement la plupart des microorganismes qui sont à l'origine des grandes épidémies historiques d'origine hydrique, ont pour habitat normal les intestins de l'homme et certains animaux à sang chaud. C'est pourquoi, le contrôle de la qualité de l'eau notamment les eaux usées paraît de plus en plus indispensable (Ait kaci M. et al, 2007-2008).

De nos jours les eaux usées sont fréquemment réutilisables, donc l'eau peut jouer le rôle de vecteur d'agents microbiologiques potentiellement dangereux notamment pour : Les salmonelles, *les vibrions cholériques* et les parasites (Davenport C.V., 1976).

La ville de Fès est la troisième ville du Maroc en nombre d'habitants, derrière Casablanca et Rabat avec une population de 1,4 million d'habitants. Située au centre nord du Maroc, la Région de Fès-Boulemane s'étend sur une superficie de 20.318 km², soit 2,85 % de la superficie du Royaume.

Les rejets liquides représentent l'un des principaux problèmes environnementaux auxquels la région de Fès est confrontée, vu l'ampleur de la pollution générée par divers rejets liquides (industriels et ménagers) et son impact sur les ressources hydriques superficielles et souterraines. Les rejets domestiques au niveau de la région de Fès est estimés à environ 29.630.528 mm³/an dont 91,7 % proviennent de la préfecture de Fès. La région de Fès-Boulemane connaît également une activité industrielle importante (huileries d'olives, textile, levureries, abattoirs, laiteries, usines de boissons, tanneries...) qui génère une pollution totale de 23 800 T /an dont 79,5 % sont issus de la préfecture de Fès.

Face à cette situation et dans le cadre du contrôle et de la surveillance des maladies à transports hydrique, nous avons jugé intéressant de réaliser une étude sur les effluents liquides de la ville de Fès par la caractérisation et l'évaluation des eaux usées domestiques et industrielles en analysant leurs paramètres microbiologiques (bactériologiques et parasitologiques).

Première partie :
Etude bibliographique

Généralité

1- Définition des eaux usées

L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Ce sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées. Elles se divisent en deux grandes catégories : les eaux résiduaires urbaines (ERU) et les eaux résiduaires industrielles (ERI).

1-1- Eaux résiduaires urbaines

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) regroupent les eaux ménagères, les eaux vannes et les eaux de ruissellement. La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles (Figure 1).

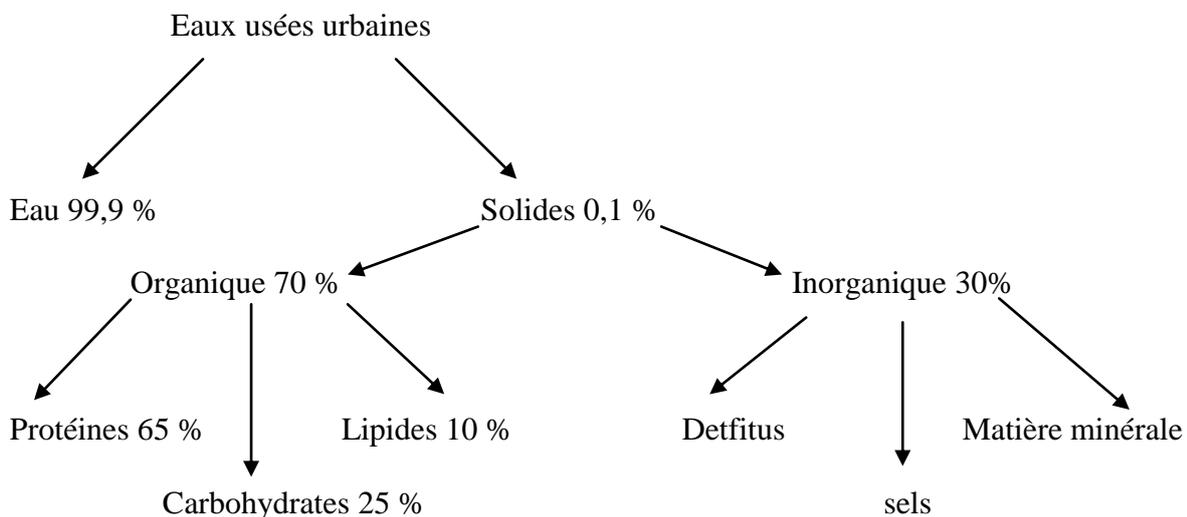


Figure 1 : Composition des eaux résiduaires urbaines.

1-2 - Eaux résiduaires industrielles (ERI)

Les caractéristiques des eaux usées industrielles subissent de grandes variations, elles dépendent d'une multitude de paramètres c'est à dire les différentes étapes du procédé industriel. En termes de volume et de type de polluants, les effluents industriels présentent le plus souvent une charge importante et un risque de dysfonctionnement structurel et fonctionnel des réseaux d'assainissement et des dispositifs de traitement des eaux usées. Ces risques sont d'autant plus grands que les industries sont localisées en amont du réseau d'assainissement.

2-Utilisation des eaux usées

Les usages de l'eau sont très diversifiés et concernent de très nombreux domaines notamment l'hygiène générale, la production énergétique, l'agro-alimentaire, l'agriculture, l'élevage, l'industrie ou les loisirs. Dans tous ces domaines, l'eau présente un lien fort avec la santé humaine et la protection des écosystèmes. Il est classique d'affirmer que « l'eau est la vie » mais on oublie aussi parfois d'ajouter que l'eau non assainie est une source de danger. Elle doit à la fois être d'une qualité sanitaire irréprochable pour contribuer à l'amélioration de l'espérance de vie et maintenir un environnement sain. Mais elle a également pour rôle, une fois salie et contaminée, de nous permettre d'éliminer nos déchets et les transporter loin des communautés humaines dans l'environnement.

Le manque d'eau et l'augmentation considérable de la demande ont induit une forte pression pour le développement de la réutilisation des eaux usées dans l'irrigation ainsi que dans la production de l'eau potable et c'est le cas des pays industrialisés qui sont en voie de développement.

3- Types de pollutions des eaux usées

Diverses formes de pollution affectent les eaux usées

3-1- Pollution biologique

Sur ce plan, la pollution d'origine fécale est apparue très tôt dès que l'eau a été utilisée comme vecteur d'élimination des déchets. Elle s'articule sur la présence dans l'eau de fortes teneurs en bactéries et en germes pathogènes, elle est la plus dangereuse des autres types de pollutions du moment qu'elle présente des risques sanitaires lors de l'usage, elle est à l'origine de la transmission des maladies hydriques (Festy B et al., 2003).

3-2- Pollution organique biodégradable

Elle est caractérisée par les paramètres : demande biochimique et demande chimique en oxygène (DBO et DCO). Ces derniers ont des concentrations très élevées avec un rapport DBO/DCO proche de l'unité. Cette pollution provient essentiellement des établissements humains, de l'élevage industriel, de l'industrie agro-alimentaire, ou autre.

Du fait, de son caractère de biodégradabilité, le processus d'élimination et d'épuration d'effluents présentant cette pollution, doit être basé sur les traitements biologiques naturels (lagunage, épandage,...) ou artificiels (boues activées, lit bactériens,...). Le dimensionnement de ces ouvrages doit être bien fait pour ne pas avoir des problèmes du genre de la

fermentation de la matière organique qui dégage des odeurs nauséabondes (Hamsatou M., 2005).

