

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Option: Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

**Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des
eaux de rejets industriels. Cas de la conserverie Amor
BENAMOR (CAB) Guelma**

Présenté par :

- BECHAA Besma
- KHANFRI Amira

Member de jury:

President : Mr. KACHI Slimane (M.C.A)
Examineur : Mr. GUETTAF Mohamed (M.A.A)
Promoteur : Mr. GHRIEB Lassaad (M.C.B)

Promotion Juin 2013

Abstract

Water is one of the essential components of most major processors of food products. After use, the majority of the process effluent is returned to the environment.

Our work has involved the study of the quality of industrial water discharges from a private canning (Amor BENAMOR). It uses the system activated for the purification of the water before being discharged into the environment sludge.

The results of physicochemical analysis presented in this work showed that the waters have minimum temperatures up to 19 ° C and varying between 7.0 and 7.8 pH. The elimination of nitrogen compound namely NO₂ -, NO₃ -, NH₄ + and confirms the effectiveness of the treatment processes in the station.

The degradation of the pollutant is no tied at the treatment plant with BOD values equal to 21mg / l and COD equal to 55mg / l, which explains the operation of the treatment plant.

Bacteriological analysis of the wastewater showed that concentrations of fecal coliforms and fecal streptococci are high and for sulphite-reducing bacteria at the treatment plant. By cons, there is a complete absence of pathogens in the four sites.

It remains to say that the purification system used in this cannery have an acceptable performance on the water discharge that can be discharged into the receiving environment.

Keywords: Industrial waste waters, Activated sludge, purification, physicochemical and biological indicators, station of purification.

Résumé

L'eau est un des éléments essentiels de la plupart des grandes entreprises de transformation de produits alimentaires. Après utilisation, la plus grande partie de cette eau usée de procédé est retournée à l'environnement.

Notre travail a concerné l'étude de la qualité des eaux de rejets industriels d'une conserverie privée (Amor BENAMOR). Celle-ci utilise le système des boues activées pour l'épuration de ces eaux avant d'être rejetées dans la nature.

Les résultats de l'analyse physicochimique présentés dans ce travail ont montré que les eaux ont des températures minimales pouvant atteindre 19°C et un pH oscillant entre 7,0 et 7,8. L'élimination des composés azotés à savoir NO_2^- , NO_3^- , et NH_4^+ confirme l'efficacité des procédés de traitement dans la station.

La dégradation de la matière polluante est remarquée au niveau de la station d'épuration avec les valeurs de DBO égale à 21mg/l et de DCO égale à 55mg/l ; ce qui explique le bon fonctionnement de cette station d'épuration.

L'analyse bactériologique de ces eaux usées a montré que les concentrations en coliformes fécaux et streptocoques fécaux sont élevées ainsi que pour les germes sulfite-réducteurs au niveau de la station d'épuration. Par contre, on note l'absence totale des germes pathogènes dans les quatre sites.

Reste à dire que le système d'épuration utilisé au sein de cette conserverie a une efficacité acceptable sur les eaux de rejets qui peuvent être rejetées dans le milieu récepteur.

Mots clés : Les eaux de rejets industriels, des boues activées, l'épuration, les indicateurs physicochimiques et bactériologiques, station d'épuration.

ملخص

الماء هو عنصر أساسي في معظم مصانع المنتجات الغذائية، بعد استخدامه يتم إرجاع كمية كبيرة منه على شكل نفايات سائلة إلى البيئة .

قمنا بدراسة على نوعية مياه الصرف الصناعي لمصنع عمر بن عمر الذي يستخدم نظام الحمأة المنشطة لتنقية المياه قبل تصريفها في البيئة.

وأظهرت نتائج تحاليل الكيميوفيزيائية في هذا العمل أن الحد الأدنى لدرجة الحرارة لهذه المياه تصل إلى 19 درجة مئوية، درجة الحموضة تتراوح ما بين 7,0 - 7,8 . القضاء على الأزوتية NO_2^- , NO_3^- , et NH_4^+ يؤكد فعالية عمليات المعالجة .

ويلاحظ انحلال الملوثات في محطة المعالجة مع القيم BOD يساوي 21مغ / لتر و COD يساوي 55مغ / لتر، وهو ما يفسر تشغيل محطة المعالجة.

وأظهر التحليل البكتريولوجي لمياه الصرف الصحي أن تركيزات القولونيات البرازية والعقديات البرازية مرتفعة وكذلك البكتيريا البكتريا الالهوائية المختزلة للكبريتيت في محطة المعالجة. و في المقابل هناك غياب كامل للمسببات الأمراض في المواقع الأربعة.

بقي أن نقول أن النظام المستخدم في هذا المصنع لتنقية المياه مقبول الأداء، حيث يمكن لتلك المياه تصريفها في البيئة.

كلمات البحث : مياه الصرف الصناعي، الحمأة المنشطة ، تنقية المؤشرات الكيميائية الفيزيائية ، و البيولوجية، محطة معالجة مياه الصرف.

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la force pour mener à bout ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre respectueux remerciement, et profonde reconnaissance à notre encadreur Mr. GHRIEB LASSAAD; qui nous a orienté et conseillé tout au long de ce travail, qu'il soit vivement remercié.

Nous remercierons également les membres de jury tout d'abord Mr. KACHI Slimane et Mr. GUETAF Mohamed qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Nous sommes redevables à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation durant ces cinq dernières années.

Nous souhaitons à adresser nos remerciements les plus sincères du groupe d'AMOR BENAMOR où nous avons fait notre stage.

Nous remercions le docteur MAOUI Ammar de nous avoir acceptées dans son laboratoire, où une partie de ce travail a été réalisée, sans oublier Mr. GAROUI et Mr. TOUATI, en tant que des doctorants de laboratoire pour leur aide permanent à l'exécution des analyses.

Nous voulons exprimer nos remerciements et notre gratitude à toutes les personnes de la direction de santé de la wilaya de Guelma en particulier Mr. KEBIACHE HASSEN, Mr. ABD AL RAHMANE et Melle. NEBTI HASNA.

Nous remercions également tout les personnels du laboratoire de station d'épuration des eaux usées Guelma.

Un remerciement particulier à nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches amis, qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

Merci à toutes les personnes qui nous ont accompagnés de près ou de loin dans ce parcours de formation.

Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction

Chapitre 1 : Généralité

1. Définition de l'eau usée.....	2
2. Origine des eaux usées.....	2
2.1. Les eaux usées industrielles.....	2
2.2. Les eaux usées domestiques.....	2
2.3. Les eaux d'agricoles.....	3
2.4. Les eaux pluviales.....	3
3. Epuration des eaux usées.....	3
3.1. Le prétraitement.....	3
3.2. Le traitement primaire.....	3
3.3. Traitement secondaire : Traitement biologique.....	4
3.3.1. La voie anaérobie.....	4
3.3.2. La voie aérobie.....	4
3.3.2.1. Les traitements conventionnels.....	4
3.3.2.1.1.Le bassin d'aération.....	4
3.3.2. 1.2.Le décanteur secondaire (ou clarificateur secondaire).....	5
3.3.2.2 Traitements extensifs : Le lagunage	7
3.4. Les traitements tertiaires.....	9
3.4.1. L'élimination de l'azote.....	9
3.4.2. L'élimination du phosphore :.....	10
3.4.3. La désinfection.....	10
3.4.4. Le traitement des odeurs.....	10

4. Epuration des eaux usées en Algérie.....	11
---	----

Chapitre 2: Cadre géographique et cycle de l'eau dans l'usine

1. Histoire de l'unité (Conserverie Amor BENAMOR).....	12
2. Utilisation de l'eau dans l'usine.....	14
2.1. Traitement de l'eau brute.....	14
2.1.1. Le prétraitement.....	14
2.1.1.1. Le captage et dégrillage.....	14
2.1.1.2. Le pompage.....	14
2.1.2. Floculation /coagulation et décantation.....	15
2.1.3. Filtration.....	16
2.1.4. Ultrafiltration.....	16
2.1.5. Déferrisation et démanganisation.....	16
2.1.6. Filtration fine.....	16
2.1.7. Stérilisation.....	16
2.2. Traitement des eaux rejets.....	17
2.2.1. Description de la station.....	17
2.2.2. Fonctionnement de la station d'épuration.....	19
2.2.2.1. Filtration.....	19
2.2.2.2. Alimentation.....	19
2.2.2.3. Aération.....	19
2.2.2.4. Sédimentation.....	19
2.2.2.5. Décharge.....	19

Chapitre 3: Matériels et méthodes

1. Prélèvement des échantillons.....	21
2. Mode de prélèvement.....	21
3. Méthode d'analyse bactériologique.....	23

3.1.	Recherche et dénombrement de la flore totale.....	23
3.2.	Recherche et dénombrement des germes témoins de contamination fécale.....	25
3.3.	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	28
3.4.	Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs.....	29
3.5.	Recherche des germes pathogène.....	30
3.5.1.	Recherche des staphylocoques	31
3.5.2.	Recherche des Pseudomonas.....	31
3.5.3.	Recherche des salmonelles.....	31
3.5.4.	Recherche des vibrio cholérique	33
3.6.	La galerie classique.....	35
3.7.	La galerie APi20 NE.....	36
4.	Analyse physico-chimique.....	37
4.1.	Mesure de potentiel d'hydrogène (pH) et de température (T).....	37
4.2.	Mesure de la conductivité.....	38
4.3.	Oxygène dissous (O.D).....	38
4.4.	Demande biologique en oxygène (DBO).....	38
4.5.	La demande chimique en oxygène (DCO).....	39
4.6.	Dosage de chlorure (Cl ⁻).....	41
4.7.	Sulfate (SO ₄ ⁻).....	41
4.8.	Dureté ou titre hydrotimétrique (TH).....	42
4.9.	Calcium (Ca ⁺⁺).....	42
4.10.	Dosage des éléments azotés et les orthophosphates.....	43
4.10.1.	Dosage de l'ammonium (NH ₄ ⁺).....	43
4.10.2.	Dosage de nitrite (NO ₂ ⁻).....	43
4.10.3.	Dosage de nitrate (NO ₃ ⁻).....	44
4.10.4.	Dosage de phosphate (PO ₄ ⁻).....	44

Chapitre 4: Résultats et discussion

1. Analyse bactériologique.....	45
1.1. Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totales.....	45
1.2. Le dénombrement des coliformes.....	46
1.3. Dénombrement des Streptocoque fécaux.....	47
1.4. Germes anaérobie sulfito-réducteur.....	48
1.5. Germes pathogènes.....	49
2. Les paramètres physicochimiques.....	49
2.1. La température.....	49
2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	49
2.3. La conductivité électrique.....	50
2.4. l'oxygène dissout.....	51
2.5. La demande biologique en oxygène (DBO).....	52
2.7. les chlorures et les sulfates.....	52
2.8. La dureté et calcium.....	53
2.9. Les éléments azotés.....	54
2.10. Les phosphates.....	55
3. Analyse comparative des résultats.....	56
3.1. Avant épuration.....	56
3.2. Après épuration.....	57

Conclusion

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

A la chandelle de ma vie, mes très chers parents, qu'ils trouvent ici l'expression de mes sentiments les plus profonds pour le confort moral et leur grand amour qu'ils m'ont assuré tout au long de mes études.

A qui le destin n'a pas permis d'assister à ma consécration, à l'âme de ma grande mère qui aurait tant voulu me voir ce jour ici.

A mon cher frère Rabah Abd Allah.

A mon adorable sœur Safa.

A chaque membre de la famille KHANFRI qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements.

A ma cousine Rawya et sa fille « Ines ».

A mes charmantes Amira, Yasmine et je souhaite un bon rétablissement à Nada.

A mes fidèles amies Sihem, Zeineb, Nabila, Hadjer et Sara ...à qui je souhaite beaucoup de réussite et de prospérité.

A mon amie et mon binôme BECHAA Bisma.

A tous mes camarades de promotion.

Aux gens qui m'aiment et m'estiment...

KHANFRI Amira

Dédicace

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A mon cher frère Sabri.

A mes chères sœurs Takwa et Arafa.

A chaque membre de la famille (Bechaa, Belouar) qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements.

Sans oublier mes grands parents qui aurait tant voulu me voir ce jour ici.

Une salutation spéciale pour les charmantes Asma et Serine.

A mes adorables amies Sihem, Zeineb et Nabila...à qui je souhaite beaucoup de réussite et de prospérité.

Une dédicace parfumée pour mes fidèles amis Akrem et Abdou.

A mon amie et mon binôme Khanfri Amira.

A tous mes camarades de promotion.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Bechaa Bisma

Liste des abréviations

Ag₂SO₄	:	Sulfate d'argent.
ASR	:	Anaérobie sulfito-réducteur.
BCPL	:	Bouillon Lactosé au Poudre Bromocrésol.
BGN	:	Bacilles Gram Négatifs.
Ca⁺⁺	:	Calcium.
CT	:	Coliformes totaux.
CF	:	Coliformes fécaux.
SF	:	Streptocoques fécaux.
CAB	:	Conserverie AMOR Benamor.
CE	:	Conductivité Electrique.
Cl-	:	Chlorure.
DBO	:	Demande Biologique en Oxygène.
DBO5	:	Demande Biologique en Oxygène après 5 jours à l'abri de la lumière.
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène.
EDTA	:	Acide Ethylène Diamine Tétracétique.
EPA	:	Eau Peptone Alcaline.
EPA	:	Eau Peptone Exemple d'indole.
FAO	:	Food and Agriculture Organization.
GNAB	:	Gélose Nutritive Alcaline Biliée.
H₂S	:	Sulfite d'hydrogène.
H₂SO₄	:	Acide sulfurique.
HP	:	Haute pression.
K₂Cr₂O₇	:	Dichromate de potassium.

MMS	:	Matière en Suspension Minérale.
MVS	:	Matière en Suspension Volatile.
NaOH	:	Hydroxyde de sodium.
NE	:	Non Entérobactéries.
NH₄⁺	:	L'azote ammoniacal.
NO₂⁻	:	L'azote des nitrites.
NO₃⁻	:	L'azote des nitrates.
NPP	:	Nombre le Plus Probable.
NTK	:	Azote Total réduit.
O.D	:	Oxygène Dissous.
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé.
ONPG	:	Ortho-Nitro-Phényl-Galactopyranoside.
pH	:	Le potentiel d'hydrogène.
PNPG	:	4-Nitrophenyl β-D-Glucuronide.
PO₄⁻	:	Phosphate
S/C	:	Simple concentration.
SFB	:	Selenite F Broth.
SO₄⁻	:	Sulfate.
STEP	:	Station d'épuration.
TDA	:	Tryptophane désaminase.
TGEA	:	Tryptone Glucose Extract Agar.
TH	:	Titre hydrotimétrique.
UV	:	Ultra-violet.

VF : viande de foie.

Liste des figures

N° de figure	Le titre	N° de page
01	Système d'épuration par les boues activées.	08
02	Système d'épuration par le lit bactérien.	08
03	Système d'épuration par les biofiltres.	08
04	Système d'épuration par le lagunage.	08
05	Situation géographique de la zone d'étude.	13
06	Photo des pompes HP 15.	15
07	Bassin de floculation-coagulation.	15
08	Photo d'un filtre à sable.	16
09	Système de traitement des eaux brutes dans l'usine de CAB.	17
10	Schéma de la station d'épuration des eaux de rejets dans l'usine CAB.	18
11	Les bassins de station d'épuration à base des boues activées.	20
12	Photo des souffleurs.	20
13	Site de prélèvement 1.	22
14	Site de prélèvement 2.	22
15	Site de prélèvement 3.	22
16	Site de prélèvement 4.	22
17	Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22°C et 37°C dans les eaux.	24
18	Recherche et dénombrement des coliformes.	27
19	Recherche et dénombrement des spores de bactérie anaérobie sulfite-réductrices (ASR).	30
20	Recherche et identification des Salmonelles.	33
21	Recherche et identification des vibrions.	34
22	La lecture de L'API 20NE.	37
23	Variation des températures au niveau des sites de prélèvement.	49
24	Variation de pH au niveau des sites de prélèvement.	50
25	Variation de la conductivité électrique au niveau des sites de prélèvement.	50

26	Evolution des teneurs en oxygène dissous au niveau des sites de prélèvement.	51
27	Evolution des teneurs en chlorure et sulfate au niveau des sites de prélèvement.	53
28	Variation de la dureté au niveau des sites de prélèvement.	53
29	Evolution des teneurs en calcium au niveau des sites de prélèvement.	54
30	Evolution des teneurs en nitrate, nitrite et ammonium au niveau des sites de prélèvement.	54
31	Evolution teneurs en phosphate au niveau des sites de prélèvement.	55

Liste des tableaux

Numéro de tableau	Titre	Numéro de page
01	L'histoire de l'industrie CAB.	12
02	Les différentes techniques utilisées pour l'identification.	35
03	Les résultats de la flore mésophile aérobie totale.	46
04	Les résultats des coliformes totaux.	47
05	Les résultats des coliformes fécaux.	47
06	Les résultats des Streptocoques fécaux.	48
07	Les résultats des anaérobie sulfito-réducteurs.	48
08	Valeurs moyennes de la DBO5.	52
09	Valeurs moyennes de la DCO.	52
10	Evolution temporelle des paramètres physicochimiques des eaux de rejets avant épuration.	56
11	Evolution temporelle des paramètres physicochimiques des eaux de rejets avant épuration.	57

Listes d'annexe

Annexe 1

Tableau 01 : Table de Mac GRADY pour les résultats de NPP.

