

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTER DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Université de Ain T'émouchent Belhadj Bouchaib

Faculté des sciences et technologie

Domaine des sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques



Spécialité : Protection des végétaux

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Thème

**Répercussions de l'irrigation par les eaux usées épurées et leurs sous-produits
sur la qualité des cultures cas des STEP d'Ain El Houtz**

Présenté par :

Keddar Housseem Eddine & Bahi Walid

Soutenu le : 22-09-2022

Devant le jury composé de :

| | | |
|-----------------------|---------------|--------------|
| Mme ABDALLOUI Hadjera | U. B. B. A. T | Présidente |
| Mme BENCHAKOR Hassiba | U. B. B. A. T | Examinatrice |
| Mme BAGHLI Naoual | U. B. B. A. T | Encadreur |

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021 / 2022

Remerciements

Ce modeste mémoire est le résultat d'un long travail de recherche. Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce modeste travail

Alors, il ne serait pas possible de nous présenter ce mémoire sans témoigner de nos profondes gratitude et nos sincères remerciements à Madame Baghli, pour avoir nous avoir encadré, pour ses conseils précieux, ses remarques pertinentes et ses aides généreuses tout au cours de la rédaction de notre mémoire.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail d'abord :

A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Housseem Eddine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts...

*A ma raison de vivre , a ma source de courage a ceux que j'ai de plus cher, **ma mère et mon père**. Leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous m'avez donné pour ma formation. Que Dieu Tout-Puissant, vous protège et vous offre santé, longue vie et bonheur.*

En fin, un grand Merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'autre, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.

Walid

Résumé

L'irrigation agricole a besoin d'eau beaucoup actuellement se fait depuis des forages c'est à dire consommation importante des eaux souterraines dont utilisation pourrait réserver à d'autres besoins dans ce cadre que nous sommes intéressés à un cas précis qui est la suivi du développement d'une plante fourragère la luzerne irriguée par les eaux usées épurées et valoriser ces eaux pour irrigation .

La réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation est une solution économique contre les pertes d'eau.

L'objectif de ce travail est pour suivre le rendement et qualité de la culture irriguée par les eaux usées

Les résultats de ce travail on étude présente un avantage agricole et écologique environnementale et on peut irriguée plusieurs types et genres des cultures et donne un bon rendement.

Mots clés : Réutilisation des eaux usées, luzerne.

الملخص:

يحتاج الري الزراعي في الوقت الحالي إلى الكثير من المياه من الآبار ، أي الاستهلاك الكبير للمياه الجوفية التي يمكن أن يؤدي استخدامها للاحتياجات الأخرى في هذا السياق ، فنحن مهتمون بحالة معينة وهي مراقبة تطوير نبات العلف ، البرسيم ، المروية بمياه الصرف الصحي المعالجة واستخدام هذه المياه للري.

تعد إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة للري حلاً اقتصادياً ضد فقدان المياه الهدف من هذا العمل هو مراقبة إنتاجية وجودة المحصول المروى بالمياه العادمة، ونتائج هذا العمل لها فائدة بيئية زراعية وبيئية ويمكنها ري عدة أنواع وأنواع من المحاصيل لإعطاء محصول جيد،

الكلمات المفتاحية : إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، البرسيم الحجازي .

Abstract:

Agricultural irrigation needs a lot of water currently is done from boreholes, i.e. significant consumption of groundwater whose use could reserve for other needs in this context that we are interested in a specific case which is monitoring the development of a fodder plant, alfalfa, irrigated by treated wastewater and using this water for irrigation.

The reuse of treated wastewater for irrigation is an economical solution against water loss. The objective of this work is to follow the yield and quality of the culture irrigated by waste water

The results of this work one study presents an agricultural and ecological environmental advantage and can irrigate several types and kinds of cultures and gives a good yield.

Keywords: Wastewater reuse, alfalfa.

Liste d'abréviation

Steep : station d'épuration

DCO : La demande biochimique en oxygène

DBO : Consiste à déterminer la quantité d'oxygène

MES : Les matières en suspension

Table des matières

Sommaire

| | |
|--|-------------------------------------|
| Introduction | Error! Bookmark not defined. |
| I.Les eaux Usées..... | Error! Bookmark not defined. |
| I.1 Introduction..... | 4 |
| I.2 Pouvoir dissociant de l'eau | 4 |
| I.3 Définition d'une eau usée | 4 |
| I.4 Origine des eaux usées..... | 5 |
| I.4.1 Les eaux usées urbaines | 5 |
| I.5 Caractéristiques des eaux usées | 6 |
| I.5.2 Les paramètres physico-chimiques | 6 |
| Conclusion :..... | Error! Bookmark not defined. |
| II. La Station d'épuration | 10 |
| La station d'épuration (STEP)..... | Error! Bookmark not defined. |
| II.1 Définition..... | 10 |
| II.2 Rôle des stations d'épuration..... | 10 |
| II.3 Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de Traitement des eaux Usées..... | 10 |
| II.4 Procédés d'épuration des eaux usées | 11 |
| II.4.1 Prétraitements | 11 |
| II.5 Traitement primaires..... | 13 |
| II.5.1 Procédés de décantation physique | 14 |
| II.6 Traitement secondaires (biologique) | 15 |
| II.7 Traitement tertiaire | 19 |
| II.7.1 L'élimination de l'azote:..... | 19 |
| II.7.2 L'élimination du phosphore | 20 |
| II.7.3 L'élimination et traitement des odeurs | 20 |
| II.7.4 La désinfection..... | 21 |
| II.8 Traitements de stabilisation des boues..... | 22 |
| II.8.1 Traitement de l'épaississement et de concentration des boues..... | 22 |
| Conclusion..... | 24 |
| III.1 Introduction :..... | 25 |
| III-1 Qu'est que l'irrigation ? | 25 |

| | |
|--|----|
| III-3 Méthode et technique d'irrigation : | 28 |
| III-4 Quantité d'eaux usées traitées :..... | 28 |
| III-5 Quantité des eaux usées traitées :..... | 30 |
| III-6 Impact de l'irrigation par des eaux usées traitées : | 30 |
| III-7 Les maladies causées par les eaux usées traitées outre en irrigation : | 32 |
| I-Présentation de la zone d'étude | 36 |
| I-1 Présentation de la commune d'Ain el Hout wilaya de Tlemcen..... | 36 |
| I-1-1-Situation administrative | 36 |
| I-2-Situation géographique..... | 36 |
| I-3-Aspect climatique..... | 36 |
| II-Présentation de l'Office National de l'Assainissement | 36 |
| 2- Présentation de la station d'épuration d' Ain El Houte | 37 |
| 2-1-Situation géographique | 37 |
| 2-2- Caractéristiques générales de la STEP Ain El Houte | 37 |
| Tableau 1 Fiche technique de la STEP Ain El Houte..... | 37 |
| 2-3- Fonctionnement de la STEP Ain El Houte | 38 |
| 2-3-1-Arrivée des eaux à la STEP | 39 |
| 2-3-2- Le poste de relevage | 39 |
| 2-3-3- Le prétraitement | 40 |
| b) Dessablage-déshuilage | 40 |
| 2-3-4- Le traitement secondaire (biologique)..... | 41 |
| a) Bassin d'aération | 41 |
| b) Le dégazage..... | 42 |
| c) Le clarificateur | 43 |
| d) Poste de recirculation | 43 |
| 2-3-5- Poste toutes eaux | 44 |
| 2-3-6-La désinfection | 45 |
| 2-3-7- Epaissement des boues | 46 |
| 2-3-8- Lits de séchage | 46 |
| II - Matériel et méthodes | 48 |
| II-1 Caractérisation physico-chimique des eaux brutes et traitées | 48 |
| II -1-1 L'échantillonnage..... | 48 |
| II-1-2- Mesure des paramètres physiques..... | 48 |
| II-1-3- Mesure des paramètres chimiques et biochimiques..... | 48 |

| | |
|---|----|
| II- 1-3-1- La demande chimique en oxygène DCO..... | 48 |
| II-1-3-2- La demande biochimique en oxygène DBO..... | 49 |
| II-1-3-3-L'azote et les phosphates..... | 49 |
| II-1-3-4- Caractéristiques microbiologiques des eaux de rejet..... | 49 |
| b) Dénombrement des coliformes thermotolérants..... | 50 |
| c) Recherche des œufs d'helminthe (Nématodes)..... | 51 |
| III -Résultats et discussions..... | 52 |
| 1- Les paramètres physico-chimiques et biochimiques..... | 52 |
| 1-1-La température..... | 52 |
| (JORA, 2012). | 52 |
| 1-2- Le pH..... | 53 |
| 1-3- La conductivité..... | 55 |
| 1-4- La turbidité..... | 56 |
| 1-5- MES..... | 57 |
| 1-6- DCO..... | 59 |
| 1-7- DBO5..... | 60 |
| 1-8- L'azote..... | 61 |
| 1-9-PO43-..... | 64 |
| 1-10- les métaux lourds..... | 65 |
| 2-Les paramètres microbiologiques..... | 66 |
| 2-1- Dénombrement des coliformes fécaux..... | 66 |
| 2-2- recherche des œufs d'helminthes (Nématodes)..... | 67 |
| IV : Estimation des taux de participations de la STEP Ain El Houte..... | 69 |
| 1-Estimation des taux de participation de la STEP Ain El Houte en eaux..... | 69 |
| 2-Estimation des taux de participations de la STEP Ain El Houte en nutriments..... | 69 |
| 2-1- Estimation des taux de participation en azote minéral..... | 69 |
| 2-2-Estimation des taux de participation en phosphore minéral..... | 70 |
| 1- Estimation du taux de participation de la STEP en eau en période d'irrigation..... | 70 |
| Conclusion générale..... | 71 |
| Recommandations..... | 72 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| figure 1 Diagramme du fonctionnement de la STEP d'Ain El Houte | 38 |
| figure 2 Arrivée des eaux et déversoir d'orage. | 39 |
| figure 3 Poste de relevage. | 39 |
| figure 4 Dégrilleur automatique. | 40 |
| figure 5 Désableur-déshuileur. | 41 |
| figure 6 Classificateur à sables. | 41 |
| figure 7 Bassin d'aération et aérateur de surface. | 42 |
| figure 8 Dégazeur. | 42 |
| figure 9 Clarificateur. | 43 |
| figure 10 Poste de recirculation. | 44 |
| figure 11 : Poste toutes eaux (vue de l'extérieur et de l'intérieur). | 44 |
| figure 12 Poste de désinfection. | 45 |
| figure 13 Canal de sortie des eaux épurées. | 45 |
| figure 14 Epaisseur. | 46 |
| figure 15 Lits de séchage. | 47 |
| figure 16 DBO mètre. | 49 |
| figure 17 Prélèvement d'échantillon au niveau du canal de sortie. | 50 |
| figure 18 Filtration sous vide. | 51 |
| figure 19 Centrifugeuse avec tubes coniques. | 51 |
| figure 20 Variation quotidienne de la température de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 53 |
| figure 21 Variation quotidienne du pH de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 55 |
| figure 22 Variation quotidienne de la conductivité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 56 |
| figure 23 Variation hebdomadaire de la turbidité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 57 |
| figure 24 Concentration hebdomadaire des MES (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 59 |
| figure 25 Concentration en DCO (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 60 |
| figure 26 Concentration en DBO5 (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 61 |

| | |
|--|----|
| Figure 29 :figure 27 Teneurs en NH ₄ ⁺ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte..... | 62 |
| figure 28Teneurs en NO ₂ ⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte | 63 |
| figure 29Teneur en NO ₃ ⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte. | 64 |
| figure 30Teneurs en PO ₄ ³⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte | 65 |
| figure 31 Colonies de coliformes fécaux après 24h d'incubation..... | 67 |
| Figure 34: figure 32 Teania sp (G x40)..... | 68 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 Fiche technique de la STEP Ain El Houte (partie extension). Error! Bookmark not defined. | |
| Tableau 1 Les concentrations des éléments en traces métalliques au niveau du rejet de la STEP Ain El Houte | 65 |
| Tableau 2 Résultats de dénombrement des coliformes fécaux | 67 |
| Tableau 3 Résultats de recherche des œufs d'helminthes | 68 |