3-3- Pollution chimique

Celle-ci est probablement la plus fréquente, très ressentie et très diverse. Ils'agit de contamination par des composés inorganiques par exemple :

-sodium, chlorures, nitrates, principalement issus d'engrais agricoles, d'effluents domestiques...

- phosphates, provenant des lessives et des engrais (Festy B et al., 2003).

3-4- Pollution par les fertilisants

Elle est caractérisée par de fortes teneurs en produits azotés et phosphatés.

Elle présente un effet eutrophisant au niveau des plans d'eau (retenues debarrages, des lacs,...) c'est-à-dire elle active la prolifération des algues et par conséquent une détérioration de la qualité de l'eau.

La source principale est l'agriculture au moyen de l'utilisation des engrais et les pesticides. Cependant, les autres activités humaines peuvent également y contribuer (rejets urbains ou industriels). Le processus de remède à ce type de pollution fait appel soit à des techniques biologiques, exemple de la dénitrification par des bactéries appropriées, soit à des techniques se basant sur des transformations chimiques de ces éléments (Festy B et al., 2003).

3-5- Pollution par les métaux

Elle est présentée par de grandes concentrations en métaux lourds qui ont un effet toxique vis-à-vis de toute vie (humaine, animale ou végétale...). Cette pollution, provient uniquement des activités industrielles dont les plus concentrées sont :

-Les tanneries : Problème de chrome (Hamsatou M., 2005)

- Les traitements de surface : Problème de cuivre, nickel, argent, etc....

Le danger que présente cette pollution, c'est qu'elle est accumulative non biodégradable, c'est-à-dire que les quantités rejetées s'ajoutent et s'accumulent dans les milieux récepteurs tout en ayant une longue durée de vie. Leur toxicité persiste dans l'eau pendant des années.

Les procédés d'épuration contre ce type restent toujours basés sur les processus chimiques : précipitation, neutralisation, ou autre.

Il est à noter que cette pollution inhibe le processus de la biodégradabilité naturelle. Il faut donc la prendre en charge le plus tôt possible pour profiter, au maximum de l'épuration naturelle des cours d'eau réduite (Festy B et al., 2003), (Mara D., 1988).

2-6- Pollution thermique

Elle est la conséquence du déversement dans le milieu aquatique de quantités considérablement d'eaux utilisées pour le refroidissement, surtout lors de la production électrique par les centres thermiques ou nucléaires (Festy B et al., 2003).

2-7- Pollution radioactive

Concerne, d'une part des émetteurs de rayonnement alpha (^{226}Ra , ^{234}U , ^{238}U), généralement d'origine naturelle, d'autre part, les émetteurs beta sont en général associés à des activités humaines (^{90}Sr , Cs , ^{131}I) (Festy B et al., 2003).

4- Maladies d'origine hydriques

4-1- Maladies d'origine bactérienne

Les eaux usées peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne, tel que :

- Le choléra (*vibrio cholerae*),
- La fièvre typhoïde et gastro-entérite (*salmonella typhi* et *E. Coli*),
- La schigellose (*Shigella spp*),
- La tuberculose (*mycobacterium tuberculosis*) (Aboueloufa M., 2002).

4-1-1- Les Salmonelles

Les salmonelles appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bacilles à gram négatif non sporulés, ce sont des oxydase négatives, catalase positives qui n'hydrolysent pas l'urée, producteurs actifs de H_2O , glucose positif, lactose négatif, ONPG négatif, indol négatif, mobilité positive, gaz positif, H_2S positif généralement mobiles par des flagelles, potiches (Figure 2).

Ces germes de parasites intestinaux de l'homme et des animaux sont éliminés dans les matières fécales. La présence de ces germes dans les eaux usées est liée à l'existence des populations riveraines d'individus infectés, des malades et des porteurs apparemment sains.

Les premiers libèrent jusqu'à 10^9 salmonelles par gramme de matière fécale. Les seconds sont aussi dangereux puisqu'ils ne présentent pas de symptômes pendant des mois voire même des années.

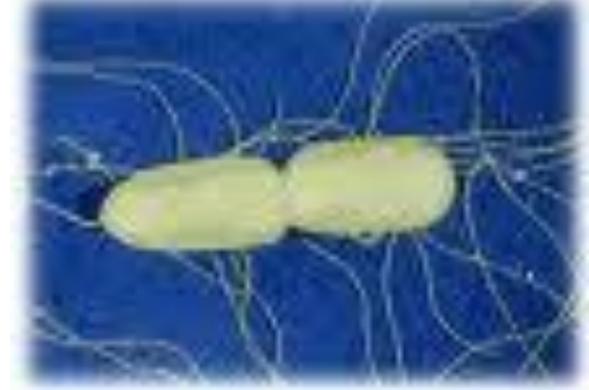


Figure 2 : Souche de salmonelle vue au microscope.

Physiopathologie

Au cours de la fièvre typhoïde, les *Salmonella* ingérées pénètrent dans les cellules des plaques de Peyer et colonisent les ganglions lymphatiques intestinaux. Elles se disséminent par voie sanguine, en réalisant une septicémie à point de départ lymphatique. Au cours de la maladie il est possible de trouver des *Salmonella* dans les urines.

Les *Salmonella* peuvent se développer dans la bile et survivre dans les canalicules et la vésicule biliaire où il est difficile de les éradiquer. Leur persistance à ce niveau entraîne un état de portage chronique.

Une partie des corps bactériens en se lysant libère de l'endotoxine ou LPS qui atteint par voie sanguine les centres neuro-végétatifs, ce qui entraîne le typhos et le collapsus cardiovasculaire (Jean L et al., 1992).

4-2-1- Les Vibrions cholériques

Les Vibrions cholériques sont des bacilles à Gram négatif généralement isolés, droits ou incurvés, assez courts (1,5 à 3,0 μm), parfois franchement coccobacillaires.

Quand ils sont cultivés en milieux liquides, ils sont glucose positif, lactose positif, ONPG positif, Indol positif, mobilité positive, H_2S négatif, ils sont mobiles par des flagelles polaires entourés d'une gaine, monotriches ou plus rarement multitriches (Figure 3). En milieux solides, co-existence possible d'un double système de ciliature ; avec présence, en plus des

flagelles à insertion polaire, de flagelles latéraux nus, de longueur d'onde plus courte que les précédents. Cette ciliature mixte s'accompagne souvent de phénomène d'envahissement.

Les *Vibrions cholériques* sont des chimio-organotrophes, anaérobies facultatifs capables de métabolisme respiratoire et fermentatif ne dénitrifient pas, ni ne fixent l'azote. La croissance des *Vibrions cholériques* est abondante en milieux peptonés alcalin. Mais les espèces halophiles ont besoin de sodium pour une croissance optimale (Bonhomme A., 2003)

L'homme est le principal réservoir de vibrions cholériques, qu'il soit malade ou porteur «sain»Le vibrion est en général retrouvé durant 6 à 10 jours chez le porteur, parfois plus longtemps (porteur chronique). La contamination peut se faire surtout par contact manuel direct avec un porteur et surtout avec un malade ou un cadavre, (Jean L et al., 1992).



Figure 3 : Souche du *vibrion cholérique* vue au microscope.

4-2- Maladies d'origine parasitaire

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve des épidémies d'origine hydrique dues à des parasites par exemple : l'ankylostomose, la dracunculose, le téniasis etc.