Annexe 2

Figure 01: Résultats des FMATs.

Figure 02: Résultats du test présomptif (coliformes totaux) : (a) test négatif ; (b) test positif.

Figure 03: Résultats de test confirmatif (coliformes fécaux).

Figure 04 : Résultats des streptocoques : (a) test confirmatif; (b) test présomptif.

Figure 05: Résultats des anaérobies sulfito-réducteurs.

Figure 06: Milieu Hektoen.

Figure 07: Milieu Chapman.

Figure 08: Milieu Citrimide.

Figure 09: Milieu GNAB.

Figure 10: Milieu Saborraud.

Figure 11: Les différents résultats de TSC.

Figure 12: Les différents résultats de la galerie classique.

Figure 13 : Les différents résultats d'oxydase.

Figure 14 : Résultats de Gram.

Figure 15: Résultat de l'Api 20NE.

Annexe 3

Tableau 01: Aspect macroscopique et microscopique ainsi que les tests réalisés.

Tableau 02: Résultats des TSI.

Tableau 03: Les résultats de la galerie biochimique classique.

Tableau 04: Résultat de l'Api 20NE.

Annexe 4

Figure 01 : Résultat de dosage de chlorure.

Figure 02 : Résultat de dosage de sulfate.

Figure 03 : Résultat de la dureté.

Figure 04: Résultat de dosage de calcium.

Figure 05 : Résultat de dosage de phosphate.

Figure 06 : Résultat de dosage de l'ammonium.

Figure 07 : Résultat de dosage de nitrate.

Figure 08 : Résultat de dosage de nitrite.

Annexe 5

Tableau 01 : Les normes des eaux de rejet après épuration.

CHAPITRE I
GENERALITES SUR
L'EAU

CHAPITRE II

CADRE

GEOGRAPHIQUE ET

CYCLE DE L'EAU

DANS L'USINE

CHAPITRE III

MATERIELS ET

METHODES

CHAPITRE V
RESULTATS ET
DISCUSSION

Références Bibliographiques

Introduction

Conclusion

Annexes

Introduction

L'eau, ressource précieuse et essentielle à la vie, a joué et joue toujours un rôle fondamental dans le développement des industries.

Les entreprises artisanales et industrielles produisent des eaux usées dont la nature diffère en général de celle des eaux usées ménagères. Elles peuvent notamment contenir des substances dangereuses pour l'environnement, être susceptibles d'endommager les collecteurs publics ou de perturber le fonctionnement de la station d'épuration.

Elles s'efforcent de traiter leurs rejets industriels dans les meilleures conditions environnementales et économiques. Les innovations technologiques sont à cet égard déterminantes, pour les aider à réduire leurs émissions polluantes au moindre coût et à mieux maîtriser les risques industriels.

Dans ce cadre d'épuration des eaux usées, il existe actuellement des procédés biologiques de traitement tel que les lagunages et les boues activées.

Aux cours des procédés de traitement, l'eau entre en contact avec des matières minérales ou organiques, elle les dissout partiellement ou les entraîne à l'état de suspension colloïdale.

La gestion des eaux usées doit contribuer à réduire la pression sur les ressources naturelles: récupérer et produire de l'énergie, recycler les eaux industrielles en eau propre, transformer en ressources les constituants valorisables qu'elles contiennent et remplissant les critères de performance et de fiabilité qui permettent de répondre aux exigences réglementaires de rejet et de sécurité.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer le degré de pollution des eaux d'un rejet industriel d'une conserverie privée (Amor BENAMOR) et de voir par conséquent la fiabilité des procédés utilisés dans cette station qui fonctionne avec procédé de boue activées. Cette étude est basée sur l'analyse de différents paramètres de caractérisation d'une eau usée qui sont ensuite comparés aux critères et normes de déversements industriels pour en déduire enfin les procédés de traitement adaptés pour cette zone industrielle.

Pour cela, nous avons structuré ce travail en quatre chapitres :

- ❖ Le premier est consacré à donner des idées générales sur les eaux usées, les modes de leur épuration, l'épuration des eaux dans l'industrie.
- ❖ Le deuxième chapitre, est réservé à la présentation du site d'étude et au cycle de l'eau dans l'usine.
- ❖ Dans le troisième chapitre, sont présentés les matériels et méthodes utilisés pour réalisation du présent travail.
- ❖ Le dernier chapitre, constitue l'essentiel de ce mémoire, lequel porte les résultats et discussions. Celui-ci est composé de :
 - Une étude bactériologique des eaux usées de la station avant et après épuration.
 - Une étude physicochimique à l'entrée et la sortie de la station.
 - Une étude comparative de nos résultats avec ceux de l'usine pendant une période donnée.

1. Définition de l'eau usée

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique (METAHRI, 2012). A cette charge s'associe presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales (ABDA, 2009). Elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance.

2. Origine des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes, on distingue quatre catégories d'eaux usées :

2.1. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultants d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales.

En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. Les eaux usées industrielles contiennent en plus de toutes ces matières, toutes sortes de microorganismes : champignons, protozoaires, bactéries, virus.

Certaines d'entre elles nécessitent un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (DAFFRI, 2008).

2.2. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en eaux de ménagères, qui sont chargées de détergents, de graisses, de solvants, et de débris organiques, et en eaux de vannes qui sont des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées ou non et germes fécaux (BELAHMADI, 2011).

2.3. Les eaux d'agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux qui n'est pas du tout négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides (BONTOUX, 1993).

Les épandages d'engrais nitrates et phosphates qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles (TARMOUL, 2007).

2.4. Les eaux pluviales

Les eaux pluviales sont des précipitations liquides d'eau atmosphérique. Elles regroupent les eaux météoriques et celles ruisselant sur les surfaces urbaines (VALIRON 1990). Les eaux de pluie contiennent à l'état dissous des gaz de l'atmosphère mais, en faible quantité, les différentes combinaisons chimiques rencontrées dans l'atmosphère et une multitude de poussières organiques voire des microorganismes. Elles sont par ailleurs chargées en divers contaminants, dont des concentrations importantes en métaux (LASSABATERE, 2002).

3. Epuration des eaux usées

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

3.1. Le prétraitement

Un prétraitement comporte un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécanique. Pour éliminer la plus grande quantité possible d'éléments, constitueront une gêne pour les traitements ultérieurs, principalement des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage) (TARMOUL, 2007).

3.2. Le traitement primaire

Les procédés de traitement primaire sont physiques ou éventuellement physico-chimiques, et produisent des boues primaires (VAILLANT, 1974). Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants.

3.3. Traitement secondaire : Traitement biologique

Le traitement secondaire a pour objectif principal : l'élimination des composés d'origine organique (pollutions carbonées et azotées) (ATTAB, 2011). Il s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépend des matières organiques "biodégradables" qui constituent pour eux des aliments (TARMOUL, 2007).

3.3.1. La voie anaérobie

Ce processus est réalisé par l'intervention des micro-organismes anaérobies tels que les bactéries, les protozoaires et quelques champignons anaérobies (EFFEBI, 2009). Les bactéries anaérobies en particulier, les bactéries méthanogènes qui conduisent, à la formation du méthane à partir de la matière organique, et à un degré moindre de CO₂ (TARMOUL, 2007). Il se fait par quatre étapes différentes, l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse (EFFEBI, 2009).

3.3.2. La voie aérobie

Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées, le carbone organique y est dégradé par la respiration bactérienne.



La voie aérobie peut se réaliser par des traitements « conventionnels » ou par des traitements « extensifs ».

3.3.2.1. Les traitements conventionnels

Ils sont constitués de deux phases successives:

3.3.2.1.1. Le bassin d'aération :

Le bassin contient des micro-organismes qui, grâce à l'injection d'O₂, consomment la pollution dissoute et se développent. Ce mélange forme les boues activées (ou boues biologiques).

3.3.2.1.2. Le décanteur secondaire (ou clarificateur secondaire)

Après le bassin d'aération, l'eau traitée passe par débordement dans le décanteur où elle sera séparée des boues par décantation de celles-ci au fond du décanteur (VANDERMEERSCH, 2006).

Dans ce traitement, on trouve deux types de procédé :

❖ Les procédés aérobies à culture libre

- Les boues activées

L'épuration biologique des eaux usées par les boues activées est principalement basée sur l'activité de culture bactérienne maintenues en état aérobie et alimentées par l'eau à épurer. Le mélange micro-organismes épurateurs et l'eau à épurer est appelé "boues biologiques" ou "floc". Puis s'effectue la séparation des "eaux épurées" et "boues activées" (Fig.01) [1].

Il y'a trois principales utilisations spécifiques des boues activées :

- Eliminations de la pollution carbonée (matières organiques).
- Elimination de la pollution azotée.
- Elimination biologique du phosphore.

La boue activée est constituée essentiellement de bactéries et de protozoaires, parfois de champignons, de rotifères et de nématodes (ABDA, 2009).

Le procédé de la boue activée est réalisé en deux phases :

▪ L'oxydation de la pollution

Dans un bassin d'aération ; l'eau à épurer est mise en contact avec la masse des microorganismes épurateurs alimentés en oxygène par des aérateurs mécaniques ou par injection d'air.

L'aération prolongée se caractérise par une quantité importante de microorganismes épurateurs par rapport à la quantité de substrat à dégrader (BERNARD, 2010).

▪ La décantation :

Elle permettant la séparation physique de l'eau épurée des microorganismes épurateurs dans un décanteur [1].

Afin de conserver un stock constant et suffisant des microorganismes pour assurer le niveau d'épuration recherché, une grande partie des boues extraites du décanteur est réintroduite dans le bassin d'aération pour assurer une forte concentration compatible avec la charge désirée de l'épuration et un âge suffisamment élevée des boues activées.

Ainsi l'extraction et l'évacuation des boues en excès sont stockées dans un dispositif avant valorisation agricole par exemple (TARMOUL, 2007).

❖ Les procédés aérobies à culture fixée

• Les lits bactériens et les biofiltres

Le principe de ces procédés consiste à faire percoler l'eau à traiter à travers un matériau sur lequel se développent les bactéries qui constituent alors un biofilm sur le support. Le type de matériau varie suivant les procédés :

- Les lits bactériens utilisent des galets ou support alvéolaires (Fig.02).
- Les biofiltres utilisent des matériaux de plus petite: des agriles cuites, des graviers ou des sables (Fig.03) (ABDA, 2009).

Le traitement par le biofiltre combine les actions épuratrices de la filtration et de l'activité microbienne. C'est un traitement rapide à mettre en place, prend peu de place, et qui ne nécessite pas de bassin de clarification (DJEDDI, 2007).

Une épuration sur lit bactérien permet d'éliminer non seulement virus et bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95 %) mais aussi les œufs d'helminthes (20 à 90 %) et les kystes de protozoaires (83 à 99 % des kystes d'*Entamoeba histolytica*).

3.3.2.2. Traitements extensifs : Le lagunage

C'est une technique naturelle d'épuration des eaux usées basées sur la déséutrophisation. Il s'inspire des systèmes naturels d'épuration et filtration des microorganismes, des algues et des plantes aquatiques.

Le lagunage consiste à déverser les eaux usées dans plusieurs bassins successifs de faible profondeur (Fig.04) (TARMOUL, 2007).

- ❖ Le bassin anaérobie permet de diminuer la charge en matière organique.
- ❖ Le bassin facultatif permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies.

Il existe deux types de bassins facultatifs, selon les végétaux qu'ils comprennent :

- ✓ Les bassins à microphytes : ils contiennent des algues microscopiques (essentiellement les algues vertes ou bleues),
- ✓ Les bassins à macrophytes : ils contiennent des végétaux macroscopiques, sous formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux).
- ❖ Le bassin de maturation va permettre l'élimination des pathogènes ; notamment sous l'action des UV (VANDERMEERSCH, 2006).

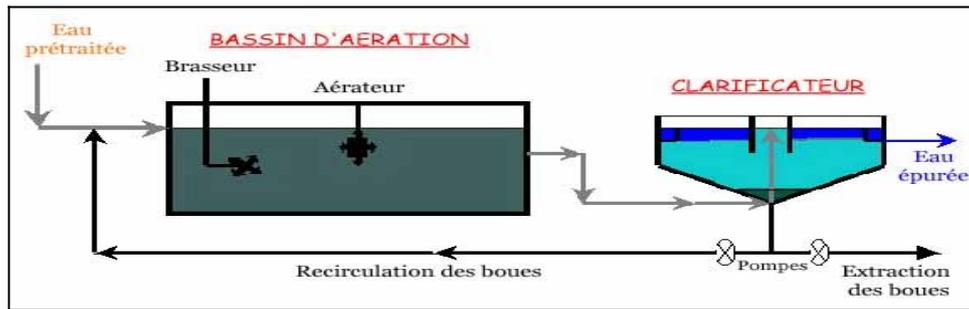


Figure 01: Système d'épuration par les boues activées [2].

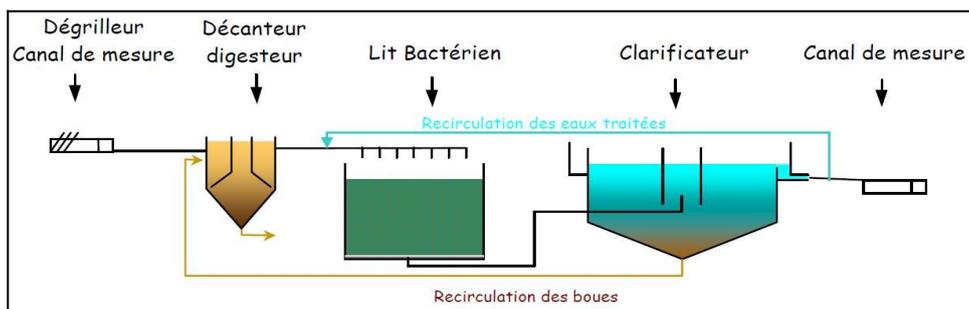


Figure02: Système d'épuration par le lit bactérien [3].

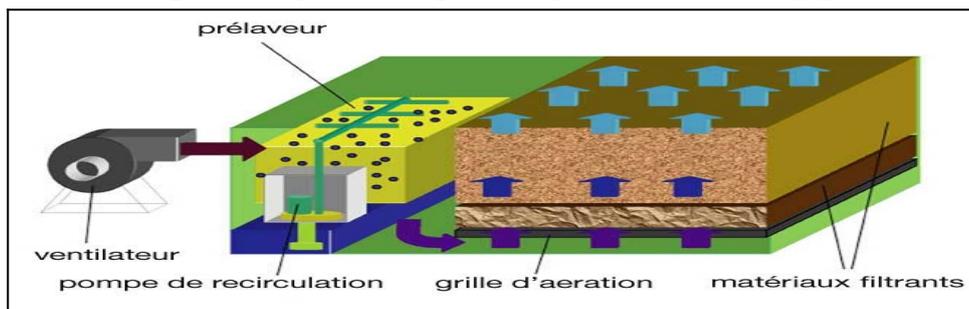


Figure 03: Système d'épuration par les biofiltres [4].