Introduction générale

Introduction générale

Dans le cadre du développement durable, il est impératif de rationaliser l'usage des ressources en eau conventionnelle. En effet, la réutilisation agricole des eaux épurées et des boues générées par le traitement, représente l'alternative attendue pour la préservation de la ressource et en parallèle la promotion du secteur agricole. Cette technique n'engendre aucun investissement supplémentaire, car l'eau est produite une seule fois pour l'usage domestique, après pollution, elle est récupérée et épurée. Au lieu d'être rejetée au milieu naturel, elle sera utilisée en irrigation agricole. La boue générée par l'épuration, est riche en matière organique et en éléments nutritifs, au lieu d'être mise en décharge ou incinérée, elle peut être utilisée comme support de fertilisant ou amendement organique. Dans le cas de l'Algérie, vu le climat chaud provoquant la minéralisation rapide de la matière organique dans le sol et la pénurie d'eau conventionnelle, nous proposons à tout projet d'avenir d'épuration des eaux usées, de prioriser la valorisation des sous-produits dans l'agriculture. Cette démarche doit s'inscrire de plus en plus dans les programmes de gestion durable des ressources en eau, afin d'augmenter leur valeur agronomique sans porter atteinte ni à la santé humaine et animale, ni à l'environnement.

L'utilisation de l'eau usée traitée et des boues résiduelles, au-delà de leurs effets positifs, peut également avoir des impacts défavorables sur la santé publique et l'environnement, en fonction principalement des caractéristiques de l'eau épurée et des boues, du degré d'épuration, de la méthode et de l'endroit d'utilisation. La pollution du sol et des eaux souterraines et de surface est parmi les inconvénients potentiels les plus importants de l'utilisation d'eau usée traitée. Cependant, du point de vue rigoureusement scientifique, la planification rigoureuse et la gestion efficace des régimes d'irrigation ou de fertilisation peuvent réduire au minimum ces inconvénients, à un niveau dont les effets environnementaux sont insignifiants. Pour cette raison, il est important de fournir aux agriculteurs l'information requise pour les aider à améliorer la gestion de l'eau usée traitée, utilisée pour l'irrigation, et des déchets solides, servant à la fertilisation. C'est maintenant possible grâce aux informations et à l'expérience considérable acquises au niveau régional, au travers de projets de réutilisation menés avec succès. Dans ce mémoire a pour objectif de : • consolider la connaissance et l'expérience acquises sur la réutilisation dans les pays de la région ; • fournir des conseils de bonnes pratiques agricoles dans une approche de gestion intégrée.

Dans ce contexte, ce travail s'intéresse à l'influence des eaux usées épurées et leurs sous-produits de la STEP d'Ain El Houtz sur les cultures. Pour ce faire ce mémoire se présente

comme suit : une première partie consacrée à la description des eaux usées, de la STEP et de la réutilisation des eaux usées épurées et leurs impacts. Une deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale où est décrite la zone d'étude qui est la STEP d'Ain El Houtz et la réutilisation de ses eaux épurées. Une conclusion générale viendra clôturer ce travail.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

I.1 Généralités des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (SELGHI 2001). C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux naturels récepteurs, des traitements d'abattement ou d'élimination de ces polluants sont effectuées sur tous les effluents urbains ou industriels. Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle également par des procédés intensifs ou extensifs (PAULSRUD et HARALDSEN 1993).

I.2 Pouvoir dissociant de l'eau

L'eau est un très bon solvant, il dissout un grand nombre de corps ioniques, comme les sels en donnant des ions, ainsi que certaines substances chimiques toxiques ou non formées de molécules polaires. Cette dissolution résulte du caractère polaire des molécules d'eau qui, grâce aux charges positives et négatives qu'elles portent, sont attirées par les charges aux signes contraires des ions ou molécules polaires qui leurs sont proches. Elles forment un écran autour de ces ions ou molécules polaires, les séparant de leurs congénères et favorisant ainsi leur dispersion dans le liquide. Cette propriété fait de l'eau, le véhicule privilégié de substances vitales ou toxiques pour le corps humain et les végétaux.

I.3 Définition d'une eau usée

La pollution de l'eau s'étend comme une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques ou biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit.

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

eaux usées englobent également les eaux de pluie et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (DUGNIOLLE 1980, GLANIC et BENNETON 1989)

I.4 Origine des eaux usées

I.4.1 Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement:

Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout-à- l'égout » (BAUMONT et al. 2004).

Les eaux de ruissellement

Ce sont toutes les eaux qui ruissellent dans les rues où sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritux, suies de combustions et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Ces eaux de ruissèlement, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique.

Les eaux de ruissèlement comprennent les eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours.

Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels, concernant les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales : blanchisserie, restaurant, laboratoire d'analyses médicales (EDLINE., 1979 in YOUNG, 2011).

Les caractéristiques des eaux usées industrielles varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées de différentes substances chimiques, organiques et métalliques selon leur origine industrielle, elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industrie agroalimentaires, équarrissage)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

- Des hydrocarbures (raffinerie)
- Des métaux (traitement de surface, métallurgie)
- Des acides, des bases et différents produits chimiques (industrie chimiques divers, tannerie)
- De l'eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques)
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration.

Les eaux agricoles

L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeables car elles importent les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle de la pollution diffuse. Les eaux agricoles issues des terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates, sous une forme ionique ou en quantités telles, qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes, conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues.

I.5 Caractéristiques des eaux usées

Les normes de rejet des eaux usées fixent des indicateurs de qualité physico-chimiques et biologiques. Ce potentiel de pollution généralement exprimé en mg/l, est quantifié et apprécié par une série d'analyses, certains de ces paramètres sont des indicateurs de modification que cette eau sera susceptible d'apporter aux milieux naturels récepteurs. Pour les eaux usées domestiques, industrielles et les effluents naturels, on peut retenir les analyses suivantes :

I.5.2 Les paramètres physico-chimiques

Ils résultent de l'introduction dans un milieu des substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure de ces paramètres se fait au niveau de rejets, à l'entrée et à la sortie des usines de traitements et dans les milieux naturels.

La température

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant de 28°C à 32°C, par contre, elle est fortement diminuée par des températures de 12°C à 15°C, et elle s'arrête pour des températures inférieure à 5°C (BOLLAGS JM 1973, RODIER ET AL 2005)

Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9. L'influence de pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution bio-disponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9.

La turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension(MES) présentes dans l'eau.

Les matières en suspension (MES)

Elles représentent la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS) non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

- Les matières volatiles en suspension(MVS) :

Elles représentent la fraction organiques des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la «la perte au feu» et correspond à la teneur en MVS d'une eau.

- Les matières minérales en suspension(MMS)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son «extrait sec» constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates,...etc.

L'absence des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la régénération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (DUGUET et AL 2006)

La conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau à favoriser le passage d'un courant électrique. Elle fournit une indication précise sur la teneur en sels dissous (salinité de l'eau). La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre et elle l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par centimètre. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (REJSEK 2002). Sa mesure est utile car au-delà de la valeur limite de la salinité correspondant à une conductivité de 2500 $\mu\text{Sm/cm}$, la prolifération des microorganismes peut être réduite d'où une baisse de rendement épuratoire.

La demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 comme étant la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C, à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée. Ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie. Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5

La demande chimique en oxygène (DCO)

La Demande Chimique en Oxygène(DCO) est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide de bichromate de potassium à 150°C. Elle est exprimée en $\text{mg O}_2/\text{l}$. la valeur du rapport DCO/DBO5 indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (SUCHKA J et FERREIRA E 1986).

Généralement, la valeur de la DCO est :

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

DCO = 1,5 à 2 fois DBO5 pour les eaux usées urbaines

DCO = 1 à 10 fois DBO5 pour tout l'ensemble des eaux résiduaires

DCO > 2,5 fois DBO5 pour les eaux usées industrielles

La relation empirique de la matière organique (MO) en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante

$$MO = (2 DBO5 + DCO)/3$$

La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimé par un coefficient K tel que $K = DCO/DBO5$:

Si $K < 1,5$: cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande parties de matières fortement biodégradables

Si $1,5 < K < 2,5$: cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables
Si $2,5 < K < 3$: cela signifie que les matières oxydables sont peu biodégradables

Si $K > 3$: cela signifie que les matières oxydables sont non biodégradables

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne (des substances qui bloquent l'oxydation tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc.)

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable, on applique un traitement biologique si non, on applique un traitement physico- chimique.

I-5-3 Les paramètres Organoleptiques :

La couleur :

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. (REJESK, 2002). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. (RODIER et Al, 2005).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Odeur :

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition. (RODIER et Al, 2005) .

II. La Station d'épuration(STEP)

II.1 Définition

Une station d'épuration est un centre de traitement de l'eau qui peut remplir deux missions distinctes :

- Recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans leur milieu naturel.
- Rendre les eaux naturelles propres et sans danger pour la consommation humaine.
- Elle est installée à l'extrémité d'un réseau de collecte des égouts et en amont du milieu naturel.

II.2 Rôle des stations d'épuration

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- Traiter les eaux usées
- Protéger l'environnement
- Protéger la santé publique
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement à des fins de réutilisation (anonyme 2004) .

II.3 Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de Traitement des eaux Usées

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte:

Des exigences du milieu récepteur Des caractéristiques des eaux usées

Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.)

De la disponibilité du site

Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation) (BADIA-2003)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

II.4 Procédés d'épuration des eaux usées

Les différents procédés épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopté en épuration

Prétraitement: dégrillage, dessablage, déshuilage.