Les parasites intestinaux pathogènes les plus fréquemment rencontrés sont de deux types, (Hamsatou M., 2005)

4-2-1- Les helminthiases

- Les nématodes intestinaux représentés par : les oxyures petit ver classique de l'enfance (Figure 4), l'ascaris sorte de lombric, les ankylostomes et l'anguillule, la trichine seul vivipare à deux hôtes de cette catégorie.



Figure 4 : *Oxyure* vue au microscope.

- Les nématodes filaires (Figure 5) représentés par : vers transmis par des insectes avec *LoaLoa* peu pathogène, *Onchocerca* agent de la cécité des rivières, *Wuchereria* et *Brugia* agents de filarioses lymphatiques et *Dracunculus* et le ver de Médine.



Figure 5 : *Filaire* vue au microscope.

- Les plathelminthes cestodes ou ténias (Figure 6) représentés par classique ténia du boeuf de 8 m de long, très rarement du porc, *Bothriocéphale* et *Echinococcus*.



Figure 6 : *Ténias* vue au microscope.

- Les plathelminthes trématodes représentés par : *schistosomes* (Figure 7) donnant les bilharzioses et douves, *Fasciola hepatica* ou grande douve du foie (Figure 8).



Figure 7 : *schistosome* vue au microscope.



Figure 8 : *Fasciola hepatica* vue au microscope.

Les dégâts provoqués par les helminthiases sont bien souvent mineurs : on ne meurt que rarement d'une helminthiase sauf cas particuliers. Ils sont souvent d'ordre immunopathologique.

4-2-2- Les protozooses

Les différents protozoaires sont :

- Les amibes avec *Entamoeba histolytica* (Figure 9), agent d'une maladie assez comparable à la salmonellose, sous forme d'une dysenterie. Elle est transmise par le péril fécal par une forme de résistance le kyste. On parle de la maladie des mains sales. *Entamoeba coli* (Figure 10) qui n'est pas pathogène.

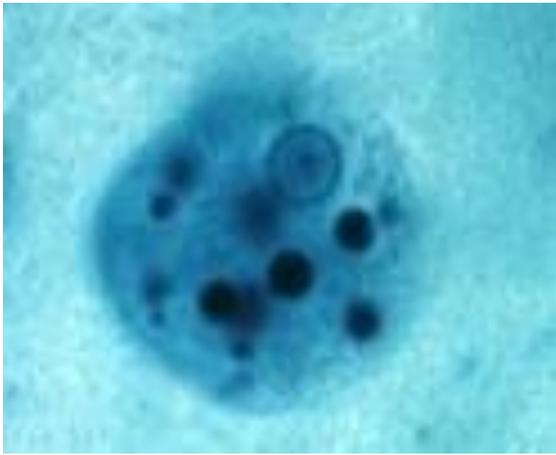


Figure 9 : *Entamoeba histolytica* vue au microscope.



Figure 10 : *Entamoeba coli* vue au microscope.

- Les flagellés avec les *trypanosomes* (Figure 11) responsable de la maladie du sommeil, les *Chilomastix mesnili* (Figure 12), les *Giardia lamblia* (Figure 13), les *Trichomonas vaginalis* agent de MST (Figure 14), les *Leishmanias* (Figure15)...

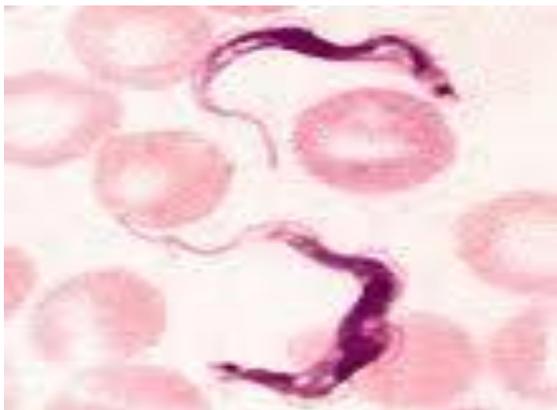


Figure 11 : *Trypanosomes* vue au microscope



Figure 12 : *Chilomastix mesnili* vue au microscope



Figure 13 : *Giardia lamblia* vue au microscope



Figure14 : *Trichomonas vaginalis* vue au microscope



Figure 15 : *Leishmanias* vue au microscope

- Les sporozoaires avec *Plasmodium* (Figure 16) agent *du paludisme*, *Toxoplasma* (Figure 17) agent de la toxoplasmose et quelques cryptosporidies.

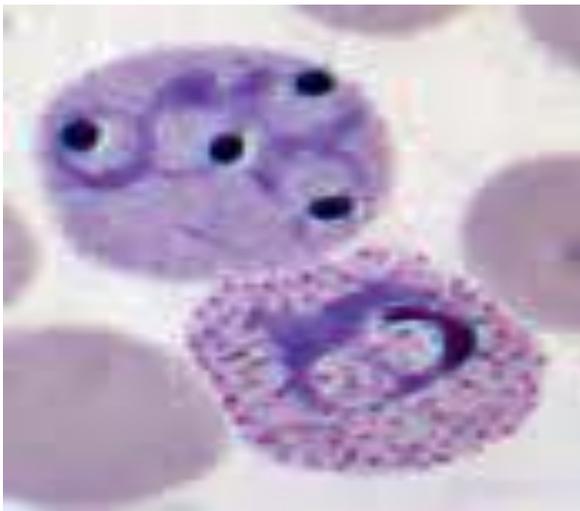


Figure 16 : *Plasmodium* vue au microscope



Figure 17 : *Toxoplasma* vue au microscope

Les protozooses sont à l'origine de troubles digestifs variés avec des symptômes plus ou moins prononcés et ont la particularité d'être émis dans l'environnement par les selles. Le mode de contamination peut être soit oral par ingestion, soit transcutané par contact.

4-3- Maladies d'origine virale

Les eaux usées constituent ainsi le premier maillon d'un cycle de l'eau au centre duquel se trouve l'homme en tant que contaminateur primaire mais aussi en tant que récepteur secondaire des agents pathogènes véhiculés par l'eau (Foliguet M. et al., 1996).

A coté des maladies d'origine bactérienne et parasitaire, il y a des maladies virales. Dont on cite :

- La poliomyélite qui est une maladie infectieuse virale qui peut entraîner des paralysies plus ou moins graves, plus ou moins diffuses, être rapidement mortelle en cas d'atteinte respiratoire surtout. Dans sa forme paralytique, elle entraîne une atteinte exclusivement motrice.

- La variole ou petite vérole est une maladie infectieuse d'origine virale, très contagieuse et épidémique.

Il s'agit d'une maladie exclusivement inter-humaine ; il n'y a aucun réservoir de virus animal. La porte d'entrée est usuellement les voies respiratoires

- Les hépatites virales regroupent les infections provoquées par des virus se développant aux dépend du tissu hépatique. Les virus, une fois inoculés à l'organisme, infectent alors préférentiellement les cellules du foie aussi appelées hépatocytes. Les cellules infectées se voient alors obligées de participer au métabolisme viral, à savoir fabriquer sans fin des copies du virus en question.

- Les entérovirus sont de virus non-enveloppés à ARN simple brin de polarité positive. Ils appartiennent à la famille des Picornaviridae.