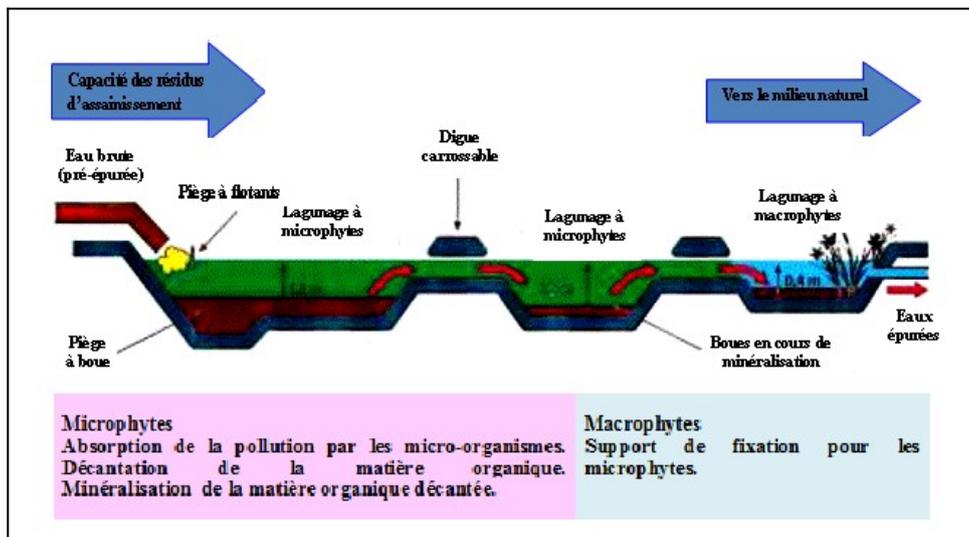


Figure 04: Système d'épuration par le lagunage [5].

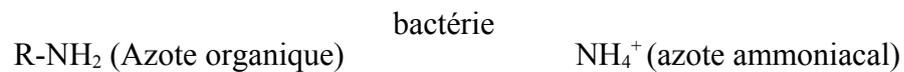
3.4. Les traitements tertiaires

Les traitements tertiaires regroupent tous les traitements complémentaires pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles. Ils englobent, principalement, l'élimination de l'azote, l'élimination du phosphore et la désinfection, mais aussi le traitement des odeurs (TARMOUL, 2007).

3.4.1. L'élimination de l'azote

Le principe de l'élimination biologique de l'azote se fait en quatre étapes indispensables, suivant le cycle biologique de l'azote :

❖ Ammonification :



❖ Assimilation :



❖ Nitrification :

- La nitritation, qui est la transformation de l'ammonium en nitrite, est essentiellement liée aux Nitrosobactéries (genre *Nitrosomonas*)



- Nitratation, au cours de laquelle les nitrites sont oxydés en nitrates, est principalement l'œuvre des Nitrobactéries (genre *Nitrobacter*).



- Dénitrification: C'est le processus de réduction de l'azote nitrique à un degré d'oxydation plus faible.

Matière organique NO₃ Nouvelles Bactéries + Bactéries + N₂ + H₂O + CO₂

Certains microorganismes, généralement hétérotrophes, sont en fait capables, en période d'anoxie, d'utiliser les ions nitrites et nitrates au lieu de l'oxygène dissous dans leur chaîne respiratoire et donc de réaliser cette transformation de l'azote nitrique. On estime que 25 à 40% de la biomasse d'une boue activée est dénitrifiant facultative (DHAOUADI, 2008).

3.4.2. L'élimination du phosphore :

L'élimination du phosphore, ou "déphosphoration", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

Déphosphoration par des voies physicochimiques se fait par l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation.



La déphosphoration biologique est fondée sur l'alternance des phases d'anaérobie et d'aération. Elle consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues (DHAOUADI, 2008).

3.4.3. La désinfection

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies.

Elle sera réalisée par des traitements de désinfection chimique par le chlore ou l'ozone (O₃), ou physique par les rayons ultraviolets, la filtration ou lagunes de finition.

3.4.4. Le traitement des odeurs

La dépollution des eaux usées produit des odeurs. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leur traitement, ainsi que les installations de prétraitement.

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place, au sein des stations d'épuration. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Les gaz malodorants sont captés puis envoyés dans des tours de lavage, où un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et/ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel), réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs (MARTIN et LAFFORT, 1991).

4. Epuration des eaux usées en Algérie

L'Algérie a connu ces dernières années d'énormes investissements dans le domaine des mises en place des stations d'épuration, qui sont, en effet, en nombre ascendant. Ces stations ont des tailles très variées allant de l'ouvrage conçu pour l'épuration des eaux usées issues de quelques centaines d'habitants, jusqu'aux véritables usines d'épuration des rejets des centaines de milliers de personnes (ZEMMOURI, 2011).

La politique de recyclage des eaux usées épurées réalisée pour les entreprises des gains économiques, avec des pourcentages différents, selon la consommation et la réutilisation de l'eau de chaque entreprise. Malgré cet intérêt, la plupart des entreprises préfèrent rejeter ses eaux usées soit traitées ou non traitées dans les oueds.

La protection de l'environnement réclame une attention particulière à l'égard des activités industrielles qui en raison des procédés de fabrication et de transformation de la matière première en produits finis dégradent la qualité des milieux récepteurs par l'introduction des substances polluantes se trouvant dans les rejets liquides. Cela confirme que la tâche essentielle de l'industriel n'est pas seulement de maîtriser sa production mais il doit parallèlement prendre en considération les contraintes de l'environnement avec toutes leurs incertitudes (AMRANI, 2013).

En effet, les rejets industriels, contribuent d'une manière significative à la consommation de nos ressources hydriques quelles soient, superficielles (lacs, barrages) ou souterraines (nappes phréatiques), donc l'installation des systèmes antipollution au niveau des unités industrielles polluantes constitue la seule solution capable de préserver ces ressources (BENTIR, 2011).

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de la conserverie Amor BENAMOR, où on a effectué notre stage pendant une période de trente jours allant du 08/03/2013 au 08/04/2013.

Ce chapitre comporte la situation géographique de l'unité, ainsi que les différentes utilisations des eaux, depuis l'entrée jusqu' à ce que cette eau soit rejetée dans la nature en passant par la station d'épuration.

1. Histoire de l'unité (Conserverie Amor BENAMOR)

Le groupe est situé à l'est d'Algérie, dans la wilaya de Guelma, commune de BOUATI Mahmoud (à 15 km de chef lieu de la wilaya) (Fig.05).

C'est l'une des unités de conserverie les plus connues à travers le territoire national, par la présence de ses produits de la bonne qualité dans le marché et qui assure environ 50% de la production nationale en conserves de tomates industrielle.

Le Groupe BENAMOR est fondé en 1984 par le défunt père (Tab.01), spécialisé dans la filière agro-alimentaire, il est composé de deux grandes sociétés, à savoir :

- Les deux conserveries Amor BENAMOR : CAB 1 – CAB 2, spécialisées dans la production de la tomate concentrés sous plusieurs formes, les piments (HARISSA), confiture d'abricot.
- Les moulins Amor BENAMOR qui ont, eux, pour activité principale la transformation du blé en divers types de semoules et de pâtes [6].

Tableau 01: L'histoire de l'usine CAB [6].

Années	Evènements
1984	Création de la conserverie CAB à BOUATI Mahmoud à 17km de Guelma.
1986	Début de la production.
1991	Première extension de la capacité de production du site de BOUATI Mahmoud.
1998	Seconde extension de la capacité de production du site de BOUATI Mahmoud.
2003	troisième extension de la capacité de production du site de BOUATI Mahmoud.
2011	Création du site de BOUMAIZA dans la wilaya de Skikda.

L'entreprise familiale « Groupe BENAMOR » a déjà aujourd'hui un prestigieux passé à son actif, puisqu'elle a réussi à s'imposer comme leader sur le marché national de l'agro-alimentaire, ce grâce à des produits d'une qualité irréprochable [6].



Figure 05: Situation géographique de la zone d'étude (Google Earth, 2013).

2. Utilisation de l'eau dans l'usine

L'eau dans cette industrie est utilisée essentiellement pour :

- Le lavage de matière première et du matériel comme les filtres par exemple,
- l'alimentation de chaudières,
- elle est la source essentielle de la chaleur qui est le moyen de cuisson dans cette usine,
- la dilution dans le cas des produits concentrés,
- le chauffage, le refroidissement et la stérilisation.

L'eau après utilisation est chargée de pesticides, des moisissures, et autres microorganismes. Alors dans l'usine, cette eau subit une épuration avant d'être rejetée dans la nature.

La dépollution de cette eau se fait à l'aide d'un système d'épuration installé en aval de l'unité de production.

2.1. Traitement de l'eau brute

L'eau brute venant d'oued BOUATI contient des sels solubles à chaud qu'à froid (les sels de calcium, de magnésium... etc.) qui ont comme inconvénients la formation de calcaire sur les parois.

Donc cette eau nécessite plusieurs modifications de ces caractéristiques; pour être sans aucun risque et devient une eau conforme pour l'utilisation lors de fabrication (BOUTARFA et BOUSSELSAL, 2002).

2.1.1. Le prétraitement

2.1.1.1. Le captage et dégrillage

Le captage de l'eau brute se fait par une prise d'eau, cette eau passe ensuite à travers une grille afin de se débarrasser des plus grosses particules qui flottent à sa surface.

2.1.1.2. Le pompage

Le pompage de cette eau est effectué avec trois pompes de 15 HP (Fig.06). L'eau ainsi pompée arrive dans un bassin d'eau brute et passe ensuite vers l'étape suivante.

**Figure 06:**

pompes 15 HP (CAB, 2013).

Photo des

2.1.2. Floculation /coagulation et décantation

A cette étape se passe le traitement de floculation et de décantation dans un bassin spécifique (Fig.07), en injectant trois produits chimiques qui sont :

- Coagulant.
- Soude.
- L'eau de Javel.

Ces produits provoquent le regroupement (agglomération) des particules encore présentes (poussières, particules de terre, etc.) en flocons. Ceux-ci s'agglomèrent et se déposent au fond du bassin par décantation, 90 % des matières en suspension (MES) sont ainsi éliminées [7]. La quantité d'eau à l'entrée du bassin est réglée à l'aide d'un débitmètre.



Figure 07: Bassin de la floculation- coagulation (CAB, 2013).

2.1.3. Filtration

Elle consiste à faire passer l'eau à travers une épaisse couche de sable fin pour éliminer les derniers flocons (Fig.08).



Figure 08:

Photo d'un filtre à sable (CAB, 2013).

L'eau de chaudière nécessite juste une filtration à sable, mais pour l'eau utilisée pour la fabrication des produits nécessitent une ultrafiltration, déferrisation et démanganisation.

2.1.4. Ultrafiltration

Elle se fait par membrane d'osmose inverse pour séparer les matières en suspension, colloïdes, bactéries et virus [8].

2.1.5. Déferrisation et démanganisation

L'élimination de fer et manganèse a pour objet de garantir que l'eau utilisée sera de qualité satisfaisante. Après le traitement par le SILAX, l'eau soumise dans des bassins propres et fermés.

2.1.6. Filtration fine

La filtration fine se fait par le charbon actif, pour une élimination plus poussée des matières affectant le goût et l'odeur et des micropolluants encore présents dans l'eau.

2.1.7. Stérilisation

L'eau est soumise à une stérilisation par UV, qui va oxyder les pollutions dissoutes et éliminer tous les micro-organismes dangereux. Il améliore également la couleur et la saveur de l'eau [9].

Le schéma suivant illustre toutes les étapes de traitements des eaux dans l'usine :

Figure 09: Système de traitement des eaux brutes dans l'usine de CAB (CAB, 2013).

2.2. Traitement des eaux rejets

Dans l'usine, il y a une station pour épurée l'eau avant la rejetée dans l'environnement. Elle utilise un système de la boue activée (Fig.10, 11et 12) :

2.2.1. Description de la station

- Lit de séchage : d'une longueur de 8000 mm, utilisé pour le séchage et le stockage des boues en excès.
- Pompe de relevage des boues et pompe de relevage des eaux usées.
- Filtre de dégrillage.
- 2 souffleurs : pour l'injection d'oxygène au fond du bassin.

Stérilisation

Le bassin, est divisé en :

- Bassin d'aération 1 avec une largeur de 7000 mm et une profondeur de 4000 mm.

- Bassin d'aération 2 avec une largeur de 4000 mm et une profondeur de 3800 mm : où Les boues en excès sont recirculées vers le bassin d'aération 1.
- Clarificateur avec une largeur de 5000 mm et une profondeur de 3600 mm (CAB, 2013)

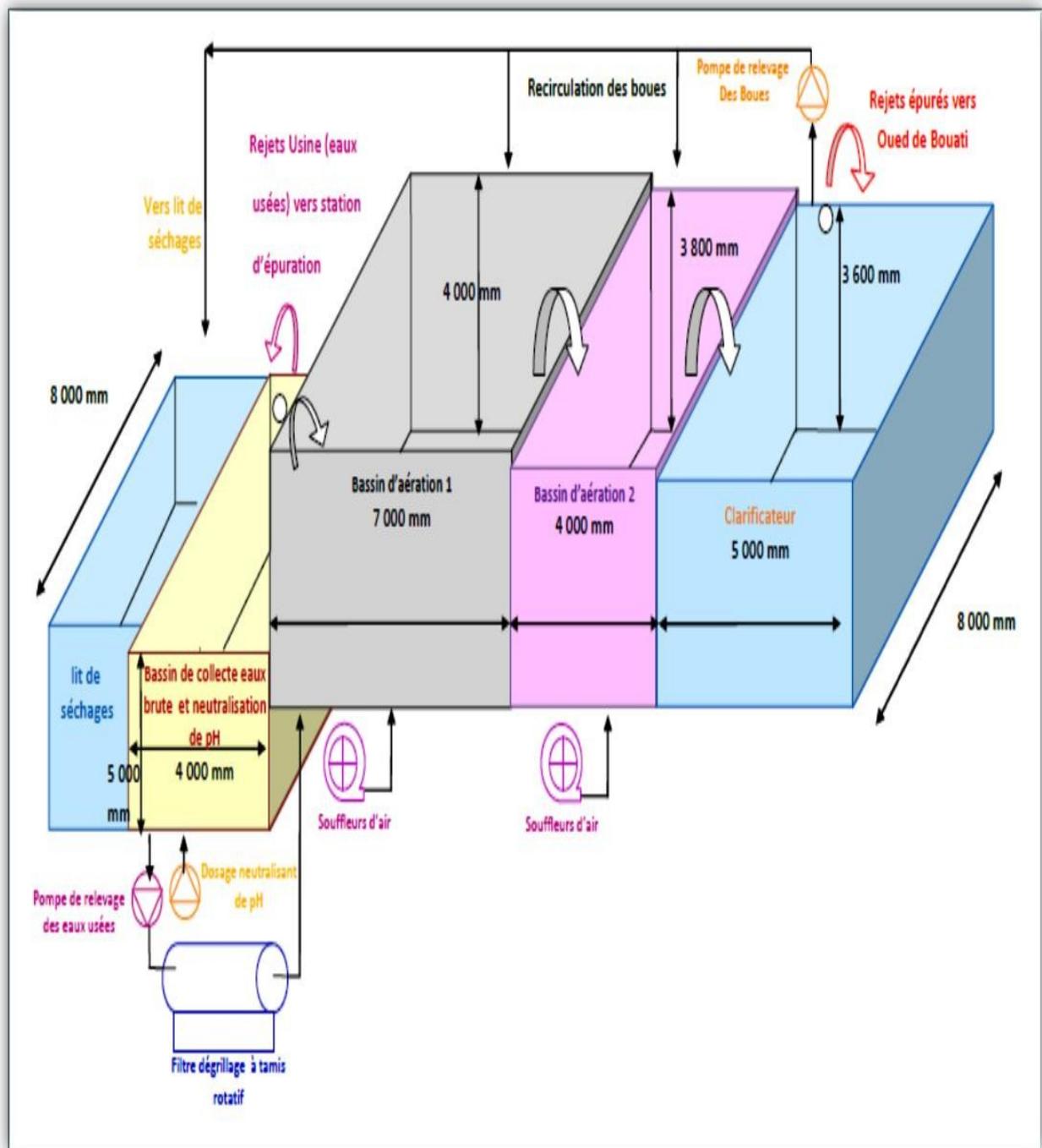


Figure 10: Schéma de la station d'épuration des eaux de rejets dans l'usine CAB (CAB, 2013).

2.2.2. Fonctionnement de la station d'épuration

2.2.2.1. Filtration

L'eau de rejet passe par plusieurs filtres pour éliminer les grands déchets, et chaque filtre a un diamètre différent pour ne pas nuire à l'efficacité des traitements suivants.

2.2.2.2. Alimentation

On l'appelle aussi phase d'accumulation, où l'eau usée est alimentée dans le bassin d'aération¹ et mélangée avec les boues activées. Pendant cette phase, les boues activées sont fortement chargées avec l'eau usée, en absorbant les composés organiques biodégradables [10].

2.2.2.3. Aération

Appelée phase de régénération, pendant laquelle les boues sont aérées au niveau de bassin d'aération 2. Ces dernières digèrent le substrat biodégradable préalablement absorbé. L'alternance des phases d'alimentation et d'aération (accumulation-régénération) optimise le développement d'une population de boues activées de structure dense ayant des bonnes propriétés à décanter [10].