Traitement primaire : procédés décantation physique, procédés décantation chimique

Traitement secondaires (biologique): épuration biologique des matières organiques.

Traitement tertiaires : azote, phosphore, désinfection, traitement des boues.

II.4.1 Prétraitements

Le prétraitement est un l'ensemble d'opérations physiques et mécaniques destinées à extraire de l'eau brute. Ils ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs. Pour les déchets volumineux, ils sont éliminés par dégrillage, les sables et graviers par le dessablage et les graisses par le dégraissage-déshuilage (BADIA-GONDARD 2003).

Dégrillage

Le dégrillage est une opération indispensable pour éliminer de gros objets susceptibles de gêner le fonctionnement des procédés situés en aval. Il permet de séparer et d'évacuer les matières volumineuses, amenées par l'effluent à traiter (Fig II.1). L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles qui sont de trois types:

- Dégrillage fin (écartement 3 à 10 mm).
- Dégrillage moyen (écartement 10 à 25 mm).
- Dégrillage grossier (écartement 50 à 100 mm) (SATIN ET SELMI, 2006)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

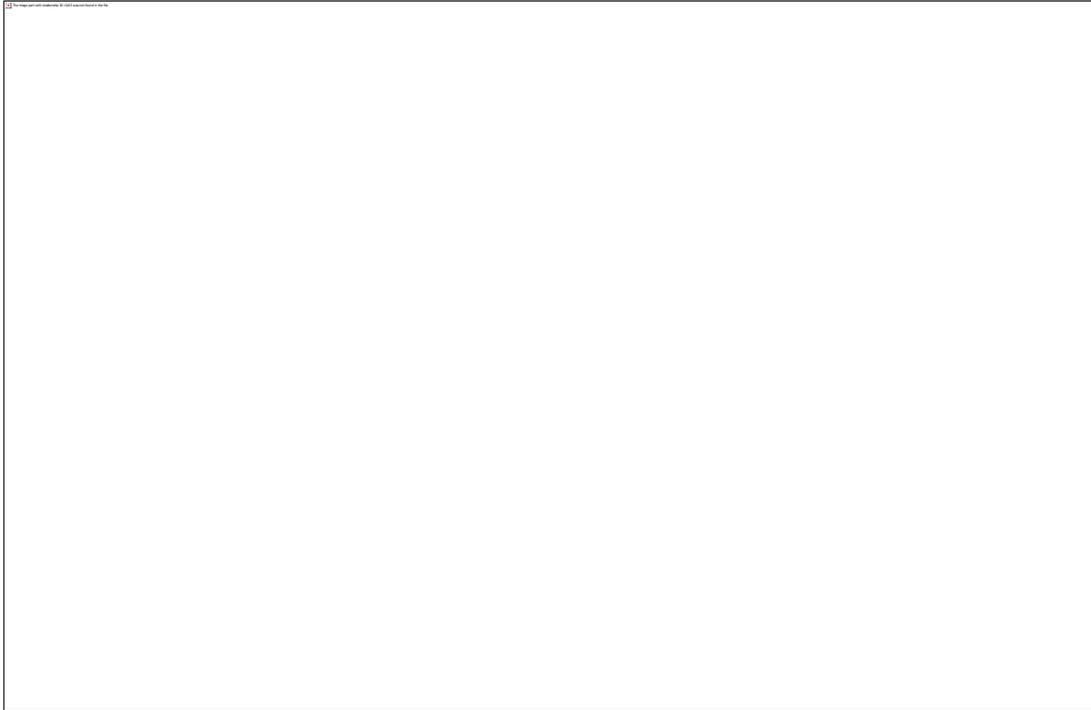


Figure II 1 Schéma d'un dégrilleur (2008)

Tamissage

Le tamissage est un dégrillage poussé utilisé dans les stations d'épuration industrielles. Il consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions (Fig II.2). Il existe un macro- tamissage (mailles $> 0.3\text{mm}$) et un tamissage (mailles $< 100\mu\text{m}$)



Figure II 2 Schéma d'un tamiseur (2007)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Dessablage:

Le dessablage consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage et permet de réduire la production des boues et d'éviter de perturber les autres étapes de traitement, en particulier, le réacteur biologique (Fig II.3) (Satin et al., 2010)



Figure II 3 : schéma d'un dessableur(2009)

Déshuilage et dégraissage

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre de figer les graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient par la suite (DEGREEMENT, 1989). La rétention environ 80% de la matière grasse lorsque la température est inférieure à 30°C (DEGREEMENT, 1995).

II.5 Traitement primaires

Le traitement primaire constitue une pré-épuration non négligeable pour garantir la qualité du rejet en milieu naturel. Il fait appel à différents procédés physiques et chimiques.

Les matières décan tables se déposent au fond ou flottent à la surface par différence de densité ou après l'adjonction de produit agglomérant les matières, accélérant leur flottation ou leur sédimentation (SATIN ET SELMI 2006)

Le traitement primaire élimine plus de la moitié des matières en suspension jusqu'à 60% et de la matière organique de l'ordre de tiers de la DBO5 entrante (DEGREMENT 1989).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

II.5.1 Procédés de décantation physique

La décantation

La décantation a pour principe d'éliminer les particules en suspension par gravité, les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage (VILAGINES 2010).

L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation, ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées. Ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension. La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable (DALOZ 2007).

Flottation

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient (VILAGINES 2010).

Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air. Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau (SATIN ET AL. 2010). Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO5 et de la DCO (VILAGINES ET VILAGINE 2000)

Procédés de décantation chimique

La coagulation concerne des colloïdes et des particules très petites. Par contre, au niveau des particules plus grosses, nous parlerons de floculation. Ces processus sont considérés comme des traitements préparatoires. De nombreuses séparations solide-liquide, la décantation et la flottation permettent d'éliminer 75% de la DBO5 et jusqu' à 90 % des matières en suspension (EDELIN 1992).

Cette technique comporte une première phase d'adjonction d'un réactif qui provoque l'agglomération des particules en suspension, puis une accélération de leur chute au fond de l'ouvrage (DALOZ 2007).

Donc, la coagulation est utilisée pour agglomérer les particules de très petite taille. Les MES souvent de très petite dimensions, sédimentent difficilement, pour faciliter leur prise en

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

masse, on utilise des agents chimiques appelés coagulants. L'ajout de ces coagulants permet l'accroissement de la taille des MES et une décantation plus rapide, déstabilisation des suspensions colloïdales, la réduction de la turbidité et la concentration en polluants dissous par précipitation (tableau II.1) (GREGORIO ET AL. 2007).

tableau II 1 Agents de coagulation (DESJADINS 1997)

| Produit | Formule chimique |
|--------------------|------------------|
| Sulfate d'alumine | $Al_2(SO_4)_3$ |
| Sulfate de fer | $FeSO_4$ |
| Aluminate de soude | $NaAlO_2$ |
| La chaux | $Ca(OH)_2$ |
| Chlorure ferrique | $FeCl_3$ |

Floculation

La floculation permet l'agglomération des particules de colloïdes granulaires lorsqu'elles favorisent les contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération. Cette floculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules formée par la coagulation (GREGORIO ET AL. 2007). D'après MOUCHET (2000), la formation du floc étant amorcée par L'introduction du coagulant, il est nécessaire d'accroître son volume, sa masse et sa cohésion. Une bonne floculation est favorisée par :

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible.
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau.
- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau.
- L'emploi de certains produits appelés flocculant ou adjuvant de coagulation

Les adjuvants les plus utilisés sont :

- Flocculant minéraux : silice activée
- Flocculant organiques (polymères à haut poids moléculaires) d'origine naturelle tel que l'alginate ou d'origine synthétique (polyélectrolyte anionique, cationique ou non ioniques).

II.6 Traitement secondaires (biologique)

Le traitement biologique consiste à l'utilisation de la flore bactérienne dans les eaux usées pour dégrader les matières organiques polluantes. Il constitue le second grand stade de

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

l'épuration des eaux de raffinage. Ce stade est destiné initialement à éliminer la DBO5 et la DCO qui subsiste après l'épuration physico-chimique (KOLLER 2009).

Technologie de traitement par des cultures bactériennes libres

Le traitement par des cultures bactériennes libres utilisé jusqu'à maintenant, mettent en œuvre des micro-organismes maintenus en suspension sous la forme des floes au sein du liquide à traiter (GAID 1993).

Traitement biologique par boues activées

Le procédé à boues activées consiste à provoquer le développement d'un floe bactérien dans un bassin alimenté en eaux usées à traiter (bassin d'aération) (KOLLAR 2004), l'apport d'air dans le bassin d'aération pour la satisfaction de la DBO5 et pour la respiration de la masse cellulaire. Il est destiné à contribuer au brassage et au maintien en suspension des boues activées (BERNE ET CORDONNIE 1991).

Il permet d'obtenir des performances poussées pour éliminer le carbone, l'azote et le phosphore. Le bassin d'aération peut être précédé d'un décanteur primaire dans le but d'éliminer les matières (biologique) en suspension décan tables et sera suivie d'un clarificateur qui assurera la séparation de l'effluent épurée avec les boues, celle-ci seront en partie recyclée dans le bassin d'aération pour assurer le réensemencement et la concentration permanente, et l'autre partie extraites vers le traitement des boues (KOLLER 2004).

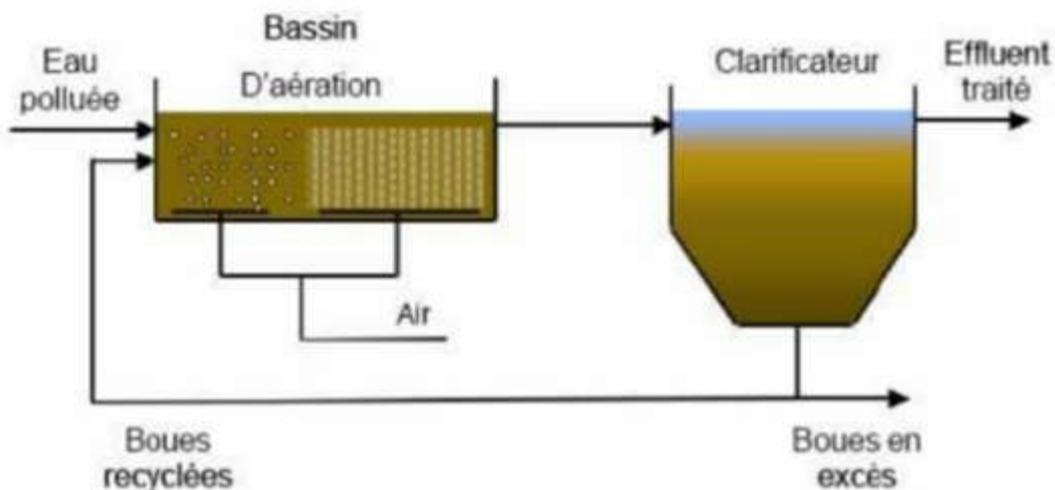


Figure II 4 Processus des boues activées (BASSOMPIERRE 2007).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Lagunage

On distingue deux types de lagunage :

Lagunage naturel

Les eaux usées admises sur un lagunage naturel sont dégradées par un écosystème constitué essentiellement d'algues microscopiques, de bactéries aérobie et anaérobie et une microfaune adaptée. L'oxygène dissout nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétique en présence de rayonnement solaire (Fig II.5) (GREGORIO ET AL. 2007).