Le terme « Enterovirus », qui désigne un genre viral, est à distinguer de celui de « virus entérique » qui désigne un virus entrant dans l'organisme en passant par le système gastro-intestinal et s'y développant.

Ils sont responsables d'un large spectre de symptômes, bénins ou sévères: paralysies flasques aiguës, méningites aseptiques, syndrome pieds-mains-bouche, angine, maladies respiratoires, cardiopathies aiguës ou chroniques, diarrhées, pancréatites, atteintes oculaires, encéphalites, (Schwartzbrod L., 2000).

Deuxième partie: Matériel et méthodes

1- Lieu et période de l'étude

Notre étude a été réalisée pendant le mois de mai (période du stage). Douze stations de prélèvements ont été choisies sur le réseau d'assainissement de la ville de Fès à proximité des agglomérations et au niveau des points d'intersection des effluents des collecteurs des eaux usées (Tableau 1).

Les différents points choisis ont été caractérisés par des fiches techniques (voir Annexe) décrivant leurs coordonnées topographiques, les activités avoisinantes, type de déversement, température d'eau, température de l'air...

2- Echantillonnage

Des prélèvements hebdomadaires le matin entre 10h et 13h (Heure de rejet) ont été régulièrement effectués au niveau des stations choisies durant la période du stage (à raison d'un prélèvement par station).

Les échantillons ont été prélevés à un endroit où il existe un bon mélange à prélever, sans ancien dépôt.

Le prélèvement est réalisé dans des flacons non stériles qui sont numérotés et ensuite acheminés vers le laboratoire dans une glacière réfrigérée à 4°C.

La manipulation des échantillons a été réalisée avec des précautions strictes à savoir le port des gants et de la blouse.

3- Méthodes d'analyses

3-1- Etude microbiologique

3-1-1- Etude bactériologique

3-1-1-1- Recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles a été réalisée selon la Norme Marocaine : 03.7.050 de l'année 1995, par l'une des deux méthodes suivantes, (figure 19).

❖ Première méthode

Un pré-enrichissement de 200 ml de l'eau à analyser est mélangé avec 200 ml de l'eau péptonée tamponnée à double concentration dans un flacon de 500 ml, ce dernier est incubé à 37°C pendant 6 à 18 heures. Un enrichissement de 0,1 ml du premier enrichissement est réalisé dans 10 ml du bouillon rapport puis incubé à 42°C pendant 18 à

24 heures. L'isolement est fait sur milieu sélectif, il consiste à ensemencer le milieu Hektoen à partir du bouillon d'enrichissement puis à une incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures.

L'étape de l'identification consiste à isolé les colonies suspectes sur milieu Hektoen, lactose négatif à centre noir, qui sont par la suite repiquées sur milieu Kligler en tube et incubé à 37°C pendant 24 heures.

❖ Deuxième méthode

Cette méthode consiste à :

- Un pré-enrichissement dans l'eau péptonée tamponnée à double concentration et une incubation à 37°C pendant 6 à 18 heures.
- Un enrichissement de 1 ml du pré-enrichissement dans 10 ml du bouillon sélénite et incubation à 37°C pendant 12h à 18h.
- Un isolement sur milieu sélectif qui consiste à ensemencer le milieu SS à partir du bouillon d'enrichissement, et incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Une identification qui consiste à isoler les colonies suspectes sur milieu SS, lactose négatif à centre noir, qui sont repiquées sur milieu Kligler en tube et incubé à 37°C pendant 24 heures (Figure 19).

L'identification biochimique des souches suspectes de salmonelles a été réalisée par la galerie conventionnelle et la galerie API 20E et dont les caractères biochimiques sont comparables à ceux recherchés dans les méthodes conventionnelles d'identification.

Une identification d'une souche isolée et purifiée à partir des eaux usées par l'approche moléculaire et l'amplification de l'ADN par PCR a été réalisée.

L'identification sérologique des souches suspectes n'a pas été faite par manque de sérum spécifique aux souches salmonelle.

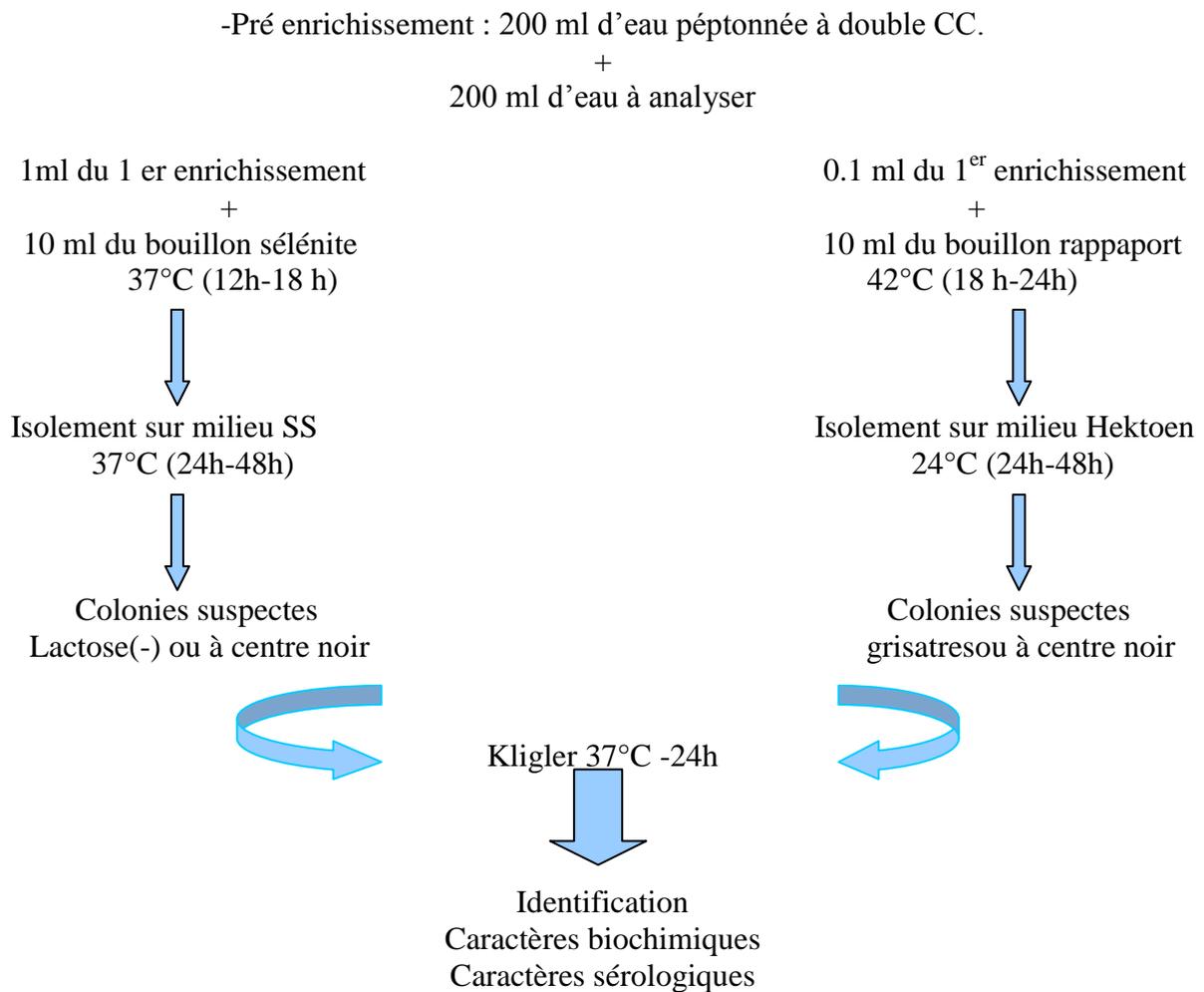


Figure 19 : Différentes étapes de recherche des *salmonelles*.