2.2.2.4. Sédimentation

On laisse le temps aux boues de s'agréger et se déposer tranquillement au fond du clarificateur. Les conditions idéales pour permettre une décantation des boues optimale: pas de flux d'eau à travers le réacteur et pas de contre courant empêchant la sédimentation des boues [7].

2.2.2.5. Clarification

Pendant cette phase, la partie haute (eau claire surnageant) est vidangée du clarificateur. Les boues continuent de sédimenter.

Il est possible pendant cette phase de purger les boues en excès du clarificateur. L'avantage de purger les boues durant cette phase réside dans le fait qu'elles sont concentrées au fond du bassin, moins de temps et d'efforts sont nécessaires [10].

La pompe de relevage des boues assurant le retour vers les bassins d'aération des boues biologiques récupérées dans le décanteur pour réensemencer l'eau et y assurer une forte concentration compatible avec la charge désirée de l'épuration.

Ainsi un lit de séchage des boues en excès pour les stocker avant la valorisation agricole par exemple [10].

g
eFi
ur
11:

Les bassins de la station d'épuration à base des boues activées (CAB, 2013).



Figure 12: Photo des souffleurs (CAB, 2013).

Pour que le travail de station d'épuration soit d'une grande efficacité, il faut qu'il y ait un nettoyage au minimum chaque trois année.

Pour la réalisation des analyses bactériologiques et physicochimique de nos échantillons, notre partie pratique a été réalisée au laboratoire de la direction de la santé, laboratoire de station d'épuration des eaux usées de la ville de Guelma et le laboratoire de génie civile et d'hydraulique (LGCH), université de Guelma.

1. Prélèvement des échantillons

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectuée sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérilisé, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire dans des conditions de conservation satisfaisantes, et l'analyse ne doit être effectuée lorsque le délai dépasse 24 heures (RODIER, 2009).

2. Mode de prélèvement

Le prélèvement commence après avoir effectué un choix de ce dernier. On le fait sur quatre sites: à l'entrée de l'usine ; après traitement, l'eau de rejets avant épuration et l'eau de rejets après épuration (Fig.13, 14, 15 et 16).

Les flacons stériles sont maintenus sous la conduite de point de prélèvement directement, en ouvrant le bouchon sous le flux d'eau, remplir le flacon en laissant un certain vide d'air, afin de permettre un mélange en agitant le flacon.

Après chaque prélèvement, l'étiquetage est primordiale pour éviter tout risque de confusion, sur chaque étiquette doit être motionné l'heure et la date et l'ordre du prélèvement. Pour assurer une bonne conservation des échantillons, il faut transporter dans une glacière contenant des poches de glace ; afin d'éviter la destruction de l'échantillon.



Figure 13: Site de prélèvement 1.



Figure 14: Site de prélèvement 2.



Figure 15: Site de prélèvement 3.



Figure 16: Site de prélèvement 4.

Site de prélèvement 1: L'eau à l'entrée de l'usine.

Site de prélèvement 2: L'eau après traitement.

Site de prélèvement 3: L'eau de rejet avant épuration.

Site de prélèvement 4: L'eau de rejet après épuration.

3. Méthode d'analyse bactériologique

3.1. Recherche et dénombrement de la flore totale

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dits revivifiables, permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries. Ces germes non pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions ; ils peuvent générer des problèmes [11].

Se sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique.

La méthode de référence pour l'analyse consiste un dénombrement du nombre de germes par ml d'eau selon :

Le comptage des colonies obtenues après incubation à 22°C durant 72 heures et le comptage des colonies obtenues après incubation à 37°C durant 24 heures.

➤ Mode opératoire

- A partir de l'échantillon à analyser, qui sont considérés comme des solutions mères; porter aseptiquement 1ml de chaque échantillon dans des boites de pétrie étiquetées au préalable.
- Compléter ensuite avec 19 ml de gélose TGEA, fondue et maintenue à 44°C.
- Incorporer à la fin l'eau des échantillons avec la gélose, en effectuant des mouvements circulaires de va et vient en forme de 8.
- Laisser solidifier sur la paillasse puis incuber à deux températures, 22°C et 37°C pendant 24h à 48h (Fig.17).

➤ Lecture

Les colonies de micro-organismes revivifiables apparaissent sous formes lenticulaires poussant en masse.

➤ Dénombrement

Le dénombrement consiste à retenir les boîtes contenant entre 15 à 300 colonies.

Dans cette méthode, si l'on nomme :

ΣC : somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.

N_1 : nombre des boîtes retenues à la première dilution.

N_2 : nombre des boîtes retenues à la deuxième dilution.

D : taux de dilution de la première dilution.

Alors :

$$N = \frac{C}{(n_1 + n_2 + 0.1)d}$$

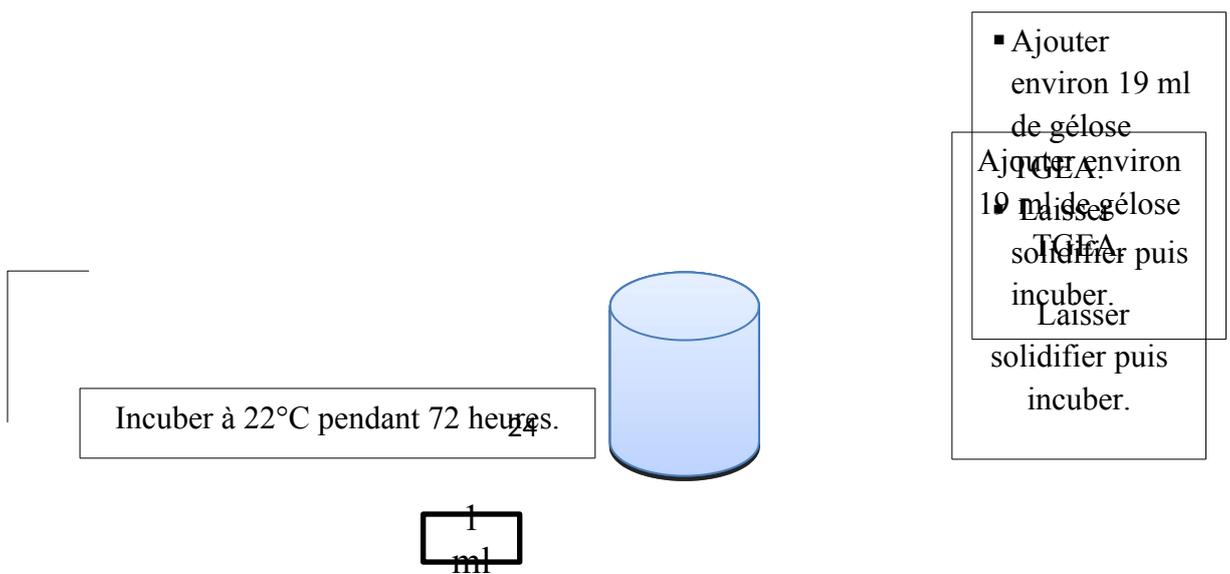
Les résultats seront exprimés par nombre des bactéries mésophiles revivifiables dans un ml d'eau à analyser à 22°C et 37°C.

Eau brute

Eau après traitement

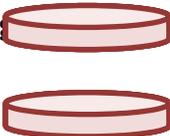
Rejet avant

Rejet après



Incuber à 37°C pendant 24 heures.

Figure 3.2. Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22°C et 37°C dans les eaux.



3.2. Recherche et dénombrement des germes témoins de contamination fécale

Les coliformes se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs (BGN), non sporogènes, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C.

Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes a été fait en milieu liquide sur BCPL par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable).

Cette technique fait appel à la méthode de fermentation multitubes, au cours de laquelle au moins trois dilutions décimales de l'échantillon sontensemencées dans des éprouvettes de bouillon et incubées à une température précise, pendant une période donnée.

La méthode est progressive, puisqu'il faut d'abord déterminer si les tubes contiennent les coliformes, déterminé ensuite si les tubes contiennent également les coliformes fécaux, et enfin s'il y a présence d'*Escherichia coli* (MERABET, 2011).

➤ Mode opératoire

Cette recherche se caractérise par deux phases successives :

- Test de présomption : réservé à la recherche des *Coliformes totaux*.
- Test de confirmation : réservé à la recherche des *Coliformes thermotolérants* et d'*Escherichia coli*.

• Test présomptif

Il est effectué en utilisant de BCPL, dont chaque tube contient une cloche appelée cloche de Durham, afin de déceler le dégagement de gaz dans le milieu.

- A partir de d'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml dans des tubes contenant 9ml du BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- Inoculer 1ml du premier tube de chaque dilution dans le second de la même série, jusqu'à finir avec le cinquième tube de chacune des séries effectuées.

- Une fois tous les tubes de BCPL sont inoculés, chasser l'air présent dans les cloches de Durham ; en mélangeant bien le milieu avec l'inoculum.
- L'incubation s'effectue à 37°C pendant 24 à 48 heures (Fig.18).

➤ Lecture

Ils sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- ✓ Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- ✓ un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites (Fig.18). Noter le nombre de tubes positifs dans chaque série et se reporter à la table de Mac Grady (Annexe 2).

• Test confirmatif

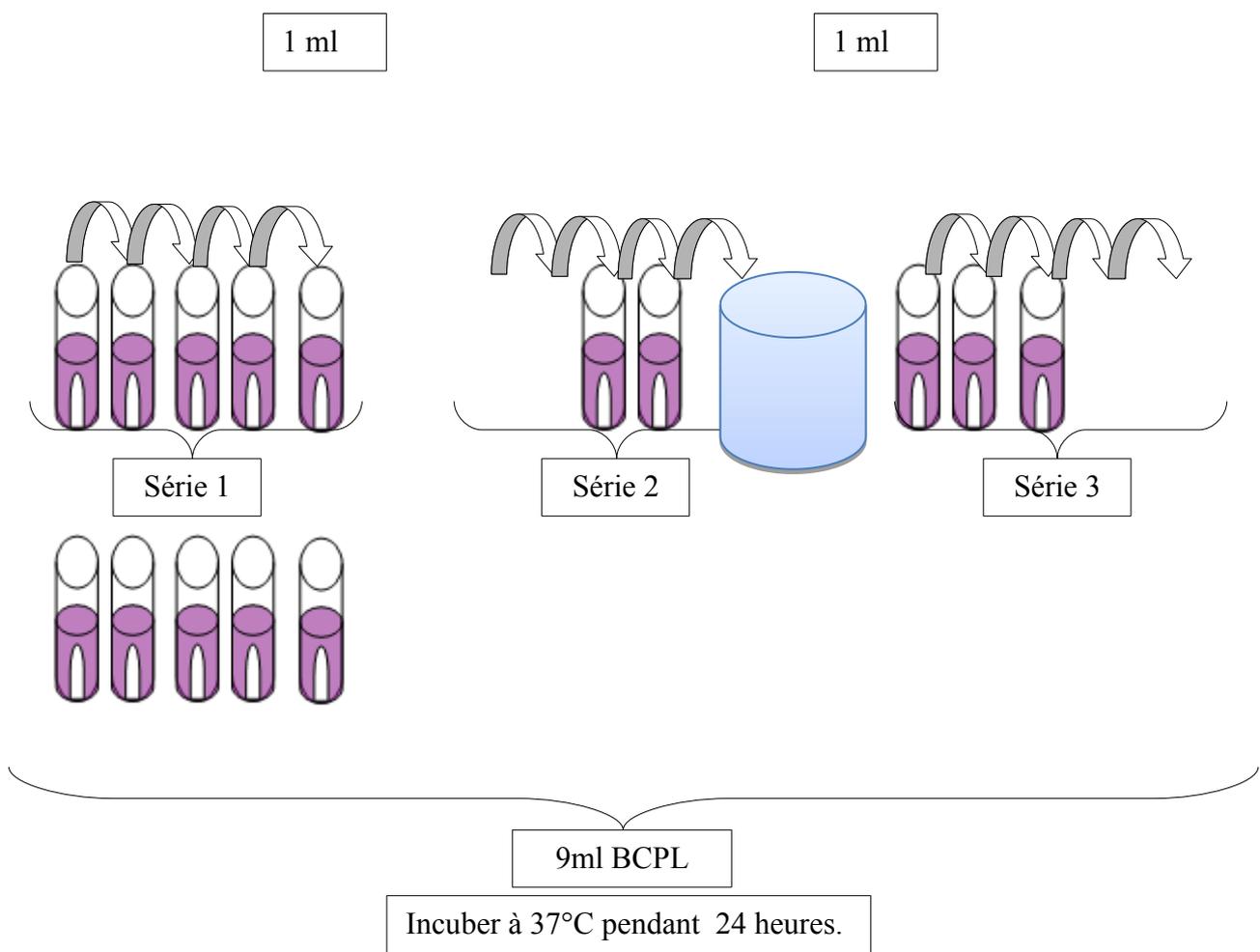
Le test de confirmation consiste à déceler la présence des coliformes thermotolérants, parmi lesquels on y trouve *Escherichia coli*.

- A partir des tubes de BCPL trouvés positifs, lors du dénombrement des coliformes, effectuer un repiquage sur le milieu eau peptonée alcalin exemple d'indoles, à l'aide d'une pipette pasteur.
- L'incubation se fait à 44°C pendant 24 à 48 heures.

➤ Lecture

- Dans les tubes montrant un trouble, ajouter quelques gouttes du réactif Kovacks. Une réaction considérée positive correspond à la formation d'un anneau rouge à la surface des tubes autrement dit présence de coliformes fécaux *Escherichia coli*.
- Noter le nombre des tubes positifs et exprimer le résultat selon la table Mac Grady.

Test présomtif



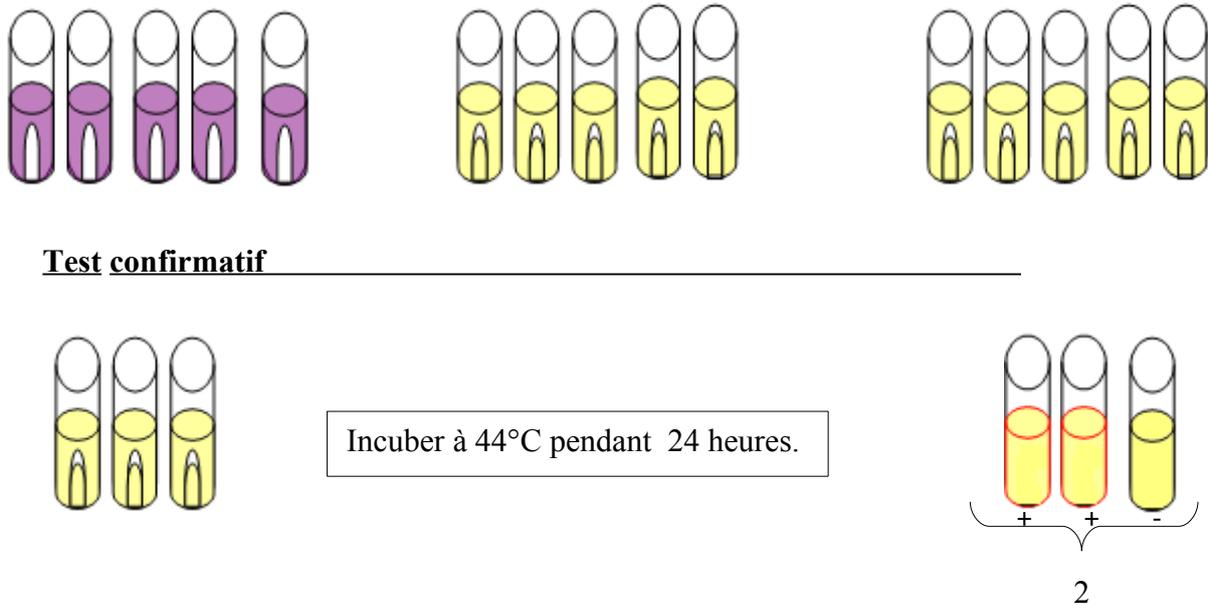


Figure 18: Recherche et dénombrement des coliformes.

3.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux ou Streptocoques du groupe D se présentent sous forme de cocci à Gram +, sphériques à ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D.

➤ Mode opératoire

Les streptocoques fécaux dans les eaux sont dénombrées en milieu liquide à l'aide de deux bouillons de culture (milieu Roth et le milieu Eva-Lisky), dont cette méthode fait appel à deux tests successifs:

- Test présomptif : réservé à la recherche des streptocoques fécaux.
- Test de confirmation : réservé à la confirmation réelle de la présence de streptocoques de group D.