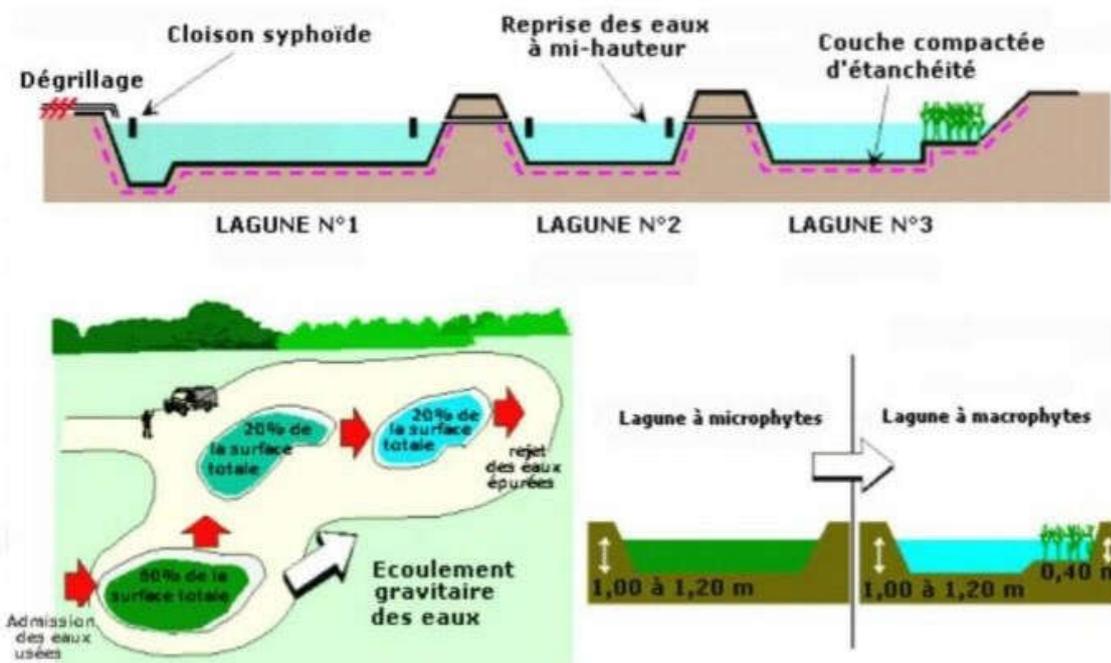


Figure II 5Lagunage naturel

Lagunage aéré

Le lagunage aéré consiste à intensifier l'activité aérobie par un apport artificiel d'oxygène par des aérateurs mécaniques flottants ou fixes ou une insufflation d'air avec un long temps de séjour des effluents dans des bassins pour parvenir à une épuration poussée (Fig II.6) (MOLLETA 2006).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

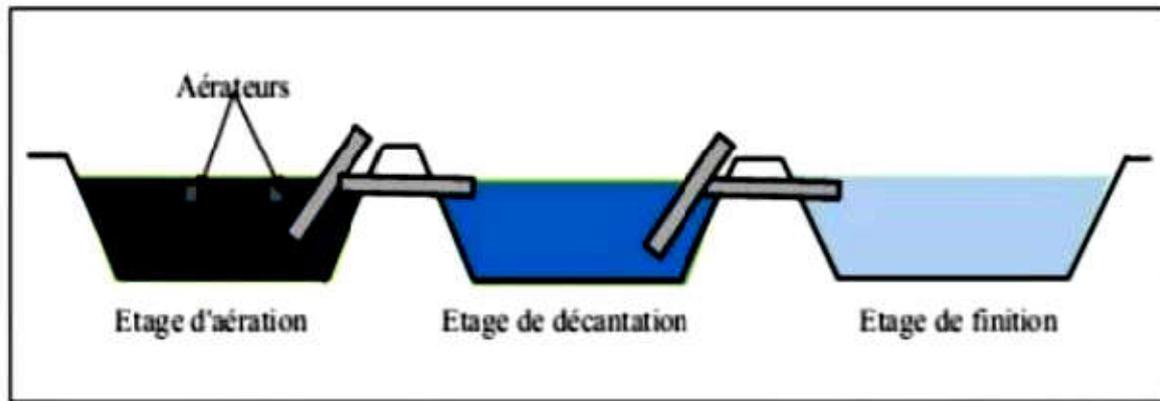


Figure II 6 Le principe d'un lagunage aéré

Technologies de traitement par des cultures bactériennes fixes :

Le traitement par des cultures bactériennes fixes regroupe tous les procédés où la biomasse épuratrice est accrochée sur un support solide à travers l'eau à traiter (GAID, 1993).

Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler l'eau à traiter préalablement décantée sur une masse de matériau (naturelle ou plastique), servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y est formé d'un film épais. Les microorganismes fixés éliminent les matières organiques par absorption des constituants solubles et en suspension (DEGREMENT 1995).

Les bio-filtres

Les bio-filtres combinent des processus physiques et biologiques par l'utilisation d'un matériau filtrant millimétrique immergé, aéré ou non selon le traitement recherché et sur lequel se fixent les populations bactériennes, qui vont participer à la dégradation de la charge polluante apportée par l'effluent. Sous l'effet du développement de la biomasse et de l'accumulation des MES, le bio-filtre se colmate et nécessite un lavage périodique (DERONZIER ET CHOUBERT 2004).

Les disques biologiques

Les disques biologiques, faisant appel aux cultures fixées sont constitués par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

film biologique épurateur à la surface. Les disques sont semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée (AUDIC 2002).

Décantation secondaire

Le clarificateur est un bassin circulaire, équipé d'un point racleur. La liqueur mixte, venant des bassins biologiques via la deuxième chambre biologiques par décantation. Les boues décantées sont siphonnées par une pompe à vide, une partie sera acheminée vers la première chambre du répartiteur assurant la recirculation des boues contenant la culture bactérienne épuratrice. Afin de maintenir la concentration en biomasse nécessaire dans ce bassin, l'autre partie sera transmise au flotteur.(AUDIC 2002)

II.7 Traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires.(2008)

II.7.1 L'élimination de l'azote:

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "stripage" de l'ammoniac, mais ces traitements ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût. L'élimination de l'azote se fait par : (MOLLETA

A - La nitrification

La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains microorganismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes :

- Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas).
- Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4) en nitrate (NO_3). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie (AUDIC)

B- La dénitrification

Est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu (2003) .

II.7.2 L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou "dé phosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, 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. Ces techniques, Les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues (CARDO 2007)

II.7.3 L'élimination et traitement des odeurs

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulaires et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation. Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement. (KOLLER)

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

Les prétraitements.

Les boues et leur traitement

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et Les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

II.7.4 La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

Le chlore

Est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ($NaClO$) appelé communément "eau de Javel" hypochlorite de calcium, le chlore de chaux ($CaCl_2OCl_2$) et le chlorite de sodium ($NaClO_2$).

L'ozone(O_3)

Est un oxydant puissant, la désinfection par l' O_3 est utilisée aux États- Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité

Il existe aussi des traitements physiques tel que:

Les rayons ultraviolets

Qui consistent à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, Ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées

La filtration

Est un procédé physique qui permet de retenir les microorganismes par rétention à l'aide d'un filtre. Qu'elle soit réalisée sur sable ou sur membrane cette technique exige une épuration secondaire préalable garantissant une élimination assez poussée des matières en suspension. L'élimination des virus, des bactéries et des protozoaires est fonction du milieu poreux, de la vitesse de percolation, de l'épaisseur du massif filtrant et du niveau d'oxydation de l'eau filtrée.(MOLLETA 2008)

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

II.8 Traitements de stabilisation des boues

Le traitement de stabilisation des boues réside essentiellement dans l'élimination ou la réduction du pouvoir fermentescible des boues organiques, notamment des matières à évolution bactérienne rapide afin d'éviter l'émission d'odeurs désagréables (KOLLER 2009). L'empêchement de la fermentation des matières organiques des boues se fait par l'addition de la chaux pour maintenir un pH supérieur à 12 en inhibant toute activité microbienne (MOLLETA 2006).

II.8.1 Traitement de l'épaississement et de concentration des boues

L'épaississement est la première étape pour réduire le volume des boues tout en augmentant la concentration pour permettre la déshydratation. Le concentrateur statique présente deux phases de fonctionnement : La clarification permet d'obtenir un surnageant pauvre en matière en suspension, l'épaississeur est alors considéré comme un décanteur, puis sous l'action de la pesanteur, la teneur des boues en matière en suspension progresse (CARDO 1999).

Synthese bibliographique

Conditionnement des boues:

Après l'épaississement, les boues contiennent encore une très forte proportion d'eau, ce qui rend difficile la réduction de leur volume. Elles sont intimement liées à la masse colloïdale de nature hydrophile. Un conditionnement est indispensable pour rendre son exploitation dans les différents équipements (DEGREMENT 1978).

Déshydratation

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment répondre aux exigences de la destination finale choisie (KOLLER 2009).

Séchage

Le séchage consiste à évacuer par évaporation l'eau interstitielle présente dans les boues. Dans le cas d'un séchage total, le produit final se réduit pratiquement en matière sèche. Il se réalise avec l'utilisation du lit de séchage qui est constitué par une couche de 30 à 40 cm de sable, reposant sur une couche de gravier. Les boues sont déposées à la surface du sable dans un premier temps, l'eau interstitielle percole rapidement à travers le sable. Un système de drainage permet de la récupérer et de la renvoyer dans le bassin d'aération.

Les boues restent à la surface du lit de sable et sèche au cours de temps. Ces boues sèches peuvent être enlevées soit manuellement soit mécaniquement (MOLLETA 2007).

L'élimination finale des boues

L'élimination finale des boues issues du traitement des effluents des industries agroalimentaires semble être utile à la valorisation en agriculture car ils sont riches en élément fertilisants (MOLLETA 2006).

Conclusion

Dans ces 2 chapitres, on a présenté une petite généralité sur les eaux usées, quelle est l'origine des eaux usées et la composition de ces eaux, et on a cité les différentes étapes de traitement des eaux usées dans une station d'épuration et on a précisé aussi quelque types de traitement des eaux par exemple : boues activées, lit bactérien, bio disque et lagunage naturel.