3-1-1-2- Recherche des vibrions cholériques

Cette méthode est réalisée selon la Norme Marocaine : n° 03.7.051 de l'année 1995 et comporte les étapes suivantes (figure 20):

- Un premier enrichissement dans l'eau péptonée tamponnée dix fois concentrée à 37°C pendant 6 heures, suivie d'un deuxième enrichissement dans l'eau péptonée tamponnée simple à 37°C pendant 6 heures.
- Un isolement sur milieu sélectif qui consiste à ensemencer le milieu TCBS (milieu Thiosulfate Citrate Bile Saccharose) à partir du bouillon d'enrichissement, puis une incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Une identification des colonies suspectes sur milieu TCBS, saccharose positif (de 1 à 2 mm de diamètre) qui sont repiquées sur milieu Kligler et incubées à 37°C pendant 24 heures.

L'identification biochimique des souches suspectes est généralement réalisée par les galeries conventionnelles et /ou la galerie API 20 NE.

L'identification sérologique est réalisée à l'aide de sérums spécifiques.

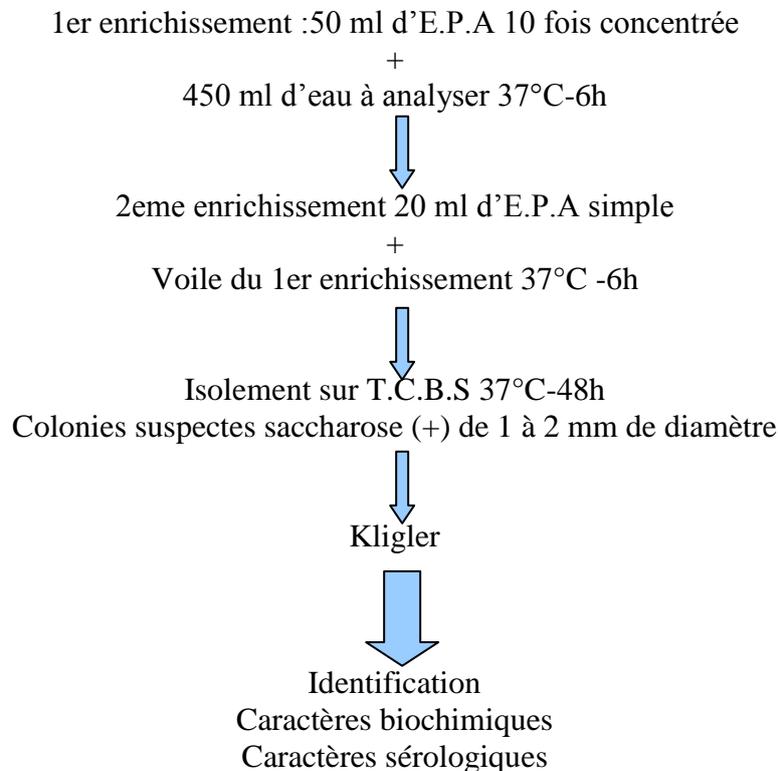


Figure 20 : Différentes étapes de recherche des *vibrions cholériques*.

3-1-2-Identification biochimique

L'identification biochimique permet l'identification des bactéries à partir de plusieurs milieux biochimiques préparés comme le milieu Kligler, milieu Citrate de sommons, viande-foie...etc. (Marchal N. et al., 1982).

3-1-2-1 Galerie conventionnelle

- Tests de catalase et d'oxydase

Test catalase : A partir d'une culture de 24 h, on mélange une colonie bien développée dans une goutte de H₂O₂ (à 3%) sur une lame. Une réaction positive est indiquée par la formation de bulles.

Test oxydase : ce test permet de mettre en évidence une enzyme, la phénylène diamine oxydase des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé. Cette enzyme est capable

d'oxyder le N-diméthylparaphénylène diamine, entraînant la formation du semi-quinone rouge (Ogri F., 2007).

Sur un disque on étale une partie de la colonie à étudier, prélevée à l'aide d'une pipette pasteur scellée. Ou bien on prélève à l'aide d'une pipette pasteur une colonie bien isolée sur le milieu de culture et on la dépose en strie sur un morceau de papier filtre imprégné de réactif pour la recherche de l'oxydase.

A l'issue de ce test, certaines bactéries prennent une teinte violette et sont oxydase positives, d'autres incolores et sont oxydase négatives (Ogri F., 2007).

- Tests mannitol-mobilité

Le milieu mannitol-mobilité permet de rechercher simultanément la fermentation de mannitol, la mobilité et la réduction de nitrates en nitrites. La dégradation du mannitol conduit à la formation de fructose, dont la réaction à des acides à chaîne très courtes (acide acétique, acide formique). Cette dégradation entraîne le virage au jaune du milieu.

Dans des tubes à essai de 18 mm, on ensemence 4 ml de milieu mannitol-mobilité par piqûre centrale à l'aide d'un fil droit chargé de culture. Les milieux sont incubés à 37° C pendant 24 heures (Ogri F., 2007).

- Test de kligler-hajna

Le milieu de kligler-hajna est un milieu permettant la recherche simultanée de :

L'utilisation du lactose,

La fermentation du glucose,

La production d'H₂S,

La production de gaz,

La β -galactosidase pour les bactéries lactose – (test ONPG).

Métabolisme de glucides

Ensemencement :

La pente est ensemencée (stries serrées).

Le culot est ensemencé par simple piqûre.

Incubation :

A 37°C pendant 18 à 24 heures (ne pas dépasser ce délai) après avoir dévissé le bouchon partiellement ce qui permet les échanges gazeux.

Lecture de résultats :

La pente et le culot sont interprétés indépendamment.

Pente rouge : bactérie lactose-,

Pente jaune : bactérie lactose+,

Culot rouge : bactérie glucose-,

Culot jaune : bactérie glucose+.

Production de gaz

La production de gaz lors de l'utilisation des glucides est mise en évidence par le décollement de la gélose et/ou des bulles dans la gélose.

Bactéries H₂S+ : précipité noir,

Bactéries H₂S- : pas de précipité noir (Ogri F., 2007).

- Test ONPG

A partir de la pente d'un tube lactose – on prélève des colonies afin de faire une suspension épaisse, puis on ajoute stérilement un disque ONPG et on incube à 37° C pendant 30 minutes.

Lecture des résultats :

La suspension est colorée en jaune : présence de la β -galactosidase (ONPG+).

La suspension est restée incolore : absence de la β -galactosidase (ONPG-) (Ogri F., 2007).

- Test Urée-Indole

Dans un tube à hémolyse on met 300 μ l d'urée, on ajoute à l'aide de l'anse une colonie et on la suspend dans le milieu urée.