• Test présomptif

- A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml dans des tubes contenant 9ml de Roth S/C.
- Inoculer 1ml du premier tube de chaque dilution dans le second de la même série, jusqu'à finir avec le cinquième tube de chacune des séries effectuées.
- Une fois tous les tubes de Roth sont inoculés, en mélangeant bien le milieu avec l'inoculum.
- L'incubation s'effectue à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ Lecture

Les tubes présentant un trouble microbien lors de la période d'incubation seront susceptibles de contenir des streptocoques fécaux; doivent subir un test confirmatif.

• Test confirmatif

- Les tubes de Roth trouvés positifs subiront un repiquage sur le milieu Eva-Lisky à l'aide d'une anse bouclée.
- S'assurer de bien mélanger le milieu avec l'inoculum, dont l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

➤ Lecture

- Considérés comme positifs les tubes qui représentent un trouble due au développement bactérien; avec ou sans dépôt violet.
- Après comptage des tubes positifs, reporter le nombre à la table de Mac Grady (Annexe 2).

3.4. Recherche et dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs

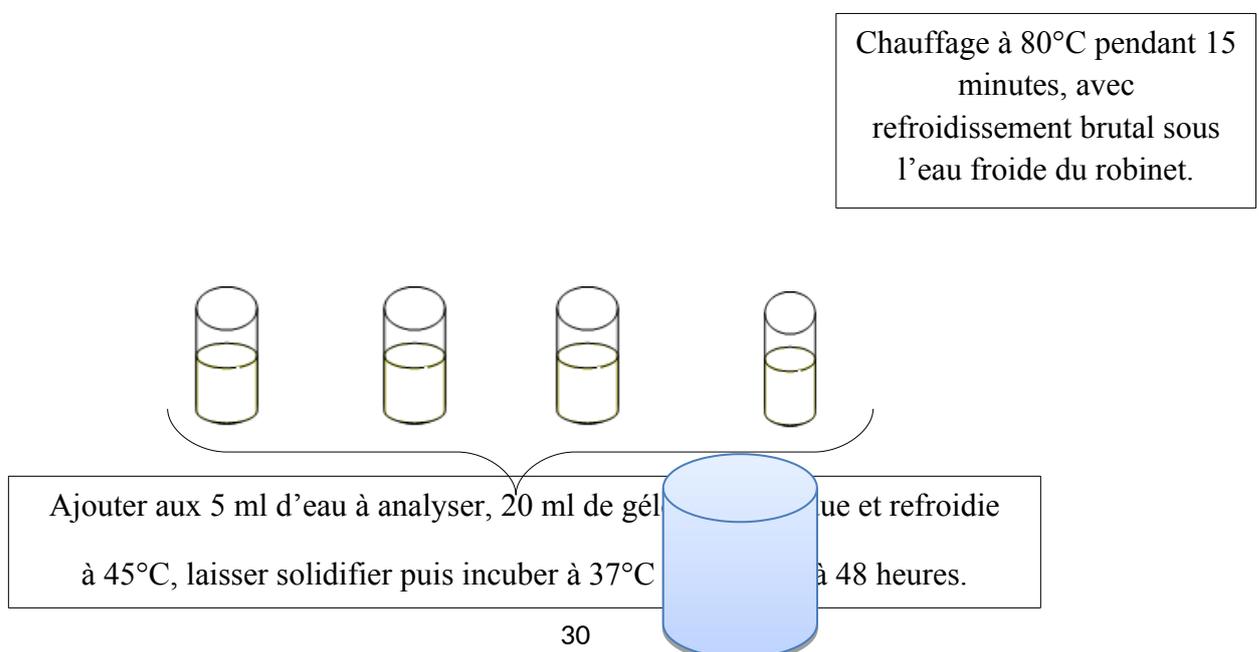
Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose viande de foie en donnant des colonies typiques de couleur blanche entourées d'une auréole noir.

➤ Mode opératoire

- Dans quatre tubes stériles répartir 5ml de l'eau à analyser de chaque échantillon dont ils subiront un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 15 min ; dans le but de détruire la flore végétative des bactéries sulfito-réducteur présentes.
- Une fois le chauffage terminé, refroidir les tubes sous l'eau de robinet.
- Remplir les tubes avec environ 18 à 20 ml de gélose de viande de foie ; fondue et refroidie à 44°C ; additionnée de leurs additifs spécifiques (5 gouttes de l'Alan de fer et 10 gouttes de sulfite de sodium).
- Bien homogénéiser le milieu avec l'inoculum, tout en évitant d'introduire des bulles d'air et l'oxygène.
- Laisser les tubes se solidifier sur la pailleuse pendant une demi-heure, puis incuber à 37°C durant 24 à 48 heures (Fig.19).

➤ Lecture

Dénombrer toutes colonies blanches entourées d'un halo noir de 0,5 mm de diamètre, et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes (Fig.19).



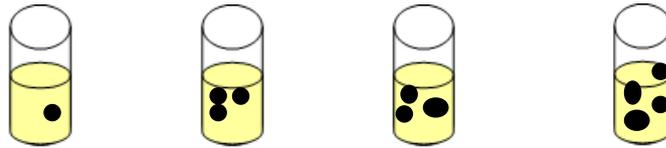


Figure 19:

Recherche et dénombrement des spores de bactérie anaérobie sulfite-réductrices (ASR).

3.5. Recherche des germes pathogènes

3.5.1. Recherche des staphylocoques à coagulase positive

Staphylocoques se présentent sous forme de cocci, en grappe de raisin, Gram +, possédant une catalase et une coagulase.

Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif Chapman au mannitol. L'espèce type du genre *Staphylococcus aureus*. Elle est pathogène et la plus redoutée.

➤ Mode opératoire

- L'ensemencement se fait par des stries avec une l'anse de platine après avoir coulé la gélose (Chapman) dans les boites de pétris.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

➤ Lecture

Après période d'incubation spécifiée, les staphylocoques à coagulase positive ou plus particulièrement *Staphylococcus aureus*, apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune (suite à la fermentation du mannitol) ou en blanc.

3.5.2. Recherche des *Pseudomonas*

Le genre *pseudomonas*, de la famille des *pseudomonadaceae*, regroupe des bactéries mobiles aérobies Gram négatif, en forme de bâtonnets renflés, avec un flagelle polaire qui joue un rôle important dans la pathogénicité. Ces bactéries sont asporulées.

La combinaison de toxines et de substances dangereuses est un facteur qui joue un rôle déterminant dans la forte virulence de *P. aeruginosa* dans différents hôte [12].

➤ Mode opératoire

- L'ensemencement se fait par des stries avec une l'anse de platine après avoir coulé la gélose (Citrimide) dans les boites de pétris.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

➤ Lecture

Après période d'incubation spécifiée, apparaissent sous forme de petites colonies blanchâtres à transparentes et lisses à contours réguliers.

3.5.3. Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de bacilles gram négatifs (BGN), mobiles pour la plupart avec des flagelles péritriches, ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S.

Se développent à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures sur le milieu Hektoen, formant ainsi de petites colonies lisses à contours réguliers, pigmentées en vert ou en bleu vert à centre noir.

Les salmonelles se divisent en deux grands groupes : les mineures et les majeures qui sont hautement pathogènes.

➤ Mode opératoire

• Etape 1

- Effectuer un enrichissement dans des tubes contenant 9 ml du milieu SFB.
- Ajouter 1ml de l'eau à analyser.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

• Etape 2

- L'ensemencement se fait par des stries avec une l'anse de platine après avoir coulé la gélose (Hektoen) dans les boites de pétris.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

• Etape 3

Après l'incubation, une lecture s'effectuera sur des boites contenant la gélose (Hektoen) sachant que les Salmonelles se présentent sous forme de colonies moyennes de couleur vertes généralement, à centre noir (Fig.20).

➤ Identification morphologique et biochimique

- Etat frais (bacilles, mobilités).
- Test oxydase(+).
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).

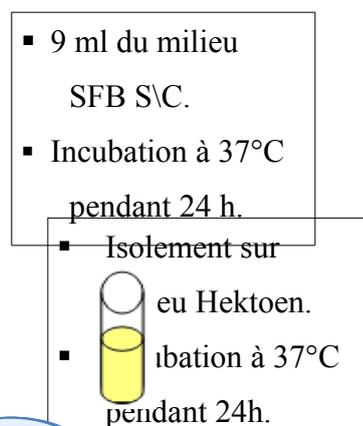
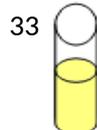
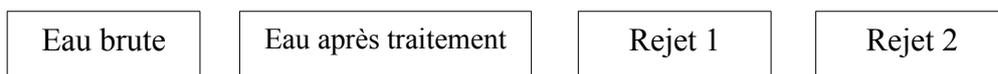


Figure 20: Recherche et identification des Salmonelles.

3.5.4. Recherche des Vibrio cholérique

Les *vibrionaceae*, sont des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs (BGN) ; très mobiles possédant une oxydase ; aéro-anaérobies facultatifs ; fermentent le glucose sans production de gaz ni d'H₂S ; hautement pathogènes.

➤ Mode opératoire

• **Etape 1**

L'enrichissement primaire s'effectue sur le milieu eau peptone alcaline (EPA), contenue dans le tube 9ml ; auquel 5 ml d'eau à analyser sans oublier d'étiqueter les tubes. Les tubes seront ensuite incubés à 37°C pendant 24 heures.

•  **Etape 2**

Une fois les boîtes de pétri sont coulées ; avec de la gélose GNAB, s'assurer aussi de l'étiquetage des boîtes.

Les tubes incubés qui représentent l'enrichissement, feront l'objectif d'un isolement sur milieu GNAB, dont le prélèvement sera effectué à partir de la surface du milieu (EPA). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

➤ Lecture

Après l'incubation, la boîte de gélose GNAB subira une lecture en tenant compte du fait que les vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses, transparentes et très caractéristiques (Fig.21).

➤ Identification morphologique et biochimique

Elle est basée essentiellement sur :

- Etat frais (bacilles, mobilité).
- Test oxydase (+).
- Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).

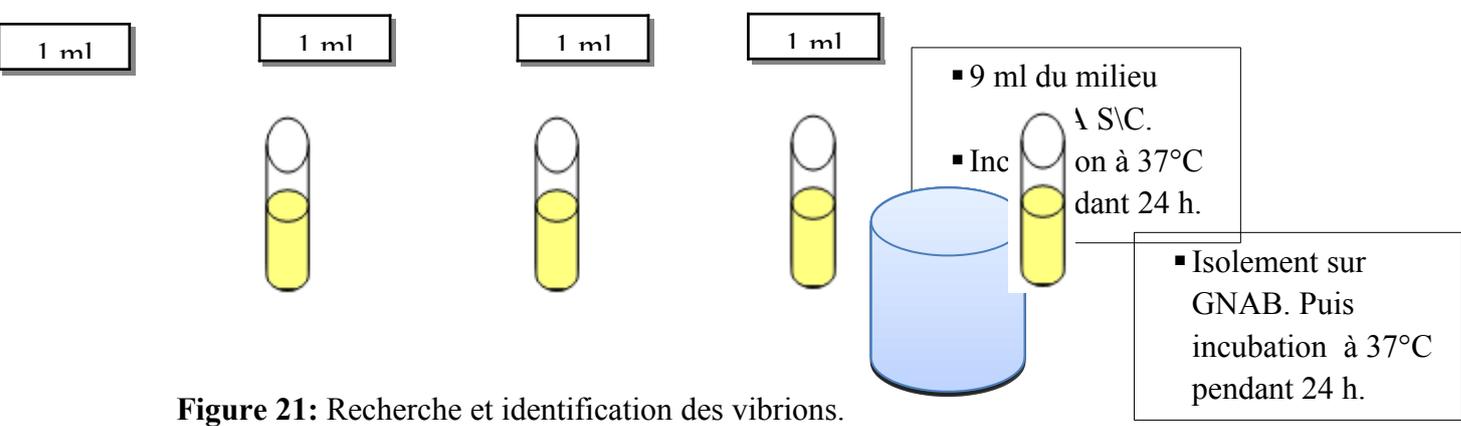
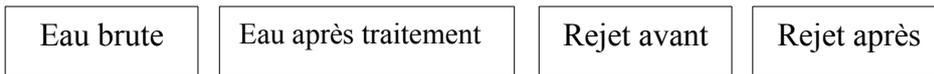


Figure 21: Recherche et identification des vibrions.

3.6. La galerie classique

Tableau 2: Les différentes techniques utilisées pour l'identification.

Test	Technique	Résultat
ONPG	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser une suspension épaisse des bactéries testées en eau distillée, - ajouter avec une pince flambée mais refroidie un disque imprégné d'ONPG, - incuber 30 min à 37°C, - lire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Milieu jaune : ONPG (+). • Milieu sans couleur : ONPG (-).



Uréase	<ul style="list-style-type: none"> - Faire une suspension en milieu Urée-tryptophane, - étuver. 	<ul style="list-style-type: none"> • La coloration rouge : Uréase (+). • La coloration orange : Uréase (-).
Indole	<ul style="list-style-type: none"> - Faire une suspension en milieu Urée-tryptophane, - étuver. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation d'un anneau rouge : indole (+). • Absence de coloration rouge : indole (-).
TDA	<ul style="list-style-type: none"> - Faire une suspension en milieu Urée-tryptophane, - étuver 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtention d'un précipité brun foncé : TDA (+). • Absence de précipité : TDA (-).
Citrate	<ul style="list-style-type: none"> - L'ensemencement se fait par strie sur la partie inférieure du tube (2/3), la partie supérieure servira de témoin et à partir d'une culture provenant toujours d'un milieu gélosé Christensen, - après incubation: la dégradation du citrate se traduit par un virage de la couleur du milieu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Virage de couleur vers le rose : citrate (+). • Pas de changement de couleur : (-).
Mannito mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - L'ensemencement du milieu s'est fait par piqûre centrale jusqu'au fond du tube avec la souche à tester à l'aide d'une anse de platine (fil droit sans boucle), - incubation à 37C° durant 18 heures. 	<ul style="list-style-type: none"> • Milieu gélose rouge : mobilité (-). • Milieu gélose jaune : mobilité (+). • Culture le long de la piqure : mannitol (-). • Culture ou trouble dans toute la masse : mannitol (+).

3.7.La galerie APi20 NE

API 20 NE est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux (exp: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Vibrio*, *Aeromonas*, etc.) combinant 8 tests conventionnels, 12 tests d'assimilation, et une base de données (BAKHOUM, 2004).

➤ Principe

La galerie API 20 NE comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les tests conventionnels sont inoculés avec une suspension bactérienne saline qui reconstitue

les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. Les tests d'assimilation sont inoculés avec un milieu minimum et les bactéries cultivent seulement si elles sont capables d'utiliser le substrat correspondant. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique ou d'un logiciel d'identification [4].

➤ Mode opératoire

L'opération s'effectue selon, les étapes suivantes :

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Faire une suspension bactérienne, dans une ampoule de Na Cl 0,85% Medium ou dans un tube d'eau distillée stérile, de turbidité égale à celle de l'étalon 0,5 Mcfarland.
- Remplir les tubes (et non les cupules) des tests NO₃ à PNPG avec la suspension précédente.
- Eviter la formation de bulles.
- Créer une anaérobiose dans les tests **GLU**, **ADH**, **URE** en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- Transférer 200 µl (4 à 8 gouttes) de la suspension précédente, dans une ampoule aux Medium et Homogénéiser.
- Remplir les tubes et cupules des tests [**GLU**] à [**PAC**].
- Incuber à 37°C pendant 24 heures (BAKHOUM, 2004).

➤ Lecture

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture. Réaliser les tests nécessitant l'addition de réactifs : voir tableau de résultats (Fig.22).



Figure 22: La lecture de L'API 20NE.

➤ Identification

L'identification a été faite par un logiciel d'identification.

4. Analyse physico-chimique

4.1. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH) et de température (T)

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels, dans le traitement biologique puisqu'elle accélère la multiplication des micro-organismes effectuent l'épuration (ABDA, 2009).

La température est mesurée avec un appareil électrométrique de terrain. Elle est lue directement sur un écran après immersion jusqu'à 8-10 cm de la sonde électrométrique (TARMOUL, 2007).

Le pH c'est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Il intervient dans des phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température. Il joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien.

Le pH est mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre après étalonnage préalable à l'aide des étalons de référence 7 et 4. La valeur est lue sur un écran digital après stabilisation (GOMELLA et GUERREE, 1978 in AZZOUG et LAMANI, 2005).