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

III .Impacts de la réutilisation des eaux usées épurées en irrigation

Généralité :

La pollution des eaux usées est une menace croissante pour les personnes et la vie marine et représente le plus grand pourcentage de pollution côtière dans le monde. À l'échelle mondiale, environ 80% des eaux usées - qui comprend les eaux usées humaines - est rejeté dans l'environnement sans traitement, libérant une gamme de contaminants nocifs dans l'océan et causant des dommages directs aux personnes et à l'environnement. La recherche montre que la gestion des eaux usées est parfois inexistante ou inadéquate. Néanmoins, ces eaux usées, une fois épurées sont utilisées pour irriguer les cultures plus spécialement les plantes fourragères

III-1 Qu'est que l'irrigation ?

L'irrigation agricole est une technique artificielle utilisée sur des terres agricoles, dans le but de remédier le manque d'eau d'origine naturelle (pluie ou nappe phréatique). **En outre, le système agricole conduit en irrigué consomme environ 70% des ressources mondiales en eau.** L'irrigation permet d'optimiser les rendements des terres agricoles, par contre elle nécessite l'utilisation de grandes quantités d'eau. **L'irrigation** est combinée la plupart du temps à un apport d'intrants chimiques (fertilisants...).L'irrigation agricole est également appliquée dans le cas des cultures consommatrices d'eau tels que le maïs, le coton.

L'irrigation dans le monde

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Dans le monde, il y a une superficie de 273 millions d'hectares est conduite en irriguée qui concerne beaucoup les pays développés contrairement aux pays à climat aride ou semi-aride. Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation ce qui réduit les superficies cultivées. C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine comme le Mexique. A l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet. Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement lorsque l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes à haut rendement. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

peut donc être conséquente, c'est le cas de certains pays tels que le Japon la Chine, ou le Pakistan (BENSABRIS, 2012).

L'irrigation en Algérie :

L'Algérie compte 17 bassins-versants. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas Climatiques. Globalement, la superficie irriguée actuellement est de l'ordre de 420.000 ha dont 100.000 ha dans les régions sahariennes et ce, sur une superficie agricole Utile de 8.666.715 ha soit près de 5% de la surface agricole utile (SAU). (BENSABRIS, 2012)

III/2. Utilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation

Définition des eaux usées :

L'eau usée est une eau qui a été utilisée pour des usages domestiques ou industriels et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour éviter toute sorte de conséquences dangereuses qui pourra affecter le milieu récepteur. [BA]

L'origine des eaux usées dépend de la qualité des substances polluantes et on distingue quatre catégories d'eaux usées :

1 .Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires (GOMELLA C, GUERREEH, 1978).

Les eaux industrielles

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles. Elle Est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont Mélangées aux eaux.

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour Les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations de traitement (BENSABRIS, 2012).

Les eaux agricoles

Les effluents agricoles renferment diverses substances, d'origines agricoles ou animales. Il s'agit de solutions d'engrais lessivées par les sols fortement fertilisés, des produits phytosanitaires (pesticides) et des déjections animales (purins et lisier de bétail) (LADJEL.F, BOUCHEREF. S, 2011).

Les eaux de ruissèlement

Ce sont essentiellement les eaux de pluie et de lavage des chaussées. Les eaux de pluie sont caractérisées par un débit fortement variable, présentant des valeurs moyennes à fortes variations saisonnières à l'intérieur desquelles la répartition des débits est aléatoire. La pollution entraînée est maximale en début de précipitation .Elle correspond au lavage des toits et chaussées. Elle décroît ensuite fortement en cas de pluie persistante.

Les polluants sont en majorité des matières en suspension d'origine minérale, mais aussi des hydrocarbures provenant de la circulation automobile. On y trouve aussi des polluants de l'atmosphère (poussière, oxyde d'azote NO_x, oxyde de soufre SO_x, du plomb, etc.).

La pollution des eaux usées :

Une eau polluée est une eau qui a subi par l'activité humaine, directement ou Indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée (BOUZIANI, 2000).

Classification de la pollution des eaux

Pollution physique

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe lapollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (RAHOU.K, 2014).

Pollution organique

Elle est engendrée par le développement des eaux usées domestiques ou résiduaires provenant des Industries textiles, laitières, papeteries, industries de bois et d'abattoirs (METAHRIM.S, 2016).

Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement au déversement des polluants organiques, des sels et de métaux lourds par les unités industrielles. Ainsi que l'enrichissement des sols pour Intensifier l'agriculture, par diverses catégories d'engrais et de pesticides, est à l'origine de la Pollution chimique des sources et des nappes souterraines (BOUZIANI, 2000).

Pollution biologique (microbienne) :

C'est une pollution d'origine humaine et animale ; elle est engendrée par les rejets urbains. Elle est dangereuse surtout s'il y a la présence des micro-organismes pathogènes (E-coli, Streptocoques fécaux...) qui peuvent être à l'origine des maladies infectieuses (LADJEL.F, BOUCHEREF. S, 2011).

III-3 Méthode et technique d'irrigation :

l'irrigation de surface s'applique généralement à toutes les cultures irriguées par les eaux usées épurées. Les méthodes d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte, du fait des coûts d'investissement importants, sont principalement adoptées pour l'irrigation des cultures telles que les légumes par les eaux non polluées.

Les techniques des méthodes d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte sont plus complexes que celles de l'irrigation de surface

III-4 Quantité d'eaux usées traitées :

Le dimensionnement des stations d'épuration (STEP) est exprimé en millions équivalents habitants. La STEP dans sa conception devrait être capable de recevoir toutes les eaux usées de la région pour laquelle la STEP a été projetée.

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

III-5 Quantité des eaux usées traitées :

L'eau est altérée par l'activité humaine qu'elle soit domestique, industrielle, artisanale, agricole... En effet, après usage, l'eau est dite « polluée » et se doit d'être traitée avant de rejoindre le milieu naturel. Sans cela, elle pourrait causer de graves dommages car la capacité naturelle d'épuration des cours d'eau a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière. Ce qui n'est pas sans conséquences sur la flore et la faune aquatiques. Lorsque l'importance du rejet excède la capacité d'autoépuration de la rivière, la détérioration de l'environnement peut être durable et les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et de la flore ou créent des barrières infranchissables empêchant notamment la migration des poissons. La présence excessive de phosphates favorise le phénomène d'eutrophisation, soit la prolifération d'algues nuisible à la faune aquatique, pouvant rendre la baignade dangereuse et perturber la production d'eau potable.

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont, essentiellement, porteuses de pollution organique :

- eaux ménagères (salles de bains et cuisines) sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques...
- eaux-vannes (rejets des toilettes) chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

III-6 Impact de l'irrigation par des eaux usées traitées :

La réutilisation des eaux usées traitées pour irriguer les cultures est une solution locale pertinente pour économiser et préserver la qualité des eaux. INRAE expérimente cette solution pour irriguer diverses cultures et en évalue les impacts agronomiques, sanitaires et environnementaux.

Les eaux usées traitées proviennent de nos usages domestiques, industriels, agricoles. Leur réutilisation (« Reut » ou « TWWR » en anglais) pour l'irrigation des cultures est encore peu développée. C'est pourtant une solution prometteuse pour valoriser les nutriments présents dans ces eaux en tant qu'engrais, tout en économisant les ressources en eau. C'est aussi un défi réglementaire, sanitaire, environnemental et technique, car ces eaux nécessitent d'être épurées avant leur réutilisation. Les impacts de l'irrigation par les eaux usées épurées sont énumérées ci-après :

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1. Les infections dont l'agent est véhiculé passivement par l'eau (water borne)

Il s'agit de maladies transmises directement par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par celle-ci. Elles sont donc directement liées à la qualité de l'eau.

Maladies bactériennes : les infections à Salmonella (typhoïde) ou à entérobactéries (Campylobacter, E. coli), le choléra, les shigelloses.. .

Infections virales : l'hépatite A (et E), la poliomyélite, les rotavirus responsables de diarrhées, les entérovirus...

Infections parasitaires : dracunculose, amibiases, giardiase et autres flagellés intestinaux essentiellement.

Ce mode de transmission concerne la plupart des agents étiologiques de diarrhée.

La contamination de l'eau se fait par les excréta (périal fécal). Un traitement simple de l'eau, (chloration, Javel) supprime le risque de contamination.

2. Les maladies dont la fréquence diminue quand on augmente les quantités d'eau disponible (water washed)

Ce sont les infections favorisées par le manque d'eau. Il s'agit de :

Dermatoses : gales, teignes, pyodermites.

Conjonctivite : trachome.

Otites.

Le Plan et le Bejel.

Certaines entérites : diarrhées, oxyures.

Ces différentes infections sont favorisées par un lavage corporel insuffisant, en particulier celui des mains. Le manque d'hygiène provoqué par le peu de disponibilité de l'eau est le plus souvent en cause. Un apport satisfaisant en eau fait disparaître la majeure partie de ces pathologies à condition que conjointement l'hygiène corporelle soit améliorée.

3. Les maladies dont l'agent causal a un cycle comportant une phase aquatique obligatoire (water based)

Ce sont des parasitoses pour lesquelles un hôte intermédiaire vivant dans l'eau est nécessaire pour la maturation du parasite.

Cet hôte intermédiaire peut être un mollusque pour la bilharziose, un poisson pour le bothriocéphale ou par un petit crustacé pour le ver de Guinée.

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

4. Maladies liées à l'eau

1. Infection dont l'agent est véhiculé passivement par l'eau, liée à la qualité de l'eau (Water borne).

Salmonelles, choléra, amibes, rotavirus, diarrhées.

Hépatite A, poliomyélite...

2. Infections dont la fréquence diminue quand augmente la quantité d'eau disponible (Water washed).

Conjonctivite, diarrhées, infections cutanées...

3. Maladies dont l'agent causal a un cycle comportant une phase aquatique obligatoire (Water based).

Bilharziose, douve, ver de Guinée...

4. Maladies dont le vecteur se reproduit ou pique à proximité de l'eau (Water related).

Moustique : paludisme, fièvre jaune...

Glossine : trypanosomiase.

Simulie : onchocercose.

Ces maladies ne peuvent pas persister en l'absence d'eau. Elles sévissent généralement après un contact avec l'eau ou à proximité de celle-ci, parfois par l'intermédiaire d'un aliment d'origine aquatique contaminé (poisson).

Les glossines, vecteur de la trypanosomiase, vivent également à proximité des eaux calmes. Les simulies transmettant l'onchocercose vivent et se reproduisent dans les eaux rapides.

Les maladies reliées indirectement à l'eau sont nombreuses et à l'origine d'une morbidité et mortalité importantes. La lutte contre ces maladies repose essentiellement sur la lutte contre les gîtes larvaires des moustiques (eau stagnante) et éventuellement les insecticides.