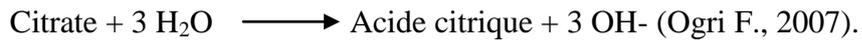
L'incubation se fait à 37°C pendant 14 heures et on effectue une lecture toutes les 10 min pendant 1 heure. En cas de réaction positive, la décomposition de l'urée produit un dégagement d'ammoniac, faisant virer le rouge de phénol au rose, puis au rouge foncé. La réaction est souvent visible au bout de 2 à 4 heures.

Certaines bactéries hydrolysent le tryptophane en indole, qui réagit avec le réactif de Kovacs en donnant une coloration rouge. Après incubation du tube contenant l'urée ensemencée par la colonie, on ajoute 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs la formation d'un anneau rouge indique une réaction positive (Ogri F., 2007).

- Test citrate de simmons

Ce milieu (en tube incliné) ne contient qu'une seule source de carbone, le citrate. Seules les bactéries possédant un citrate perméase seront capable de se développer sur ce milieu.

L'utilisation du citrate peut se faire de diverses manières. Par convention on classera une bactérie dans les citrates plus si elle utilise le citrate en alcalinisant le milieu. Cette réaction est indiquée par le changement de couleur de l'indicateur de pH, le bleu de bromothmol qui vire du vert au bleu au cours de cette réaction alcaline.



- Test Milieu viande foie

Milieu viande foie est principalement utilisé en tube profond pour la détermination du type respiratoire des micro-organismes,

Lecture des résultats

Résultats après incubation 24 heures à 37°C. La hauteur de la culture permet de déterminer le type respiratoire.

A- culture sur toute la hauteur : aéro-anaérobie.

Culture seulement en haut : aérobie stricte.

B- Culture limitée entre 0,5 et 1,5 cm du haut : micro-aérophile.

C- Culture seulement 1 cm au dessous du haut : anaérobie stricte (Ogri F., 2007).

3-1-2-2- Galerie API 20E

L'API 20 E est un système standardisé pour l'identification des *entrebacteraceae* et autres bacilles gram-négatifs non fastidieux, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés, ainsi qu'une base de données. Son principe est basé sur une fermentation et une oxydation de 10 sources de carbone et l'utilisation de 10 tests enzymatiques par *entrebacteraceae* gram-négatifs.

L'API 20E comporte 20 microtubes des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

La lecture des réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique (Ogri F., 2007).

3-1-3- Etude parasitologique

3-1-2-1- Recherche des trophozoïtes

Cette recherche est faite par un examen direct qui consiste à mettre une goutte d'eau sur la lame et la recouvrir avec une lamelle sans l'addition d'aucun produit, ou par un examen direct qui consiste à mettre une goutte d'eau sur la lame la recouvrir avec une lamelle et faire passer une goutte de lugol par diffusion entre lame et lamelle (le lugol colore le noyau des parasites). Nous avons utilisé l'objectif * 10, * 20 puis * 40.

3-1-2-2- Recherche des kystes et des larves

Cette recherche a été réalisée par méthode de flottation (8), cette technique nécessite l'emploi d'une solution aqueuse saturée en sulfate de zinc (33%) (Figure 21).

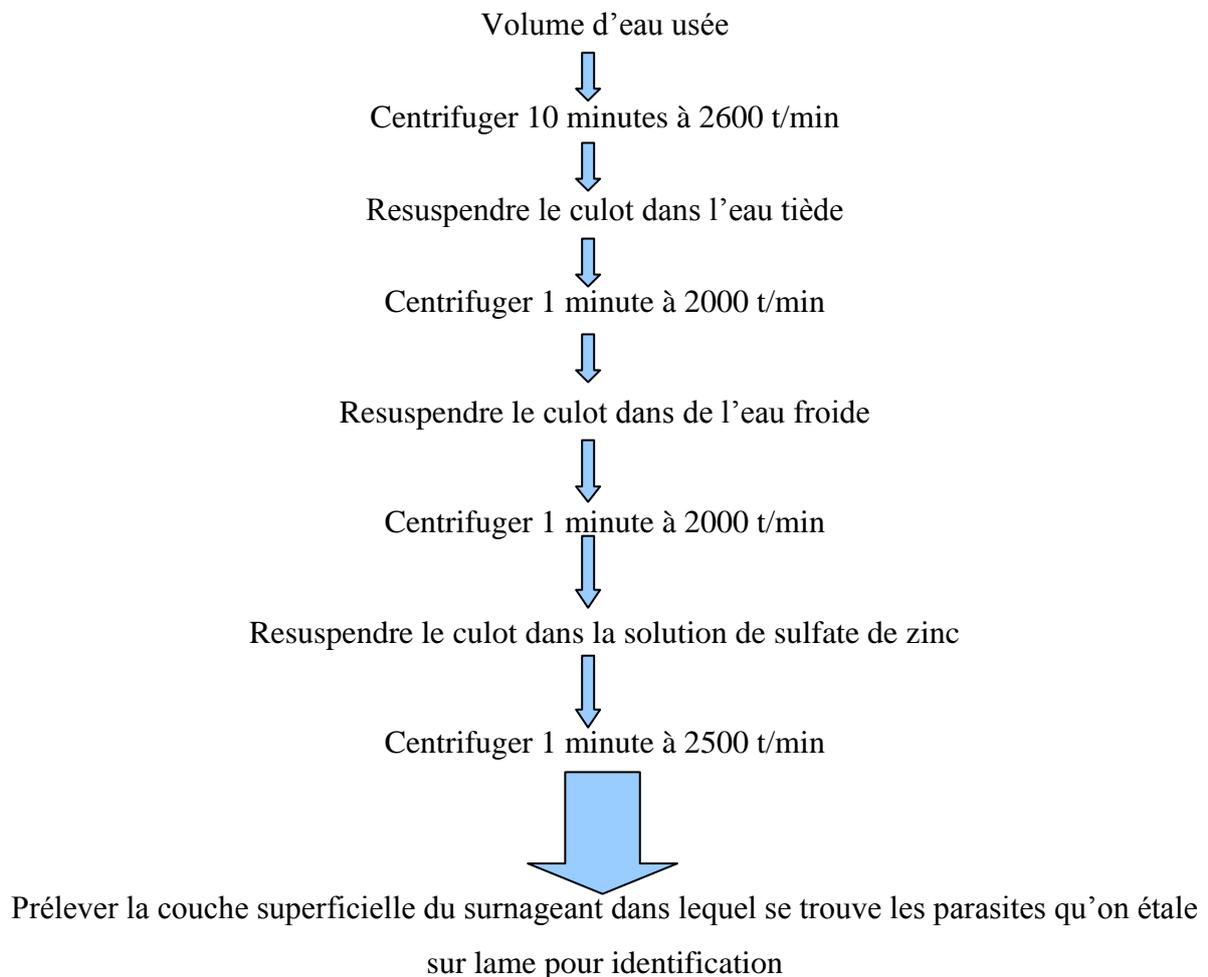


Figure 21 : Etapes de la méthode de flottation, (Karl Radaody M., 2007)

Troisième partie: Résultats et discussions

I- Résultats

Les caractéristiques (cordonnées topographiques, Température, utilisation de l'eau) des différents points suivis sont données sur le tableau n°1:

Tableau 1: Caractéristiques des points des eaux usées étudiées.