4.2. Mesure de la conductivité

La conductivité électrique se traduit par la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle est directement proportionnelle à la quantité des sels minéraux

dissous dans l'eau. Donc elle permet d'apprécier très approximativement la minéralisation de l'eau et de suivre son évolution (ABDA, 2009).

➤ Appareillage

- Conductimètre à électrodes.
- Récipient contient l'eau à examiner.

➤ Mode opératoire

- Rincer plusieurs fois l'électrode d'abord avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans le récipient qui contient l'eau à examiner, en confirmant que l'électrode soit complètement immergée.

4.3. Oxygène dissous (O.D)

L'apport d'oxygène est indispensable pour oxyder la matière organique et l'ammonium grâce à la présence de la biomasse. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend des différents facteurs tels que la température (MEKHALIF, 2009).

➤ Appareillage

- Oxymètre.
- Récipient contient l'eau à examiner.

➤ Mode opératoire

- Rincer l'électrode d'abord avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans le récipient qui contient l'eau à examiner.

4.4. Demande biologique en oxygène (DBO)

La demande biologique en oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les microorganismes du milieu.

Ce paramètre consiste un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau au cours des procédés d'autoépuration.

➤ Principe d'analyse

La DBO est mesuré au bout de 5 jours à 120°C (T° favorable à l'activité des microorganismes consommateurs d'oxygène) et à l'obscurité (afin d'éviter toute photosynthèse parasite).

- 2 échantillons sont nécessaires ; le 1^{er} sert à la mesure de la concentration initiale en O₂ Et le second à la mesure de la concentration résiduaire en O₂ au bout de 5 jours.
- La DBO5 est la différence entre les 2 concentrations.

➤ Préparation de l'eau de dilution

Mettre la veille de prélèvement, dans un récipient de 10 litre de l'eau du robinet dans la quelle on prolonge pendant 24 h un aérateur pour la saturation en O₂ laisser reposer 12 heures.

➤ Préparation des flacons de mesure

- Verser dans un flacon un peu d'eau de dilution puis la quantité prévue d'échantillon puis remplir le reste du flacon avec l'eau de dilution.
- Fermer le flacon sans y laisser d'air pénétrer.

➤ Incubation et résultat

Placer les 2 flacons restant au thermostat DBO5 à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours. La lecture se fait comme suit : $DBO = F (T_0 - T_5)$.

F : Facteur de dilution.

T₀ : Temps 0 jours.

T₅ : Temps 5 jours.

4.5. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène qui correspond à la quantité d'oxygène (en milligramme) qui a été consommée par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans l'eau. La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution d'un effluent industriel [1].

➤ Principe

Cette détermination comprend deux étapes :

- **Etape 1:** Oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau, par excès de dichromate de potassium. Cette oxydation se réalise en milieu sulfurique (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) à ébullition à reflux pendant 2h dans un ballon ou dans un tube muni d'un réfrigérant.
- **Etape 2:** Dosage de l'excès de dichromate de potassium par le sel de mohr après refroidissement.

La fin du dosage est détecté par la ferroïne indicateur redox, sa forme oxydée est de couleur bleu-vert en présence de l'oxydant et la première goutte de sel de mohr en excès entraîne un changement de coloration de la ferroïne qui devient rouge brique (forme réduite).

➤ Mode opératoire

- Avant le prélèvement de la prise d'essai l'échantillon doit être soigneusement homogénéisé par agitation du flacon.
- Dans un tube à fond plat de DCO introduire :
 - 10 ml d'eau à analyser.
 - 5 ml de $K_2Cr_2O_7$.
- Ajouter lentement et avec précaution 15 ml d'acide sulfurique- sulfate d'argent en agitant soigneusement le tube et en le refroidissement sous un courant d'eau froide ou dans un bain de glace de façon à éviter toute perte de substance organique volatile.

➤ Expression des résultats

La demande chimique en oxygène DCO exprimé en mg d'O₂ \l, est donnée par la formule de la norme :

$$DCO = \frac{800 \cdot C_k}{E} (VI - V_t)$$

- C_k : C'est la concentration exprimée en mole par litre de solution de sel de mohr déterminée par étalonnage.
- E : Volume prise d'essai en ml.
- VI : Volume initial
- VT : Volume de titrage

4.6. Dosage de chlorure (Cl)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables. Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatiques, ainsi que sur la croissance des végétaux (MAKHOUKH et *al.*, 2011).

➤ Mode opératoire

- Introduire 20 ml d'eau à analyser (préalablement filtrée si nécessaire) et 80 ml d'eau distillée.
- Ajouter 3 gouttes d'acide nitrique pur, une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %.
- Titrer par l'acide H₂SO₄ jusqu'à disparition de la coloration jaune et apparition de la couleur rose.

4.7. Sulfate (SO₄)

Le sulfate est un des éléments majeurs des composés dissouts. Il peut être attaqué par une bactérie qui le réduit en sulfure d'hydrogène(H₂S) [13].

➤ Mode opératoire

- Dans un tube, introduire successivement :
 - Eau à analyser 10 ml et 40 ml d'eau distillée ;
 - 1 ml d'acide chlorhydrique ;
 - 5ml de solution de chlorure de baryum.
- Préparer dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau déionisée.
- Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes.
- Agiter de nouveau et faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm.
- Tenir compte de la valeur lue pour le témoin.
- Se reporter à la courbe d'étalonnage.

4.8. Dureté ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté totale se réduit à sa concentration en ions calcium et magnésium. Elle possède des propriétés gênantes telles que formation de dépôts durs dans les canalisations du réseau, gêne dans les opérations de lavage etc. Elle est exprimée en milli moles ou en milligrammes par litre (m mol/l ou mg/l) ou en degré français (°f).

➤ Mode opératoire

- Introduire 10 ml d'eau à analyser et 40 ml dans une fiole conique de 250 ml.
- Ajouter 4 ml de solution tampon et trois gouttes de solution de noir ériochrome T.
- La solution se colore en rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10.
- En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au bleu.

4.9. Calcium (Ca⁺⁺)

Le calcium (Ca^{++}) est un élément que l'on retrouve abondamment dans le sol et la roche. Le calcium et le magnésium, principaux éléments qui contribuent à la dureté d'une eau. (Anonyme, 2008)

➤ Mode opératoire

- Dans un flacon, introduire 10 ml d'échantillon et 40 ml d'eau distillée.
- Ajouter 2 ml NaOH, 0,2 g d'indicateur coloré (Murexide $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$).
- Titrer par l'EDTA jusqu'à disparition de la coloration rose foncée et apparition de la couleur violette.
- Effectuer la lecture à la longueur d'onde de 422,7 nm.

4.10. Dosage des éléments azotés et les phosphates

Les formes de l'azote dans les eaux usées sont l'azote total (NTK), les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-). En plus de la toxicité de la forme ammoniacale et nitrique. L'azote intervient dans le phénomène de l'eutrophisation. Donc, sa caractérisation et sa quantification sont primordiales pour les rejets liquides dans le milieu naturel.

La matière phosphatée, c'est la quantité de phosphore total contenu dans l'eau sous diverses formes : polyphosphates, organophosphates et orthophosphates. Le phosphore est aussi responsable de l'eutrophisation du milieu aquatique, d'où l'obligation de sa détermination (YAHIA TENE et TAHIRIM, 2010).

La méthode utilisée pour le dosage ces sels nutritifs (ammonium, nitrites, nitrates, et orthophosphates) est basée sur une réaction de coloration. En effet, ces sels réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs, ...) avec des réactifs, pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde (λ).

4.10.1. Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

- Dans un tube, introduire 5 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 0.60 ml de réactif NH_4 -1 et une micro-cuillère de réactif NH_4 -2, puis agiter vigoureusement jusqu'à dissolution totale du réactif et laisser reposer 5 minutes.

- Introduire 4 gouttes de réactifs NH_4 -3, mélanger et laisser reposer 5 minutes (virage de couleur vers le vert).
- Introduire l'échantillon dans la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre (415 nm).

4.10.2. Dosage de nitrite (NO_2^-)

- Dans un tube ; introduire 5 ml de l'eau à analyser, 4 gouttes d'acide sulfurique pour acidifie le milieu.
- Ajouter une micro-cuillère de réactif NO_2 -1 et laisser reposer 10 minutes (virage de couleur vers le violet).

4.10.3. Dosage de nitrate (NO_3^-)

- Dans un tube sec, ajouter une micro- cuillère de réactif NO_3 -1, 5 ml de réactif NO_3 -2 (agiter vigoureusement pendant 1 minute jusqu'à dissolution totale du réactifs).
- Ajouter 1,5 ml d'eau à analyser (mélange devient brûlant).
- Laisser reposer la solution réactionnelle brûlante pendent 10 minutes et ne pas refroidir avec de l'eau froide.
- Introduire l'échantillon dans la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre (415 nm).

4.10.4. Dosage de phosphate (PO_4^-)

- Dans un tube, ajouter 5 ml d'eau à analyser, 5 gouttes de réactif PO_4 -1 et micro – cuillère de réactif PO_4 -2.
- Laisser reposer 5 minutes puis introduire l'échantillon dans la cuve et mesurer dans le spectrophotomètre (450 mn).

Cette partie est consacrée à la discussion des résultats des analyses bactériologiques et physico-chimiques effectuées sur les eaux de la conserverie (CAB) au mois d'avril 2013, ainsi que la comparaison de ces résultats avec ceux de l'usine.

1. Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique représente également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de traitement. Elle doit être utilisée comme un outil complémentaire de l'enquête préventif.

Elle touche les germes indicateurs de pollution qui regroupent les bactéries hétérotrophes aérobies mésophiles totales, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et sulfite-réducteurs ; ainsi que des germes pathogènes tel que les salmonelles, staphylocoques, Pseudomonas, vibrions, levures et les champignons.

1.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totales

D'après les résultats obtenus (Tab.03), on remarque un taux élevé des germes banals saprophytes (Annexe 1) qui prolifèrent dans les eaux analysées à 22°C (indénombrable au niveau de site 1) qu'à 37°C (81.10^3 au niveau de site 3) ; ceci est due à l'effet de température (température de milieu extérieur est proche de température d'incubation 22°C).

Une différence significative est remarquée entre la charge microbienne en flore mésophile totale des eaux après la phase de traitement (site 2) par rapport à l'entrée de l'usine (site 1) sous l'effet du procédé de traitement utilisé.

Cependant, on observe une diminution des germes totaux au niveau du site 4 (après épuration) par rapport au site 3 (après chaîne de fabrication).

Les valeurs élevées de la flore mésophile aérobie totale, ne sont pas toujours liées à la présence des microorganismes pathogènes, sauf dans le cas cette flore mésophile est supérieure ou égale à 10^5 g/ml.

Tableau 03: Les résultats de la flore mésophile aérobie totale.

Sites	Température d'incubation	Nombre (germe/ml)
Site 1	22°C	Indénombrable
	37°C	292
Site 2	22°C	60
	37°C	53
Site 3	22°C	96.10^3
	37°C	81.10^3
Site 4	22°C	90.10^3
	37°C	73.10^3

1.2. Dénombrement des coliformes

En ce qui concerne les coliformes totaux, l'analyse de la variance montre qu'il y a une absence totale de ces derniers au niveau du site 2 par rapport au site 1 (140.10^3 g/ml) expliquée par l'efficacité du procédé de traitement.

Pour les deux autres sites, les résultats d'analyse montrent un changement non significatif en coliforme totaux entre la sortie de la station d'épuration et l'entrée.

Pour le dénombrement des coliformes fécaux, on note une légère diminution à la sortie de station d'épuration (site 4 = 2.10^3 g/ml) par rapport à la sortie de la chaîne de fabrication (site 3 = 4.10^3 g/ml).

Ces résultats dépassent de très loin la norme microbiologique de l'OMS, qui exige une absence totale des coliformes fécaux.

La présence des coliformes fécaux dans les eaux de rejets signifie le mélange des eaux industrielles et les rejets sanitaires (Annexe 1).

Tableau 04: Les résultats des coliformes totaux.

Sites	Nombre (germe/ml)
Site1	140.10^3
Site 2	0
Site 3	140.10^3
Site 4	110.10^3

Tableau 05: Les résultats des coliformes fécaux.

Sites	Nombre (germe/ml)
Site 1	0
Site 2	0
Site 3	4.10^3
Site 4	2.10^3

1.3. Dénombrement des Streptocoque fécaux

Selon le tableau ci dessous, on constate que la concentration des streptocoques fécaux au niveau de site 1 est peu élevée alors qu'au niveau de site 2 est nulle, montrant ainsi l'efficacité de traitement appliqué au niveau de ce site.

Une augmentation de la charge microbienne est observée au niveau du site 4 à la sortie de la station d'épuration par rapport au site 3, on dit que ce dernier est le plus contaminé par ces dernières; ce qui est due à un problème au niveau de décanteur, âge des boues ou bien une faible teneur en oxygène au niveau du décanteur.

Tableau 06: Les résultats des Streptocoques fécaux.

Sites	Nombre (germe/ml)
Site 1	$4,3.10^3$
Site 2	0
Site 3	4.10^3
Site 4	12.10^3

1.4. Dénombrement des germes anaérobies sulfito-réducteurs

Les résultats montre une absence totale des germes anaérobies sulfito-réducteurs au niveau du site 2 par rapport au site 1 (8 germes/20ml) expliquée par l'efficacité du procédé de traitement.

Les teneurs en sulfito-réducteurs enregistrées à la sortie de la station d'épuration (site 4) sont supérieures à celles de l'entrée de la station d'épuration (site 3) dû probablement à la faible teneur en oxygène et au faible taux des boues anaérobies au niveau de la station qui sont responsable de détruire ce types de germes.

Tableau 07 : Les résultats des anaérobies sulfito-réducteurs.

Sites	Nombre (germe/20ml)
Site 1	8
Site 2	0
Site 3	9
Site 4	14

1.5. Germes pathogènes

Pour la recherche et l'identification des germes pathogènes existants dans nos échantillons (Annexe 1,3) ; on les a soumis à plusieurs tests. Ceci nous a permis de distinguer

les différents caractères des colonies sur les milieux préférentiels d'isolement dont les résultats sont représentés dans les tableaux.

2. Les paramètres physicochimiques

2.1. La température

Les résultats représentés dans la figure ci-dessous; montrent que les températures sont comprises entre 18°C au niveau du site 1 et 16°C - 17 °C au niveau des autres sites, qui sont habituelle à cette période de prélèvement.

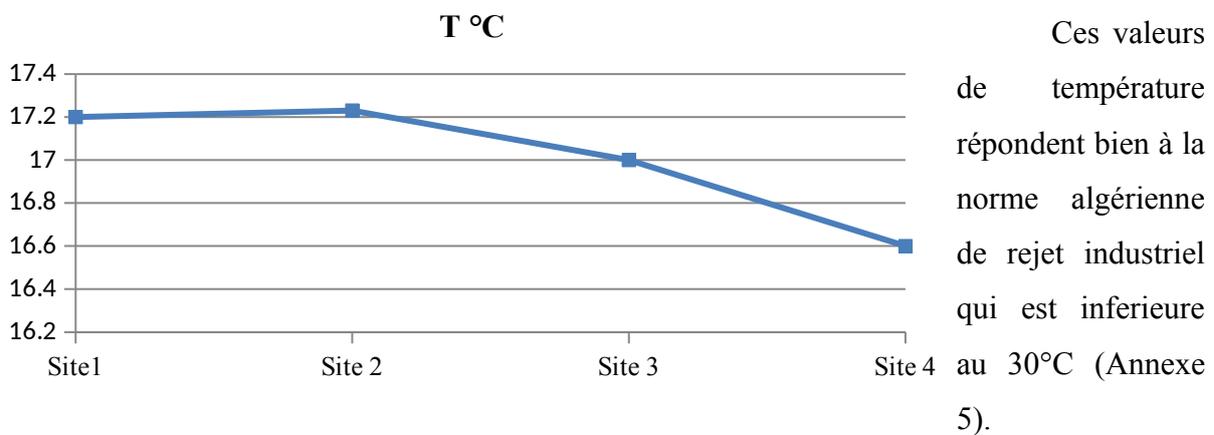
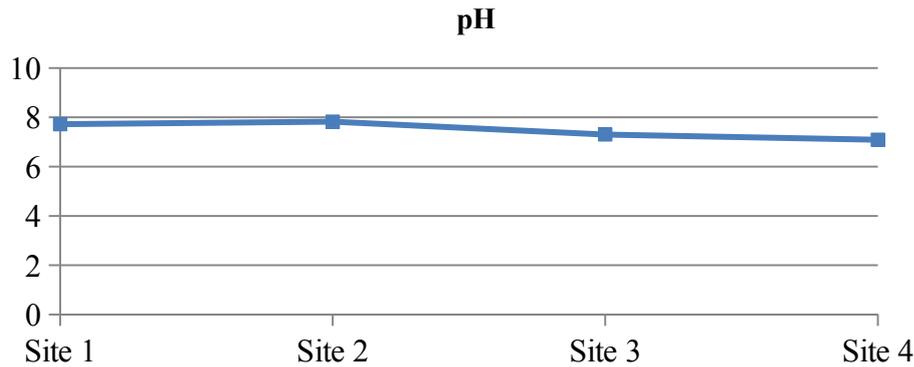


Figure 23: Variation des températures au niveau des sites de prélèvement.