III-7 Les maladies causées par les eaux usées traitées outre en irrigation :

- En 2020, 74 % de la population mondiale (soit 5,8 milliards de personnes) utilisaient un service d'alimentation en eau potable géré en toute sécurité – c'est-à-dire, situé sur le lieu d'usage, disponible à tout moment et exempt de toute contamination.
- Au moins 2 milliards de personnes dans le monde utilisent une source d'eau potable contaminée par des matières fécales. La présence de microbes dans l'eau potable

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

contaminée par des matières fécales représente le plus grand risque en termes de sécurité et de transmission de maladies telles que la diarrhée, le choléra, la dysenterie, la fièvre typhoïde et la poliomyélite.

- La contamination microbiologique de l'eau potable peut être à l'origine de la transmission de maladies telles que la diarrhée, le choléra, la dysenterie, la fièvre typhoïde et la poliomyélite, et on estime qu'elle entraîne chaque année 485 000 décès consécutifs à des maladies diarrhéiques. La présence d'arsenic, de fluorure ou de nitrate dans l'eau potable est le risque chimique le plus important.
- La disponibilité d'eau salubre en quantité suffisante facilite l'hygiène, essentielle pour prévenir non seulement les maladies diarrhéiques mais aussi les infections respiratoires aiguës et de nombreuses maladies tropicales négligées.
- Plus de 2 milliards de personnes vivent dans des pays en situation de stress hydrique, phénomène que les changements climatiques et la croissance démographique devraient exacerber dans certaines régions.
- En 2019, dans les pays les moins avancés, 50 % seulement des établissements de santé disposaient de services d'alimentation en eau de base, 37 % de services d'assainissement de base et 30 % d'un service de gestion des déchets de base.

Partie expérimentale

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

I-Présentation de la zone d'étude

I-1 Présentation de la commune d'Ain el Hout wilaya de Tlemcen

I-1-1-Situation administrative

Ain El Houte est une ville côtière située au Nord Est de la wilaya de Tlemcen. Elle est distante d'environ 65km du lieu de la wilaya.

I-2-Situation géographique

Les coordonnées géographiques de la commune sont : 32° 53'46'' N et 4° 25'13''E. Elle présente une superficie de 126.66 km². Selon GPRH2008 (recensement général de la population et de l'habitat), la commune d'Ain El Houte comporte 17435 habitants pour une densité de 138 habitant /km², dont 5856 habitants sont recensés au niveau de la ville, ce chiffre est évalué à 9000 habitants en 2017 par l'APC d'Ain El Houte .

I-3-Aspect climatique

L'exploitation des données de pluviométrie et de température de dix ans (2007 à 2017) enregistrées par l'ONM (l'Office National de la Météorologie) , on a réalisé le diagramme d'Emberger et le diagramme aérothermique de Bagnauls et Gausson qui montrent que la région occupe l'étage bioclimatique subhumide avec une période sèche d'environ six mois et demi .

II-Présentation de l'Office National de l'Assainissement

Établissement de service public par excellence, l'Office National de l'Assainissement (ONA) se trouve au cœur de la politique prônée par le Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement, sa principale raison d'être est d'apporter une amélioration du cadre de vie du citoyen..

Son champ d'intervention actuel couvre, à travers ses unités opérationnelles, la gestion des systèmes d'assainissement communaux, à forte densité de population, implantés sur le territoire de quarante-quatre (44) wilayas.

L'Office assure l'exploitation de cent vingt (120) stations d'épuration ainsi que quatre cent seize (416) stations de relevage assurant le relevage des eaux usées véhiculées par un linéaire de réseau de près de 52.048 Km.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

Cet office est structuré en 12 zones qui couvrent l'ensemble du territoire national. Chaque zone est structurée en unités couvrant le territoire d'une wilaya.

L'unité de Ain El Houte fait partie de la zone de Ain El Houte qui en compte deux autres unités.

- Un réseau d'assainissement de 4266 km linéaire réparti sur l'ensemble des 67 communes de la wilaya.
- 07 stations de relevage.
- 08 stations d'épuration

2- Présentation de la station d'épuration d' Ain El Houte

2-1-Situation géographique

La STEP d'Ain El Houte est située à la limite nord de la commune de Tlemcen sur le front de mer

Elle s'étend sur une superficie de 15376 m², sa capacité est de 1500 EH, conçue pour protéger le milieu récepteur (la mer méditerranéenne).

2-2- Caractéristiques générales de la STEP Ain El Houte

Tableau 1 Fiche technique de la STEP Ain El Houte

| Désignation | Valeurs |
|---------------------------|---|
| Mise en service | Février 2013 |
| Type de réseau | unitaire |
| Nature des eaux brutes | Domestique |
| Type de traitement | épuration biologique à boues activées à faible charge |
| Population raccordée | 9000hab (en 2017) |
| Charge hydraulique | |
| Capacité | 15000 E /H |
| Débit moyen journalier | 1500 (m ³ /j) |
| Débit moyen horaire | 62,5 (m ³ /h) |
| Débit de pointe | 150 (m ³ /h) |
| DBO5 journalière | 600 (kg/j) |
| DCO journalière | 900 (kg/j) |
| MES journalières | 600 (kg/j) |

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

2-3- Fonctionnement de la STEP Ain El Houte

La STEP d'Ain El Houte reçoit les eaux usées de la station de relevage SR2, qui reçoit à son tour une partie par refoulement de la SR1 et l'autre partie par voie gravitaire .

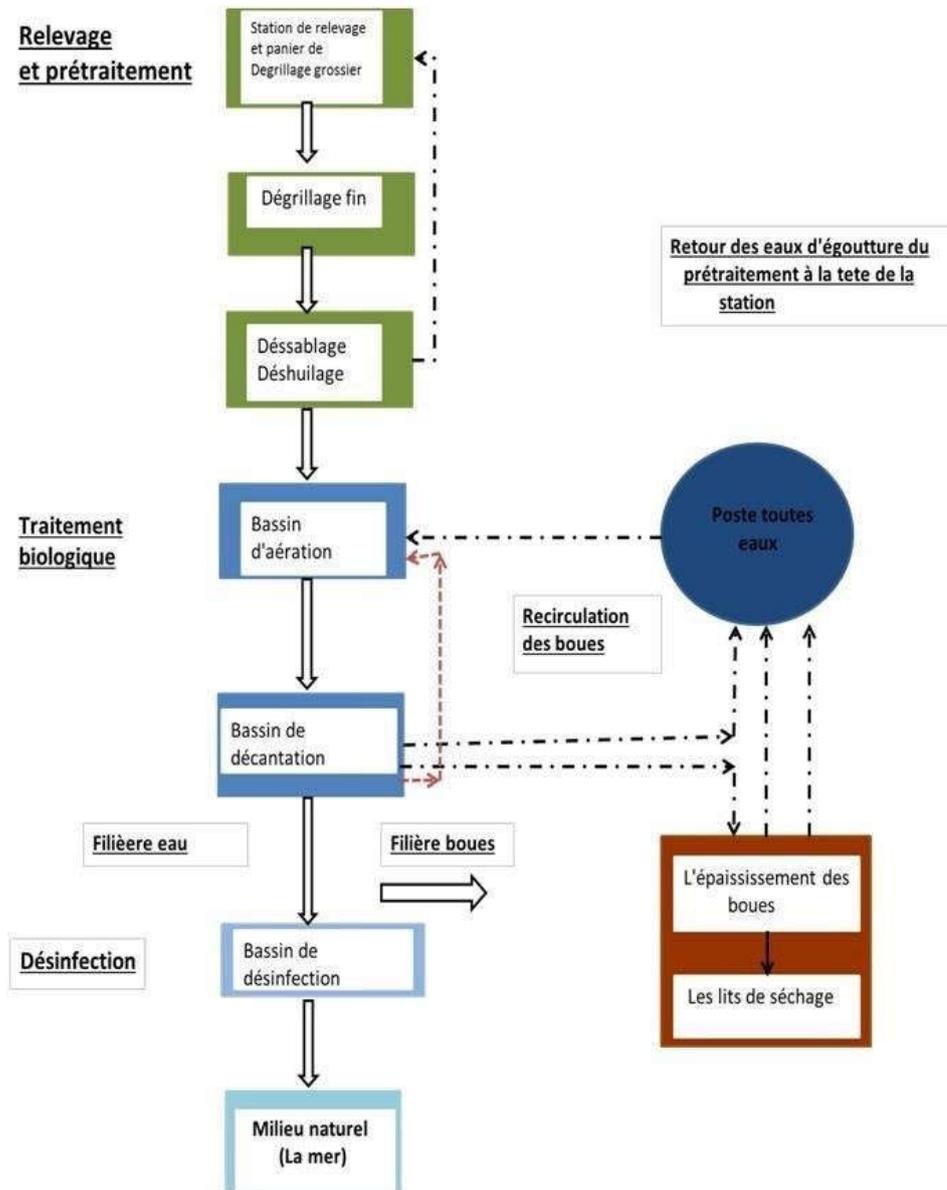


figure 1 Diagramme du fonctionnement de la STEP d'Ain El Houtz .

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

2-3-1-Arrivée des eaux à la STEP

L'eau arrive dans un canal à ciel ouvert muni d'un déversoir d'orage, qui a pour rôle de protéger la station des débits excédentaires en la laissant passer directement vers le milieu naturel



Figure 2 Arrivée des eaux et déversoir d'orage. *photo original*

2-3-2- Le poste de relevage

L'alimentation de la station se fait grâce à trois pompes immergées de $87,5 \text{ m}^3 / \text{h}$ chacune, dont une de secours. Le fait de posséder trois pompes permet de gérer les écarts entre l'été et l'hiver et optimiser le fonctionnement du dessableur-deshuileur en évitant les à-coups. Les pompes sont protégées par un panier dégrilleur relevable



3figure Poste de relevage. *photo original*

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

Un débitmètre est installé au niveau de la canalisation qui alimente la station afin de mesurer le débit d'eau d'entrée.

2-3-3- Le prétraitement

a) Le dégrillage

C'est un dégrilleur fin automatique d'espacement de 20mm ; cet entrefer protège les ouvrages et les équipements placés en aval (aérateur du déshuileur ; équipements filière boue) ce qui allège et facilite d'autant la charge d'exploitation .

Les refus du dégrilleur sont déversés dans une seule benne de stockage



figure 4 Dégrilleur automatique.

photo original

b) Dessablage-déshuilage

C'est un ouvrage combiné de déshuilage-dessablage de forme cylindro-conique de 4,20 m de diamètre et un volume de 34m³.

L'ouvrage est aéré par une turbine installée à l'intérieur d'une jupe de diffusion. Les bulles d'air introduites dans la masse du liquide, émulsionnent les matières légères et les graisses figées qui remontent en surface. Les flottants sont repoussés à la périphérie où ils sont raclés mécaniquement et déversés dans une goulotte qui les enverra gravitairement vers le traitement des graisses.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

Les sables et autres matières minérales déposés au fond de l'ouvrage, sont évacués par une pompe à roue Vortex de débit de 30 m³/h et débarrassés des matières organiques et essorés sur un classificateur avant d'être déposés en benne comme avec les résidus du dégrillage .