Stations	Type de pollution	Cordonnées topographiques	Température de l'eau	Température de l'air	Utilisation
Ben tato	Domestique et industrielle	W : 005 00.073 N : 33 03.221	21°C	22,8°C	Irrigation
Ain boufaous	Domestique	W : 005 01.12 N : 33 03.756	19°C	20,22°C	Irrigation
Oued zitoun	Domestique et industrielle	W : 005 04.349 N : 34 06.297	18,5°C	19,7°C	—
Wislan	Domestique	W : 005 04.453 N : 34 06.756	22°C	22,9°C	Irrigation
Pont de llidou	Domestique	W : 00459.446 N : 34 01.786	22,5°C	23,7°C	Irrigation
Pont de narjiss	Domestique et industrielle	W : 004 59.523 N : 34 01.717	23°C	23,4°C	—
Oued Fès	Domestique	W : 005 01,469 N : 34 02,866	19°C	21°C	—
Quartier industriel Dokkarat	Industrielle	W : 005 60,997 N : 34 02,756	24°C	22,5°C	—
Pont bab Ighoul	Domestique et industrielle	W : 004 59.823 N : 34 02.275	22,5°C	22°C	Lavage des voitures

Les stations d'eaux usées étudiées sont au nombre de neuf et les points de prélèvements d'eaux usées sont au nombre de douze points. Le tableau n°1 montre les différents types de pollutions rencontrées (domestiques et/ou industrielles).

La plus part des eaux usées étudiées sont utilisées pour l'irrigation. La température moyenne des eaux analysées est de l'ordre de 21,2°C et celle de l'air est de 22,02°C.

1-Etude bactériologique

Les résultats de la recherche bactériologique sont résumés dans le tableau n°2 :

Tableau 2 : Résultats des recherches bactériologiques

Stations collectrices des eaux usées	Salmonelles	<i>Vibrions cholériques</i>
Ben tato	Absence	Absence
Ain boufaouz	Absence	Absence
Oued zitoun	Absence	Absence
Wislan	Absence	Absence
Pont de llidou	Absence	Absence
Pont de narjiss	Présence	Absence
Oued Fès	Absence	Absence
Quartier industriel Dokkarat	Présence	Absence
Pont bab lghoul	Absence	Absence

Les résultats concernant la recherche des salmonelles dans les eaux usées ont révélé la présence de deux isolats suspects appartenant au genre *salmonella* le 13 Mai et le 20 Mai respectivement dans la station du pont Narjiss et dans le collecteur du Quartier industriel du Dokkarat.

Les résultats de l'identification de la souche de salmonelle de la station dokkarat par la galerie conventionnelle et la galerie API 20E (Figure 22) a confirmé l'appartenance de cette souche au genre *Salmonella spp.*

Les résultats de l'identification de la souche de *salmonelle* du pont Narjiss a été confirmé par la galerie conventionnelle et par une amplification par PCR dans le laboratoire de biotechnologie microbienne qui nous a permis d'identifier la souche comme une *salmonella typhi*.



Figure 22 : Résultats de la galerie Apie 20E

La recherche des vibrions cholériques, dans nos prélèvements et pendant toute la période du stage, a montrée l'absence de celui-ci.

2- Etude parasitologique

Les résultats qualitatifs des études parasitologiques des eaux usées ont permis de mettre en évidence des kystes de protozoaires : des amibes et des flagelés intestinales ; et des oeufs d'helminthes : des trématodes (Tbleau 3).

Les espèces les plus fréquemment rencontrés dans les eaux usées étudiées sont *Entamoeba histolitica*, *Entamoeba coli*, et *Fasciola hepatica*. Comme il a été rapporté dans la littérature par Alouni Z., (1993).

Tableau 3 : Résultats des recherches parasitologiques

Stations collectrices des eaux usées	Protozoaires				Helminthes
	Flagelés		Amibes		Plathelminthes
	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Chilomastix mesnili</i>	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Fasciola hepatica</i>
Ben tato	+	+	+	+	+
Ain boufaouz	-	+	+	-	+
Oued zitoun	-	-	+	+	-
Wislan	-	-	+	+	+
Pont de llidou	+	-	+	+	+
Pont de narjiss	+	+	+	-	+
Oued Fès	-	-	+	+	+
Quartier industriel Dokkarat	-	-	-	-	-
Pont bab lghoul	-	-	+	+	+

II- Discussion

1- Etude bactériologique

La présence des salmonelles dans les eaux usées analysées au niveau des deux stations Dokkarate et pont Narjiss indique la non conformité de celle-ci selon les Normes Marocaines : NM 03.7.050 et 03.7.051 et les normes des eaux destinées à l'irrigation décrites dans l'arrêté ministériel n° 1276-01 (2002). Ces eaux trouvées contaminées sont souvent utilisées dans l'irrigation.

Ceci pourrait constituer un risque sanitaire potentiel direct pour les utilisateurs de cette eau (Cadillon M., 1987), (Cadillon M., 1989). Comme c'est le cas de la station Bab lghoul où se fait le lavage des voitures manuellement. Le risque de contamination par salmonelle est très

grand, sachant que nous avons rencontré une *salmonelle spp* dans les eaux usées du pont Narjiss qui coulent jusqu'à la station Bab lghoul. L'utilisation de cette eau peut aussi engendrée des risques indirectement pour les consommateurs des cultures marichaières irrigées par cette eau le long de l'oued Mahraz.

A la ville de Fès, la présence de l'espèce *salmonella typhi* dans les eaux usées et dans les cultures marichaires notamment la laitue a été confirmé et rapporté par les travaux de Talouizte et al., (2008). Ce résultat concorde avec ce que nous avons trouvé.

Les bactéries pathogènes *Vibrio cholerae* n'ont pas été détectées, dans les eaux usées au niveau de toute les stations colléctrices étudiées, ceci est en accord avec les travaux de Aboukacem et al., (2007) et de Talouizte et al., (2008).

Ceci pourrait être expliqué par l'absence de porteurs de la maladie et également par l'effet de la température (T° moyenne des eaux usées = $21,2^{\circ}\text{C}$) sur le processus de prolifération des bactéries notamment le vibrion cholérique.

2- Etude parasitologique

Les résultats qualitatifs des analyses parasitologiques des eaux usées ont permis de mettre en évidence des kystes de protozoaires : *Giardia lamblia*, *Chilomastix mesnili*, *Entamoeba histolytica* et *Entamoeba coli* et des oeufs d'helminthes : *Fasciola hepatica*.

Ceci est en désaccord avec la Norme Marocaine de la qualité des eaux destinées à l'irrigation décrites dans l'arrêté ministériel n° 1276-01 (2002) qui exigent l'absence totale des kystes et d'oeufs de parasites dans ces eaux, la présence des nématodes intestinaux et particulièrement *Ascaris sp*, *Trichuris sp* et *Ankylostoma sp* dans les eaux usées est considérée comme un risque majeur pour la santé et pour la réutilisation de ces eaux en agriculture.

Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations

La qualité des eaux usées domestiques et industrielles dépendent de la quantité d'eau consommée, du niveau de vie de la population raccordée au réseau d'assainissement, des habitudes sociales et du type d'habitat.

La réutilisation des eaux usées sans aucun traitement préalable, entraîne des risques sanitaires vu qu'elles sont riches en micro-organismes pathogènes et matières chimiques toxiques.

Le suivi de l'évolution de la pollution microbiologique des eaux usées dans douze points d'eaux usées a montré la présence de deux souches de salmonelle l'une *S. spp* et l'autre *S. Typhi*, et l'absence de *vibrion cholérique*.