2.2. Le potentiel d'hydrogène

Les valeurs obtenues au niveau des quatre sites indiquent que le pH est légèrement neutre à alcalin [7,09 – 7,82].

On note que la variation de ces valeurs n'est pas vraiment significative pour tous les sites de prélèvement, en restant en générale dans les normes (Annexe 5).

**Figure 24:**

Variation de pH au niveau des sites de prélèvement.

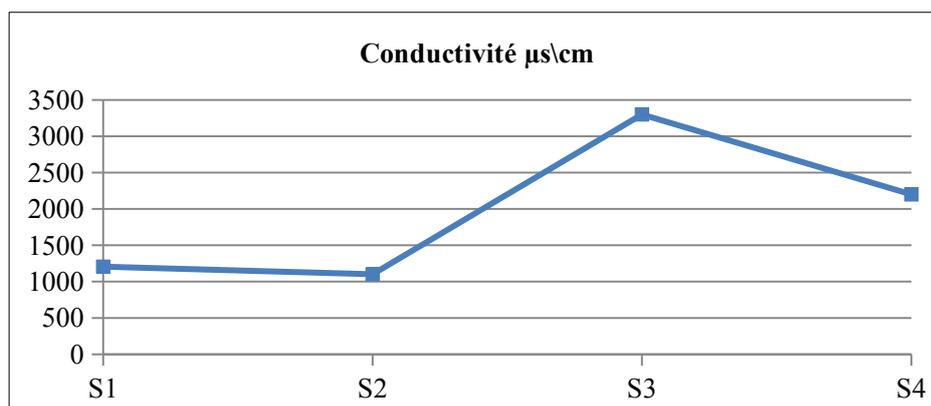
2.3. La conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique mesurée au niveau de l'usine CAB pour les sites de prélèvement oscillent entre 1100 $\mu\text{s/cm}$ (site 2) et 3300 $\mu\text{s/cm}$ (site 3).

A l'entrée de la station (site 1) et même après traitement de ces eaux (site 2) ces valeurs restent stables.

A la sortie de l'usine après chaîne de fabrication (site 3) les valeurs de CE augmentent (3300 $\mu\text{s/cm}$) ; Cela est probablement dû au lessivage des sels dans le circuit de la chaîne de fabrication.

L'eau analysée après sortie de la station d'épuration (site 4) montre une diminution de valeurs de la conductivité à la suite d'un traitement biologique par les boues activées.

**Figure 25:** Variation de la conductivité électrique au niveau des sites de prélèvement.

2.4. L'oxygène dissous

Les résultats obtenus montrent des teneurs en oxygène faibles dans les quatre sites, oscillant entre 2,4 et 4,5 mg/l.

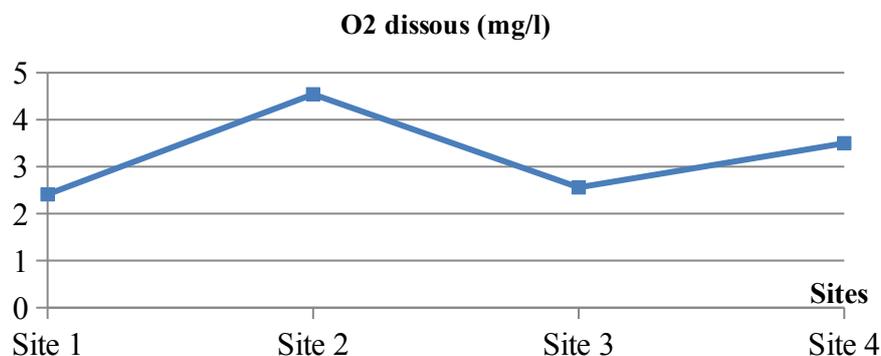


Figure 26: Evolution des teneurs en oxygène dissous au niveau des sites de prélèvement.

D'après la figure ci-dessus, les teneurs en oxygène dissous enregistrées après traitement (Site 2) sont nettement supérieures à celles du site 1 (avant traitement), ce qui montre l'efficacité de la phase de traitement. Le faible taux d'oxygène dissous enregistré à l'entrée, caractérise une arrivée d'eau riche en matières organiques et inorganiques dissoutes.

Ces teneurs augmentent de la même manière du site 4 (à la sortie de station d'épuration) par rapport au site 3 (à la sortie de la chaîne de fabrication), ce qui est probablement dû à la bonne aération des eaux au niveau du bassin d'aération, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées.

2.5. La demande biologique en oxygène

Comme pour la DCO, nous avons mesuré ce paramètre au niveau des sites 3 et 4 avant et après épuration. On remarque bien que la valeur enregistrée au niveau du site 3 (34,1 mg/l) a visiblement diminué à la sortie au site 4 (21 mg/l), ce qui explique la bonne dégradation de la matière organique par les microorganismes dans la station d'épuration.

Tableau 08: Valeurs moyennes de la DBO5.

Sites	DBO5 (mg/l)	Norme algérienne
Site 3	34,2	35(mg/l)
Site 4	21	

2.6. La demande chimique en Oxygène

Ce paramètre a été mesuré uniquement dans deux sites ; avant épuration (site3) et après épuration (site 4). Les résultats obtenus au niveau de la station d'épuration sont présentés dans le tableau ci-dessous. On remarque qu'il y a une diminution des teneurs entre l'entrée et la sortie, montrant ainsi l'efficacité de la station d'épuration.

Tableau 09: Valeurs moyennes de la DCO.

Sites	DCO (mg/l)	Norme algérienne
Site 3	66,1	120 (mg/l)
Site 4	55	

2.7. Les chlorures et les sulfates

Les résultats de chlorures observés pour les quatre sites allant de 35.5 au 63.9 mg/l sont largement au dessous de la norme (Annexe 5). On note une baisse des teneurs au niveau du site 2 après la phase de traitement ; expliquée probablement par l'efficacité de procédé de traitement, tandis que pour les deux autres sites (3 et 4); les teneurs sont pratiquement stable avec une légère augmentation au niveau de site 4 due probablement à une accumulation des sels de chlorure dans les bassins de station d'épuration (Annexe 4).

Comme pour les chlorures les résultats du sulfate sont au dessous de la norme (Annexe 5). On remarque une diminution des teneurs après chaque phase de traitement, montrant l'efficacité des procédés.

On note aussi que la concentration faible en sulfate après épuration explique le phénomène biologique d'utilisation des sulfates comme source d'énergie par les bactéries sulfito-réductrices

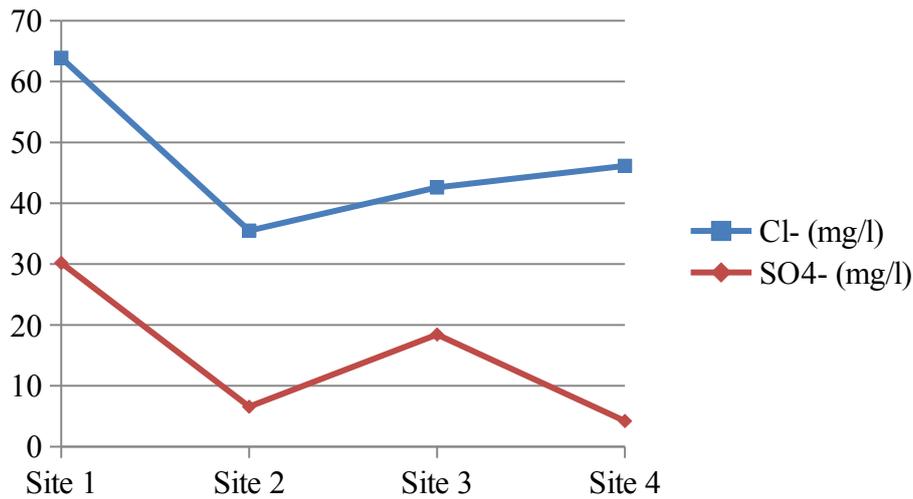


Figure 27: Evolution des teneurs en chlorure et sulfate au niveau des sites de prélèvement.

2.8. La Dureté et le calcium

Les valeurs de la dureté enregistrée au niveau des quatre sites de prélèvement indiquent que les eaux analysées sont moyennement dures (Fig.28).

Pour ce paramètre, on remarque que les teneurs en calcium observées au niveau des sites sont considérables.

La baisse des teneurs de calcium au site 2 après phase de traitement, est expliquée par un procédé, de diminution de calcium, suivi en vue de protéger les chaudières dans l'usine des incrustations. Une diminution des teneurs en calcium est remarquée après phase d'épuration (site 4).

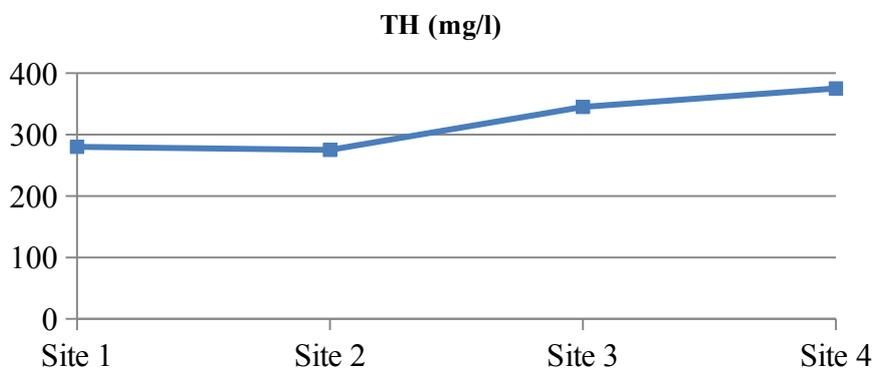


Figure 28: Variation de la dureté au niveau des sites de prélèvement.

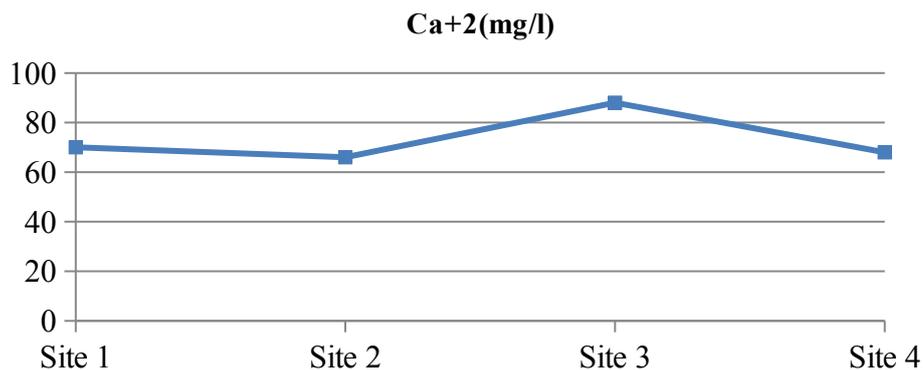


Figure 29: Evolution des teneurs en calcium au niveau des sites de prélèvement.

2.9. Les éléments azotés

Les résultats relatifs aux différents composés azotés sont représentés par la figure suivante :

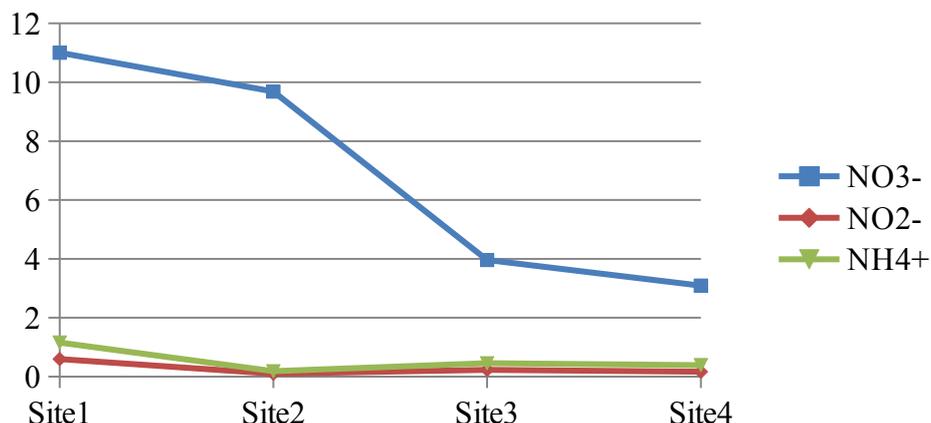


Figure 30: Evolution des teneurs en nitrate, nitrite et ammonium au niveau des sites de prélèvement.

La comparaison des concentrations des nitrates (NO_3^-) enregistrées au niveau des quatre sites avec la norme (Annexe 5) de qualité des eaux usées montre que, ces dernières sont largement au dessous de 50 mg/l. Ceci pourrait être expliqué par le fait qu'à cette période de l'année (Fév., Mars, Avril) la température de l'eau est encore faible pour permettre la nitrification de l'azote ammoniacal. La diminution de nitrate au niveau du site 4 confirme le bon fonctionnement de la station d'épuration.

Les eaux analysées à l'entrée de l'usine montrant une valeur élevée de NH_4^+ (1,15mg/l) dépassant la norme (0,5 mg/l). Après traitement de cette eau, la valeur a diminuée à 0,182 mg/l. A la sortie de la chaîne de fabrication (site 3) la concentration en NH_4^+ a voisine la norme

avec 0,45 mg/l. Au site 4 à la sortie de la station d'épuration, on remarque une diminution de cette valeur expliquant ainsi une bonne épuration de cette eau.

Pour les nitrites, on observe l'efficacité du procédé de traitement au niveau du site 2 (après phase de traitement) rendant ainsi la valeur de NO_2^- de 0,099 mg/l qui était de 0,594 mg/l à l'entrée de l'usine.

La valeur de nitrite, à la sortie de la station d'épuration (site 4) reste plus au moins au dessus de la norme expliquée par la dégradation incomplète d'ammoniac soit d'une réduction des nitrates (Annexe 5).

2.10. Les phosphates

D'après les résultats obtenus, les valeurs des phosphates varient de 0.6mg/l (site 1) au 0.2mg/l (site 2). On signale une augmentation des concentrations des phosphates au site de prélèvement 4 expliqué probablement par les produits lessiviels venant de la chaîne de fabrication dans l'usine. La baisse de cette valeur à la sortie de la station d'épuration au niveau du site 4 confirme l'efficacité de procédé de boues activées.

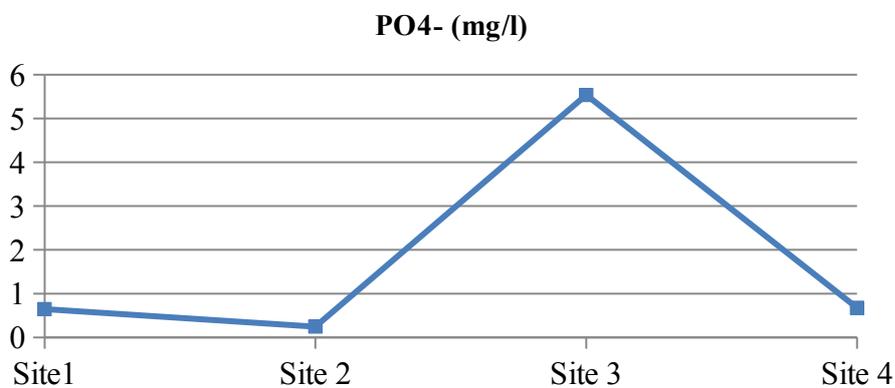


Figure 31: Evolution des teneurs en phosphates au niveau des sites de prélèvement.

3. Analyse comparative des résultats :

Dans cette partie les résultats d'analyse des eaux de rejets de quelques paramètres, effectuées pendant le mois d'avril sont comparés à ceux réalisés dans l'usine pendant plusieurs années précédentes. On signale que seulement les sites 3 et 4 sont concernés par cette comparaison ; c'est à dire avant et après épuration.

3.1. Avant épuration

Le tableau ci-dessous montre nos résultats d'analyse des eaux de rejets effectuée au mois d'avril 2013 et ceux obtenu par le laboratoire de l'usine réalisés aux mois de mars et avril pour l'année 2012.