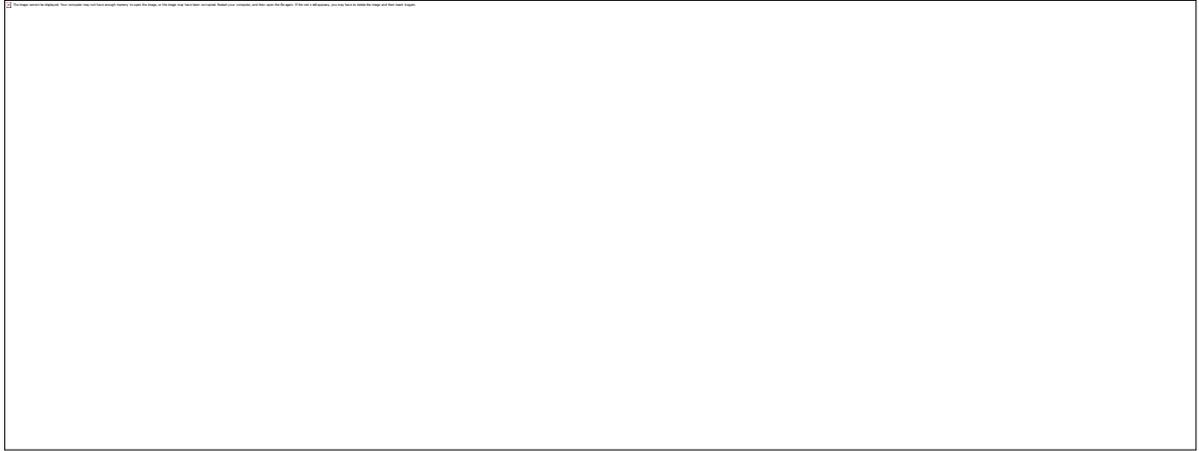


Figure 5 Déssableur-déshuileur.

Figure 6 Classificateur à sables.

photo original

photo original

2-3-4- Le traitement secondaire (biologique)

A la sortie du déssableur-déshuileur les effluents rejoignent les bassins d'activation via un regard de répartition qui alimente les réacteurs biologiques.

Ce regard de répartition optimise le mélange des effluents bruts et des boues recirculées.

a) Bassin d'aération

Il est composé de deux bassins biologiques rectangulaires fonctionnant en aération discontinue.

Chaque bassin a 23 m en longueur, 1,5 m en largeur et 3,90 m en profondeur .

Ces bassins assurent d'une part, la minéralisation de la pollution hydro-carbonée ainsi que une partie infime de la pollution azotée. D'autre part, ils permettent, la nitrification partielle de l'azote ammoniacal et organique simultanément avec la transformation du phosphore en orthophosphates qui sont contenus dans l'effluent brut.

Le brassage et l'aération de la liqueur mixte sont assurés par deux aérateurs de surface, ces derniers fonctionnent en intermittence pendant 15 min et s'arrêtent 15min.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

La garantie du traitement d'une partie d'azote et du phosphore sera assurée pendant la phase d'arrêt des aérateurs durant laquelle une phase d'anoxie est enclenchée. Cette manière de faire, assure une consommation pléthorique des nutriments par la boue activée d'où une coélimination de l'azote et du phosphore.



figure 7 Bassin d'aération et aérateur de surface.*photo original*

b) Le dégazage

Après un temps de séjour, la liqueur mixte des deux bassins passe dans un dégazeur commun. Le dégazeur, placé en amont du clarificateur, est un ouvrage qui permet une élimination des bulles contenues dans le mélange eau/boue. Ces bulles proviennent essentiellement de la formation de gaz au cours de réaction en aérobiose ou anoxie avec notamment la présence d'azote gazeux.



figure 8 Dégazeur.*photo original*

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

c) Le clarificateur

La STEP Ain El Houte est équipée d'un clarificateur de forme cylindro-conique muni d'un pont racler pour racler les flottants restants eu surface. Son diamètre est de 16m et une hauteur de 3m

L'injection du mélange eau/boue provenant des deux bassins d'aération se réalise par le bas du clarificateur, au centre du système, par la présence d'une jupe de répartition ; système permettant une bonne répartition du flux injecté au sein du décanteur.

Une goulotte, placée en périphérie du bassin, est précédée d'une lame déversant permettant une récupération en continue de l'eau épurée. Une lame placée de façon à éviter tout rejet de particules dans le système récepteur



figure 9 Clarificateur *photo original*

d) Poste de recirculation

Les boues décantées et concentrées au fond de l'ouvrage de clarification, seront recirculées vers les bassins d'aération par des pompes de recirculation, le refoulement des pompes se fait dans le bassin de répartition en amont des bassins d'aération afin de préserver une biomasse épuratrice de qualité et contrôler sa concentration qui doit varier de 3 à 35 g/l en été et de 6 à 6.5 g/l en hiver afin de garantir un même rendement. Les boues dites en excès seront pompées pour rejoindre la filière boue .

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

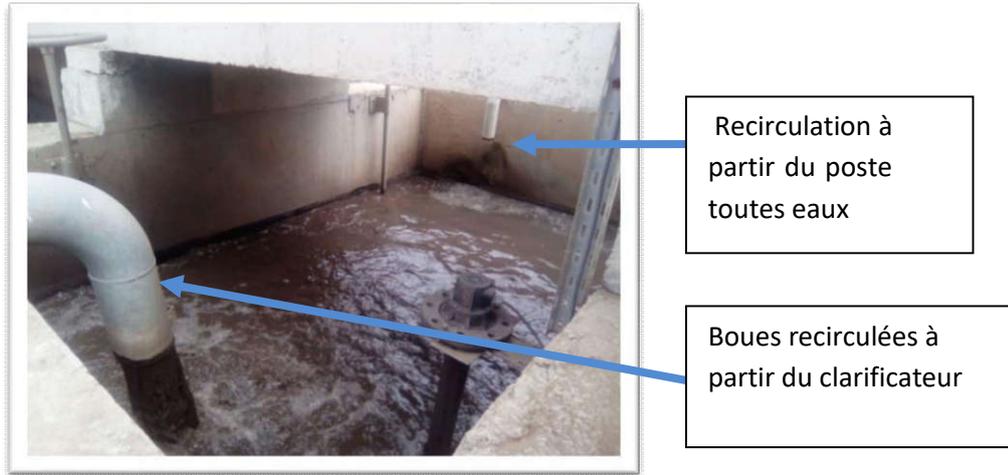


figure 10 Poste de recirculation.

photo original

2-3-5- Poste toutes eaux

Cet ouvrage permet de refouler en amont du traitement biologique tous les effluents internes de la station. Il est équipé de pompes qui fonctionnent sur détecteurs de niveau .



*figure 11 : Poste toutes eaux (vue de l'extérieur et de l'intérieur).***photo original**

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

2-3-6-La désinfection

Un ouvrage dit de contact favorisant un temps de passage au moins de 20 min afin de favoriser l'homogénéisation et le contact de l'eau et du réactif désinfectant (eau de Javel), un local de désinfection à travers lequel se fait l'injection du désinfectant.



figure 12 Poste de désinfection. *photo original*

Il est à noter que cette étape n'est pas réalisée et les eaux issues de clarification font juste passage dans le bassin de contact pour rejoindre le milieu récepteur via un canal de sortie



figure 13 Canal de sortie des eaux épurées. *photo original*

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

2-3-7- Epaissement des boues

Les boues en excès des deux lignes de traitement sont acheminées vers un ouvrage cylindro- conique, hersé afin d'être concentrées par décantation gravitaire avant admission sur les lits de séchage ; cet ouvrage a un diamètre de 6m et une hauteur de 3,42m. Il est muni de goulotte pour récupération du surnageant. La herse permet l'homogénéisation des boues .



figure 14 Epaisseur *photo original*

2-3-8- Lits de séchage

Ils sont au nombre de 10 avec 13m de longueur ; 3m de largeur et 0,9 m de profondeur

Les boues épaissies sont pompées et épandues sur lits de séchage sur une couche de 20 à 30cm pour y être déshydratées naturellement. Le principe est la filtration naturelle par gravité et le séchage à l'air de la boue. La déshydratation naturelle de la boue se fait en deux phases :

- Dans une première phase, la plus grosse partie de l'eau interstitielle filtre rapidement sans entrave vers le fond du lit
- La seconde phase est le séchage de l'air par évaporation

Le fond d'un lit de séchage est constitué de diverses couches de matériaux avec une granulométrie de plus en plus fine au fur et à mesure qu'on se rapproche de la surface, ces matériaux forment une couche de 40 à 50cm et sont protégées par un treillis.

Dans le fond du lit, les tuyaux de drainage évacuent l'eau filtrée vers le réseau de drainage donc en tête de la station .

Chapitre 2 : Partie Expérimentale



Figure 15 Lits de séchage. **photo original**

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

II - Matériel et méthodes

II-1 Caractérisation physico-chimique des eaux brutes et traitées

II -1-1 L'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico- chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (Rodier, 2005).

Avant de passer à la technique de l'échantillonnage, Il est nécessaire de déterminer les points de prélèvement qui sont comme suit :

- Les eaux brutes avant le prétraitement en amont du dégrilleur fin ;
- Les eaux épurées au niveau du canal de sortie.

Dans l'absence d'un préleveur automatique qui assure un échantillonnage sur les 24h, l'échantillonnage se fait manuellement par les analystes du laboratoire. 4 à 5 prélèvements d'au moins 200 ml chacun sont effectués sur la journée, ces derniers seront mélangés pour former un échantillon composite homogène.

Le prélèvement se fait à l'aide d'un préleveur manuel en profondeur du canal et en contre- courant, puis versé dans un contenant en verre. Les échantillons sont conservés au réfrigérateur à 4°C afin de préserver les caractéristiques initiales durant les 24h le temps d'effectuer l'analyse.