L'étude parasitologique a prouvée la présence des kystes de protozoaires : *Giardia lamblia*, *Chilomastix mesnili*, *Entamoeba histolytica* et *Entamoeba coli* et des oeufs d'helminthes : *Fasciola hepatica*.

Les eaux usées analysées sont déconseillées pour être utilisées dans n'importe qu'elles activités.

Dans la future station de traitement des eaux usées de la ville de Fès (STEP), il est nécessaire de faire des analyses en amont et en aval des eaux usées dans.

Utilisation de la PCR pour l'identification rapide des germes lors du traitement est aussi recommandée.

Références bibliographiques

Ait kaci Malik et Hamdi Mohamed salim., (2007-2008): Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued "Béni-Messous", DEUA, institut national des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral.

Aboueloufa M., El Halouani H., Kharboua M., Berrichi A. (2002): Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: Canal principal et Oued Bounâîm. *Actes Inst. Agron. Vet.* 143-150.

Alouni Z., (1993): Flux de la charge parasitaire dans cinq stations d'épuration en Tunisie, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 6, n° 4, 1993, p. 453-462.

Bonhomme A., (2003): Les bactéries du genre vibrio et la santé publique vétérinaire, Thèse, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 109p.

Cadillon M., (1987): Réutilisation agricole des eaux usées. Compte rendu du séminaire sur les eaux usées et milieux récepteurs, Casablanca, chapitre 3, 1- 26.

Cadillon M., (1989): Réutilisation des eaux usées: Contraintes et enjeux. Actes des journées techniques d'assainissement au Maroc, Agadir, 2-26.

Davenport C.V., Sparrow and Gordor.C., (1976): Fecal indicator bacteria persistence under conditions in an ice covered river. *App. Env. Microbiol.*, 32 (4), 527-536.

El Halouani H., (1995): Réutilisation des eaux usées en agriculture et leur impact sur l'environnement : cas de la ville d'Oujda. Thèse de Doctorat, Université Mohamed I^{er}, Faculté des sciences Oujda. 193p.

Festy B, Hartemann p., Ledrans M., Levallois P., Payment P., Tricard D (2003): Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique – Fondement et pratiques, pp.333-368. *Gérin M, Gosselin P, Cordier S, Viau C, Quénel P, Dewailly E, Rédacteurs. Edisem / Tec & Doc, Acton Vale / Paris.*

Foutlane A, Saadallah M., Echihabi L., Bouchich L., (2002): Pollution par les margines et production d'eau potable. Cas de l'Oued Sebou au Maroc, *Eastern Mediterranean Health Journal*, volume 8, N°. 1.

Karl Radaody M., (2007):Techniques coprologiques standards en parasitologie, *Biologie clinique* [90-60-0345].

Klutse A et Baleux B., (1995): Elimination des œufs de nématodes et des kystes de protozoaires des eaux usées domestiques par lagunage à micropyles en zone soudano-sahélienne, *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 8, n° 4, 1995, p. 563-577.

Marchal N., Bourdon J.L. et Richard Cl., (1982): les milieux de culture: pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. *DOIN Ed, Paris. 447p.*

Mlle moussa Moumouni Djermakoye Hamsatou., (2005): Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries : Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines, *Faculté de Médecine Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie*, 119p.

Mra D. And Cairncross S., (1988): Public health aspect in guidelines for the safe use wastewater and excreta in agriculture. WHO/UNEP (Genève). 142p.

Norme Marocaine 03.7.050, 1996.B.O.N°4362 du 21 Mars 1996.

Norme Marocaine 03.7.051, 1996.B.O.N°4362 du 21 Mars 1996.

Ogri F., (2007): Etude de la contamination fécal d'un sol irrigué par des eaux usées (Bathalocalité) de la ville de Fès, Mémoire, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Faculté des sciences Dhar El Mehraz, Fès, 58p.

Salim M., (2008) : Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued _Beni-Messous_ ISMAL - DEUA sciences de la mer.

Schwartzbrod L., (2000): Virus humains et santé publique: Conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture. Centre collaborateur OMS pour les microorganismes dans les eaux usées, 289.

Talouizte H., Merzouki M., Alami A., Bennani L., Benlemlih M., (2007): Evolution de la charge microbienne de la laitue irriguée avec les eaux usées urbaines de la ville de Fès au Maroc, *Tribune de l'eau*. N°642.

Annexe

Fiches techniques des points de prélèvement

Point de prélèvement des eaux usées Narjiss



Province / préfecture : Narjiss.

Commune : Saiss.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** N.
- **Cordonnés topographique :** W : 004 59.523
N : 34 01.717
- **Accès au point :** Facile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activités avoisinante:** Néant.

Point de prélèvement des eaux usées Lidou



Province / préfecture : Sidi brahim.

Commune : Agdal.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** L.
- **Cordonnés topographique :** W : 004 59.446
N : 34 01.786
- **Accès au point :** Difficile.
- **Source de déversement :** Domestique.
- **Activité avoisinante:** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Bab lghoul



Province / préfecture : Agdal.

Commune : Agdal.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** MC.
- **Cordonnés topographique :** W : 004 59.823
N : 34 02.275
- **Accès au point :** Difficile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activité avoisinante:** Lavage des voitures.

Point de prélèvement des eaux usées Ben tato



Province / préfecture : Oued zzehoun.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** BTM.
- **Cordonnés topographique :**
 - W : 005 00.073
 - N : 33 03.221
- **Accès au point :** Facile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Ben tato



Province / préfecture : Oued zzehoun.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** BT.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 00.073
N : 33 03.221
- **Accès au point :** Facile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Ben tato



Province / préfecture : Oeud zzehoun.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** BTD
- **Cordonnés topographique :** W : 005 00.073
N : 33 03.221
- **Accès au point :** Difficile.
- **Source de déversement :** Domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Ben tato



Province / préfecture : Oeud z Zitoun.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** TANN.
- **Cordonnées topographiques :** W : 005 00.073
N : 33 03.221
- **Accès au point :** Facile.
- **Source de déversement :** Industriel .
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Ain boufaouz



Province / préfecture : Jnan louerd.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** A B.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 01.132
N : 33 03.756
- **Accès au point :** Très difficile.
- **Source de déversement :** Domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Wislan



Province / préfecture : Sidi brahim.

Commune : Agdal.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** W.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 04.453
N : 34 06.756
- **Accès au point :** Facile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Oued zitoun



Province / préfecture : Andalouss bab jdid rressif.

Commune : Fès Imadina.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** ZIT.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 04.349
N : 34 06.297
- **Accès au point :** Difficile.
- **Source de déversement :** Industriel et domestique.
- **Activité avoisinante :** Utiliser à l'irrigation des cultures de périmètres.

Point de prélèvement des eaux usées Oued Fès



Province / préfecture : Oeud fès.

Commune : Mriniyin chrarda.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** F.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 01,469
N : 34 02,866
- **Accès au point :** Très difficile.
- **Source de déversement :** Domestique.
- **Activité avoisinante :** Néant.

Point de prélèvement des eaux usées Dkkarat



Province / préfecture : Dokkarat.

Commune : Agdal.

Caractéristique du point de prélèvement :

- **Code :** D.
- **Cordonnés topographique :** W : 005 60,997
N : 34 02,756
- **Accès au point :** Difficile.
- **Source de déversement :** Domestique.
- **Activité avoisinante :** Néant.