Tableau 10: Evolution temporelle des paramètres physicochimiques des eaux de rejets avant épuration.

Date	Température	pH	Oxygène dissous	DCO	DBO5
08/04/2013	17	7.30	2,56	61,6	34.2
12/03/2012	23	6.97	4,85	44,2	26
03/04/2012	30	7.19	5,44	34,2	15.3

La différence dans les valeurs de température s'explique par le fait qu'on l'a mesuré in situ alors que les autres prélèvements de l'usine ont été réalisés dans le laboratoire.

Les résultats de pH pour les trois prélèvements restent proches de la neutralité tandis qu'on remarque une légère diminution d'oxygène dissous dans nos analyses par rapport à celles du laboratoire de l'usine.

Pour la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène on remarque une nette augmentation allant du premier prélèvement de l'usine (3 avril 2012) au dernier (8 avril 2013) expliquée par la charge en matière organique à la sortie de la chaîne de fabrication.

3.2. Après épuration

D'après le tableau ci-dessous qui résume nos résultats et les résultats des années précédentes de l'usine, on a trouvé que les valeurs sont approximativement proches pour la totalité des paramètres, confirmant ainsi l'exactitude de nos résultats.

Tableau 11: Evolution temporelle des paramètres physicochimiques des eaux de rejets après épuration.

Date	Conductivité	Température	pH	Oxygène dissous	DCO	DBO5
08/04/2013	2200	16.6	7.09	3.50	55	21
07/01/2013	/	/	7.31	/	74.2	21
12/03/2012	/	20	7.38	6.74	49.2	20
03/04/2012	/	22	7.30	3.74	59.2	25.6
24/01/2011	3000	26	7.21	/	60	27
22/03/2010	2800	26	6.62	/	37	16
12/04/2010	2500	24	6.75	/	57	23
23/08/2009	/	33	7.26	/	68	29

Conclusion générale

Le présent travail s'insère dans le cadre de l'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de rejets avant et après épuration au niveau de l'usine BENAMOR. Ces eaux usées industrielles sont traitées à l'aide d'une station d'épuration par procédé de boues activées, puis elles sont rejetées dans l'oued BOUATI.

Le dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale (CT, CF et SF ASR) a reflété une pollution fécale intense à l'entrée de la station d'épuration ainsi qu'à la sortie sans diminution de cette dernière; on a remarqué ainsi une augmentation de certains germes dépassant les normes des eaux de rejets et cela à cause d'une absence des bous responsable de destruction de ces germes, une accumulation des boues au niveau du décanteur avec une diminution intense d'oxygène.

La recherche de certains germes pathogènes, genre *Pseudomonas*, a aboutit à des résultats positifs à l'entrée de la station d'épuration résultant la matière première et une absence totale de ces derniers due à l'efficacité de la station sur ces germes, pour le reste des germes les résultats sont négatifs.

Les résultats d'analyse physico-chimique ont montré que tout ces paramètres en pratiquement connu une diminution après chaque phase, montrant ainsi l'efficacité de tout les procédés de traitement dans l'usine. Reste à dire que la majorité des résultats est en dessous des normes algériennes des eaux de rejets.

La comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'usine montre que les valeurs sont approximatives, confirmant ainsi l'exactitude de nos résultats.

Recommandations

A la fin de notre étude nous proposons quelques recommandations pour bien préserver l'environnement des rejets industriels:

- Elaborer des directives interministérielles concernant les mesures à prendre par branche d'activité pour prévenir la pollution d'origine industrielle.
- Vérifier l'état de fonctionnement des installations anti-pollution qui existent au niveau des unités industrielles.
- Remettre en service les installations anti-pollution qui sont défectueuses.
- Identifier les unités industrielles polluantes qui ne sont pas pourvues d'installations anti-pollution.
- Etablir l'inventaire des unités polluantes appartenant à la petite et moyenne industrie.
- Mettre en place des dispositifs pour la gestion saine des déchets toxiques.

Mettre en place des organes efficaces pour la gestion des zones industrielles :

- ✓ Le nettoyage de station pour régler le problème de décanteur.
- ✓ Augmenter la quantité d'oxygène injecté.
- Les effluents liquides d'un établissement industriel ne peuvent généralement pas être rejetés dans le milieu naturel sans avoir subi préalablement un prétraitement ou un traitement complet.
- Les valeurs limites de rejet sont déterminées en fonction de valeurs limites fixées au niveau national et des capacités d'acceptation du milieu récepteur, en l'occurrence le cours d'eau ou la station d'épuration collective.

De nombreuses entreprises industrielles doivent s'équiper de stations d'épuration d'eaux résiduaires internes permettant un traitement physico-chimique préalable avant le rejet des effluents organiques ou d'installations de détoxification avant recyclage ou rejet. Elles contrôlent leurs rejets au moyen d'analyses régulières appelées autosurveillance. Cette surveillance permet à l'industriel de savoir si les prescriptions qui lui ont été imposées sont bien respectées. Ces résultats sont communiqués à l'inspecteur des installations classées.

L'objectif de cette action est de rechercher une centaine de substances ou familles de substances dans les effluents aqueux d'un grand nombre d'établissements.

Annexe 1

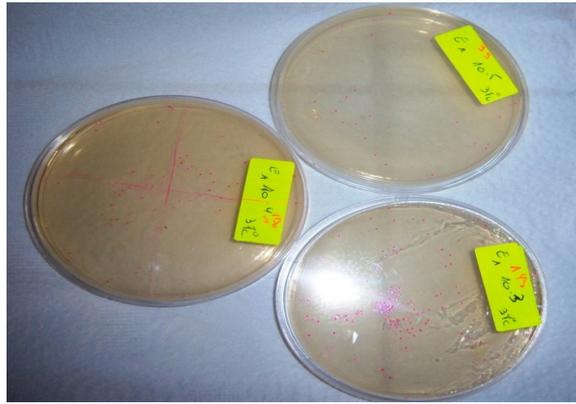


Figure 01: Les résultats des FMATs.



(a)



(b)

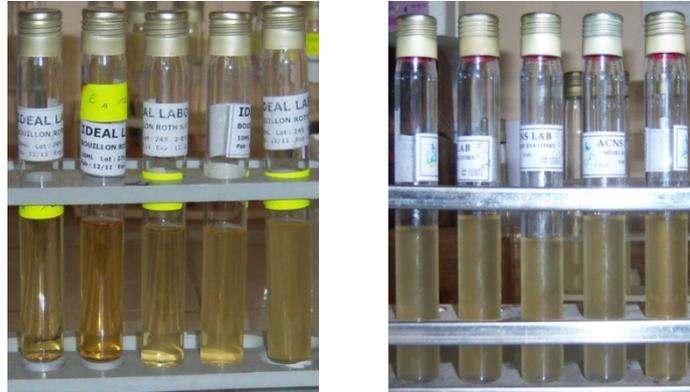
Figure 02: Résultats du test présomptif (coliformes totaux) : (a) test négatif ; (b) test positif.



Figure 03:



Résultats de test confirmatif (coliformes fécaux).



(a)

(b)

Figure 04 : Résultats des streptocoques : (a) test confirmatif; (b) test présomptif.



Figure 05: Résultats des anaérobies sulfite-réducteurs.



06

Hektoen.



Figure
: Milieu

Figure 07: Milieu Chapman.



Figure 08: Milieu Citrimide.



Figure 09: Milieu GNAB.



Figure 10: Milieu Saborraud.



Figure 11: Les différents résultats de TSC.

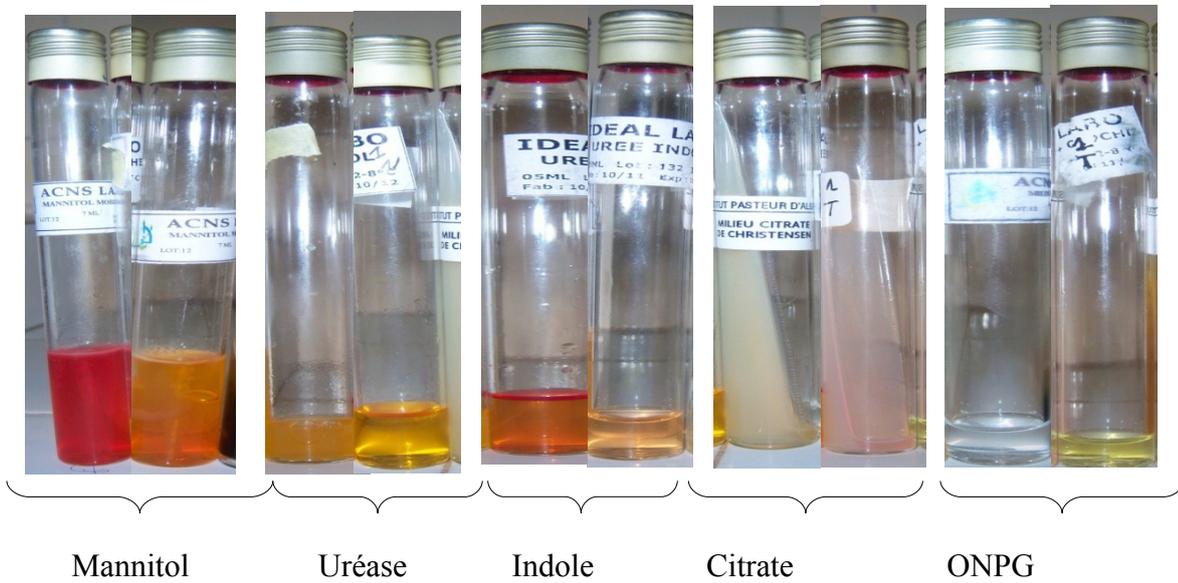


Figure 12: Les différents résultats de la galerie classique.

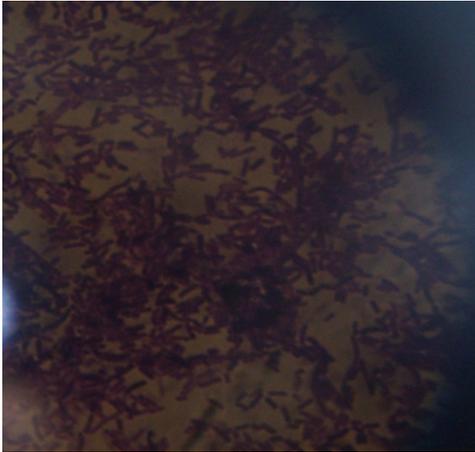


(a) :oxydase (+)

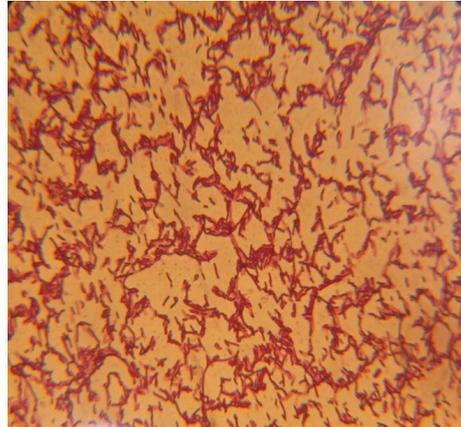


(b): oxydase (-)

Figure 13 : Les différents résultats d'oxydase.



(a) : Gram (+)



(b) : Gram (-)

Figure 14 : Résultats de Gram.



Figure 15: Résultat de l'Apt 20NE.

Tableau 01 : La table de Mac Grady pour les résultats de NPP.

Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0,0	201	1,4	302	6,5
001	0,3	202	2,0	310	4,5
010	0,3	210	1,5	311	7,5
011	0,6	211	2,0	312	11,5
020	0,6	212	3,0	313	16,0
100	0,4	220	2,0	320	9,5
101	0,7	221	3,0	321	15,0
102	1,1	222	3,5	322	20,0
110	0,7	223	4,0	323	30,0
111	1,1	230	3,0	330	25,0
120	1,1	231	3,5	331	45,0
121	1,5	232	4,0	332	110,0
130	1,6	300	2,5	333	140,0
200	0,9	301	4,0		

Tableau 01: Aspect macroscopique et microscopique ainsi que les tests réalisés.

Aspect macroscopique			Tests		
Milieux	Caractéristiques	Oxydase	Catalase	Coloration de gram	
Chapman	Site 1et site 3	<ul style="list-style-type: none"> • Colonies jaunes dorées, • rondes, • bombées et lisses, • contours irréguliers. 	-	+	Bacilles, Gram (+)
	D'après ces résultats on peut dire que ne sont pas des staphylocoques ; et il ya une présence des bacillus.				
	Absence des germes au niveau de site S2 et S4.				
Cétrimide	Site 3	<ul style="list-style-type: none"> • Colonies lisses, • semi bombées, • translucide, • net. 	+	/	Bacilles, Gram (-)
	Absence des germes au niveau de site S1, S2 et S4.				
GNAB	S1, S3	<ul style="list-style-type: none"> • Des colonies blanchâtres et transparentes, • contours irréguliers, • bombées. 	-	/	/
	Absence de ces germes au niveau de site S2 et S4.				
Hektoen	Site 3et site 4	<ul style="list-style-type: none"> • Colonies vertes, • colonies avec centre noire, • ronde, lisse • certaines petites et d'autres -grandes, • une odeur. 	/	/	/
	Absence des germes au niveau de site S1 et S2.				
Saborraud	Site 1 et	<ul style="list-style-type: none"> • Levures 	/	/	• Cocci ovoïde.

	site 3	• Champignons filamenteux.			• Filaments trop fin.
Absence au niveau de site S2 et S4.					

Tableau 02: Résultats des TSI.

	Sites	H2S	Lactose	saccharose	Glucose	Gaz	
GNAB	Site 1	+	-	-	+	+	<i>Proteus</i>
	Site 3	/	+	/	+	+	<i>E. Coli</i>
Hektoen	Site 3	-	+	/	/	+	<u>Galerie biochimique classique</u>
		+	+	/	/	+	
	Site 4	-	+	/	/	+	
		+	+	/	/	+	

Tableau 03: Les résultats de la galerie biochimique classique.

ONPG	Citrate	Indole	Uréase	TDA	Mannitol	mobilité	Espèce
+	+	+	-	-	+	+	<i>E.coli</i>
-	-	-	+	-	-	+	<i>Klébsiella</i>
+	-	+	+	-	+	+	<i>Klébsiella oxytocea</i>
+	-	-	-	-	+	+	<i>Enterobacter</i>

Tableau 04: Résultat de l'Api 20NE.

Site	Milieu	Espèce
S4	TSC	<i>Moraxella spp</i>

Annexe 4



Figure 01 : Résultat de dosage de chlorure.



Figure 02 : Résultat de dosage

de sulfate.



Figure 03 : Résultat

de dureté.



Figure 04: Résultat de dosage de calcium.

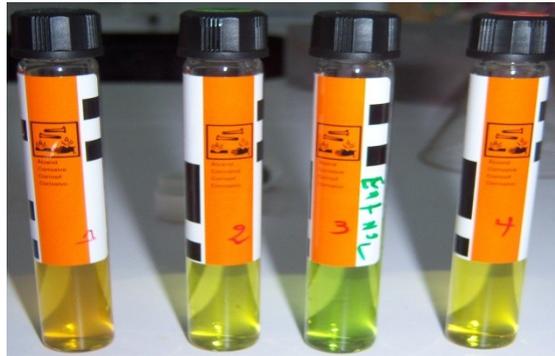


Figure05 : Résultat de

dosage de phosphore.



Figure 06 : Résultat de dosage de l'ammonium.



Figure 07 :

Résultat de dosage de



Figure 08 : Résultat de dosage de nitrite.

Annexe 5

Tableau 01 : Les normes des eaux de rejet après épuration.

Paramètre	Unité	Normes algériennes	Normes selon OMS
T	°C	<30	<30
pH	/	6.5-8.5	6.5-8.5
Conductivité	µS/cm	2800	/
Oxygène dissous	mg/l	8	/
DCO	mg/l	120	<90
DBO5	mg/l	35	<30
MES	mg/l	30	<20
TH	mg/l	100 à 500	/
Ca ⁺²	mg/l	75 à 200	/
Cl		200	/
SO ₄ ⁻		200 à 400	/
Phosphate	mg/l	50	/
Nitrate	mg/l	50	1
Nitrite	mg/l	0.1	1
Ammonium	//	0.1-30	<0.5
Coliformes totaux	germe/ml	20.000	/
Coliformes fécaux	germe/ml	12.000	≤ 10
Streptocoque D	germe/ml	2000	/
Salmonella	germe/ml	Absence	/
Staphylocoque aureus	germe/ml	Absence	/

Levures	/	Absence	/
---------	---	---------	---