II-1-2- Mesure des paramètres physiques

Le mode opératoire de la mesure de la température, du pH, de la conductivité et de la turbidité

Les MES ont été déterminés par un autre laboratoire

II-1-3- Mesure des paramètres chimiques et biochimiques

II- 1-3-1- La demande chimique en oxygène DCO

Consiste à déterminer la quantité d'oxygène consommée par voie chimique en deux heures à 150°C. L'analyse a été effectuée par un autre laboratoire par la méthode spectrophotométrique

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

II-1-3-2- La demande biochimique en oxygène DBO

La détermination de la DBO5 consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité sous agitation par la méthode manométrique à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Pour le mode opératoire

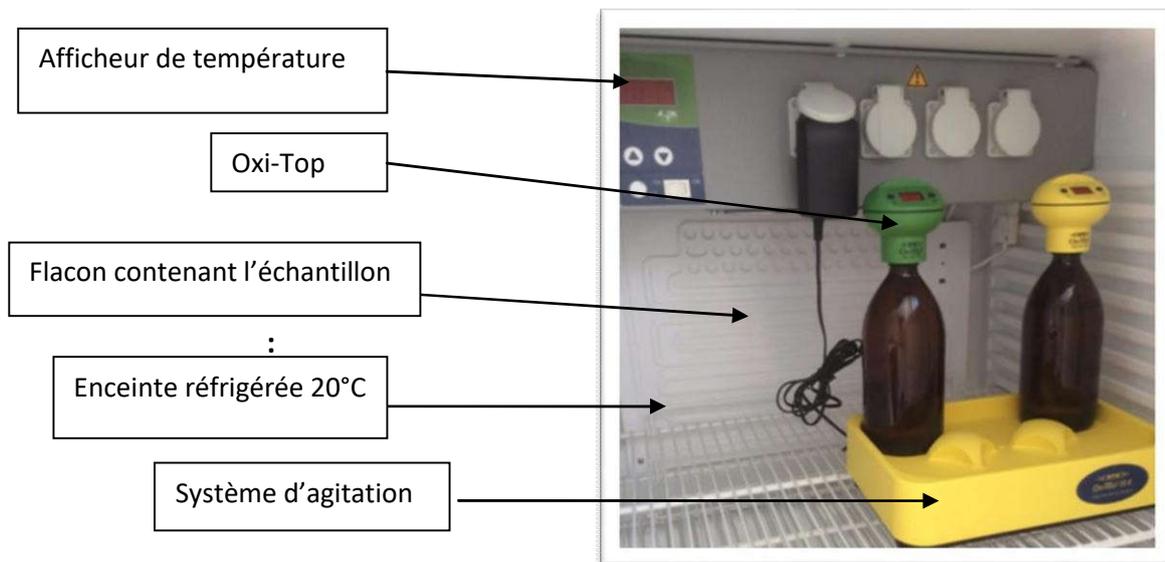


figure 16 DBO mètrephoto original

II-1-3-3-L'azote et les phosphates

Pour le dosage des nitrites, nitrates et phosphates on a employé la méthode colorimétrique en utilisant un colorimètre HACH DR 820, des tubes de 25 ml et des kits de réactifs (Voir annexe 07)

Le dosage de l'ammonium (NH_4^+) a été effectué par un autre laboratoire par la méthode spectrophotométrique et les résultats nous ont été communiqués

II-1-3-4- Caractéristiques microbiologiques des eaux de rejet

a) Le prélèvement

Les conditions d'asepsie sont indispensables, en effet les contenants sont stérilisés et le prélèvement des eaux épurées se fait en plongeant la bouteille dans le canal de sortie puis retirer le bouchant dans l'eau et laisser remplir en contre-courant, on referme tout en gardant la bouteille immergée (Figure 19).

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

La teneur initiale en microorganismes contenus dans l'eau risque de subir des modifications après le prélèvement, c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible et transportés dans une enceinte réfrigérée (aux environ de 4°C) avec un délai maximum de 8 heures avant l'analyse.

Le même échantillon a servi pour les analyses bactériologiques et parasitologiques.



Figure 17 Prélèvement d'échantillon au niveau du canal de sortie. **photo original**

b) Dénombrement des coliformes thermotolérants

Les coliformes thermotolérants sont des microorganismes en bâtonnet, Gram négatif, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de selles biliaires, fermentent le lactose avec production d'acides et de gaz en 48 heures à 44°C. (Gourmelon et al, 2002)

La recherche et le dénombrement des coliformes thermotolérants a été effectuée au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Tizi-Ouzou par la technique de dénombrement directe en surface après filtration sur membrane selon la norme NF EN ISO9308-1 (Figure 20).

Généralement, on procède à une filtration par un appareil de filtration sur membrane. La membrane est en esters de cellulose, de porosité 0,45/ 0,2 μm , susceptible de retenir les bactéries (Rodier et al, 1996).

Un échantillon de 100 ml d'eau est filtré sur cette membrane, et déposé à la surface d'un milieu gélosé sélectif. Après 24 à 48h d'incubation à 44°C, on compte le nombre de colonies exprimé en UFC/100ml.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale



figure 18 Filtration sous vide.

photo original

c) Recherche des œufs d'helminthe (Nématodes)

La recherche a été effectuée au laboratoire de l'ONA par la technique de concentration par centrifugation.



figure 19 Centrifugeuse avec tubes coniques. Photo original

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

III -Résultats et discussions

1-Les paramètres physico-chimiques et biochimiques

Les résultats d'analyses obtenus durant la période allant du 15 au 19 Avril 2018(annexe 10) sont présentés sous forme d'histogrammes sous Microsoft office Excel 2007, de telle façon qu'ils soient facilement exploitables pour déterminer la pollution résiduelle de la station d'épuration par boues activées d'Ain El Houte .

Les paramètres analysés quotidiennement sont la température, le pH et la conductivité et la turbidité. Pour la DCO, la DBO et les MES c'est 4fois/mois. L'azote et les phosphates sont analysés 2fois/mois.

1-1-La température

D'après les résultats obtenus (figure 22), les valeurs de la température de l'eau brute se situent entre 16,3 et 16,6 °C avec une moyenne de 16,47°C, celles de l'eau épurée entre 15,5 et 16,6 °C et une moyenne 16,07°C.

La température de l'effluent traité est inférieure à celle enregistrée au niveau des eaux brutes, le système renfermé des canalisations favorable au développement des organismes anaérobies, qui par leur activités fermentescible induisent un dégagement d'énergie. Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques. La température de l'eau épurée est influencée par la température atmosphérique. **(Rodier, 1996).**

En Algérie, les normes des eaux usées admises dans la nature sont de l'ordre de 30°C

(JORA, 2012).

La valeur de la température de l'effluent de la STEP Ain El Houte se situe dans la gamme favorable à l'activité biologique ($\leq 30^{\circ}\text{C}$) ceci favorise le traitement biologique des eaux usées donc ne présente aucune limite d'utilisation agricole.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

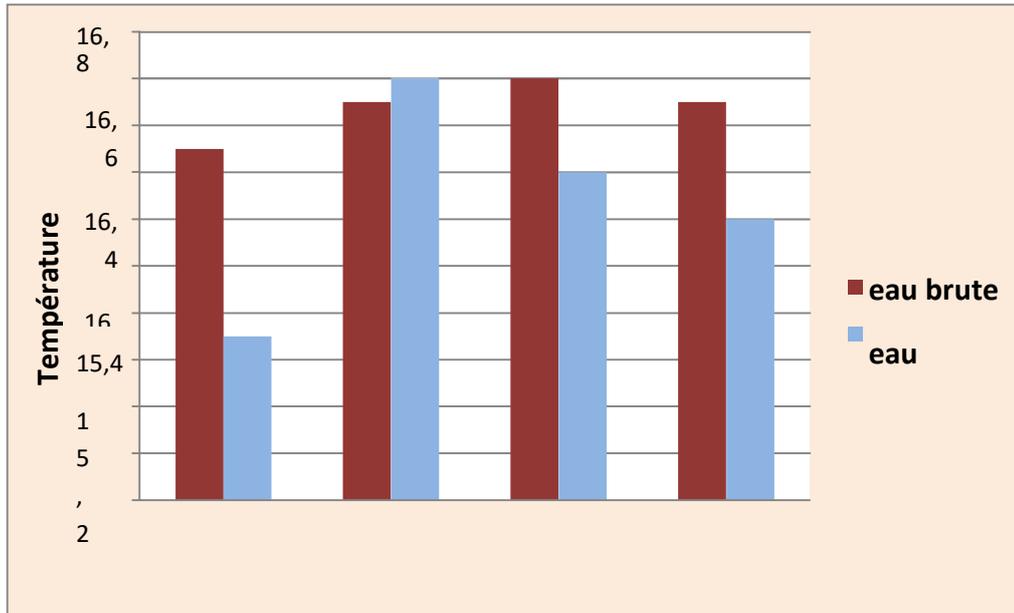


Figure 20 Variation quotidienne de la température de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-2- Le pH

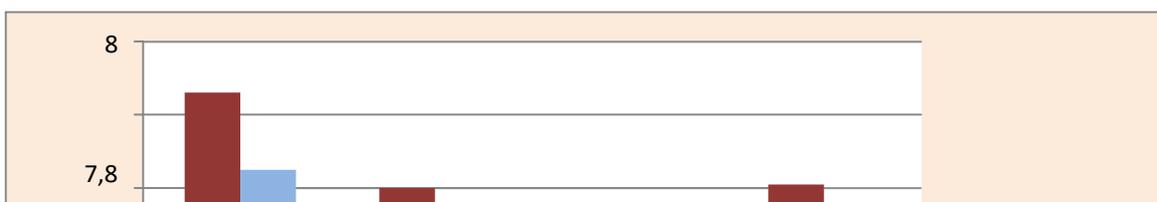
D'après les résultats obtenus (figure 23), les valeurs du pH varient de 7,48 et 7,86 pour l'eau brute se situent entre 7,48 et 7,86 avec une moyenne de 7,63, celles de l'eau épurée entre 7,03 et 7,65 et une moyenne de 7,26.

Une eau usée urbaine possède un pouvoir tampon élevé. Les valeurs de pH des eaux usées avant traitement est de 7,63 qui est une caractéristique des eaux résiduaires, dont le pH est souvent de l'ordre de 7,5 à 8,5 le plus favorable à l'action bactérienne, pour les processus d'épuration aérobie et anaérobie (Frank, 2002).

En ce qui concerne l'eau traitée, le pH moyen est de 7,26 légèrement inférieur à celui enregistré à l'entrée ce qui serait probablement due à la minéralisation de la matière organique.

La valeur du pH obtenue répond à la norme OMS de rejet. Cette valeur coïncide avec le pH normal de l'eau de mer et des eaux douces en zones confluence (Gaujous,1995).

L'eau traitée de la STEP d'Ain El Houte ne présente aucun effet néfaste ou limitant sur le milieu récepteur et, sont donc acceptables pour une réutilisation agricole (JORA, 2012).



Chapitre 2 : Partie Expérimentale

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

figure 21 Variation quotidienne du pH de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-3- La conductivité

La valeur de la conductivité électrique (figure 24) se situent entre 1282 et 1346 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau brute avec une moyenne de 1336 $\mu\text{S}/\text{cm}$, celles de l'eau épurées varient entre 1205 et 1252 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 1237,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces valeurs sont en fonction du degré de minéralisation naturelle de l'eau potable et celle à l'usage domestique.

Une diminution légère de la conductivité pourrait être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le décanteur qui se sont concentrés dans les boues.

Les valeurs de la conductivité de l'eau traitée sont inférieures à 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, norme exigée à la fois pour les eaux destinées à l'irrigation que pour leurs rejets directs dans le milieu récepteur.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

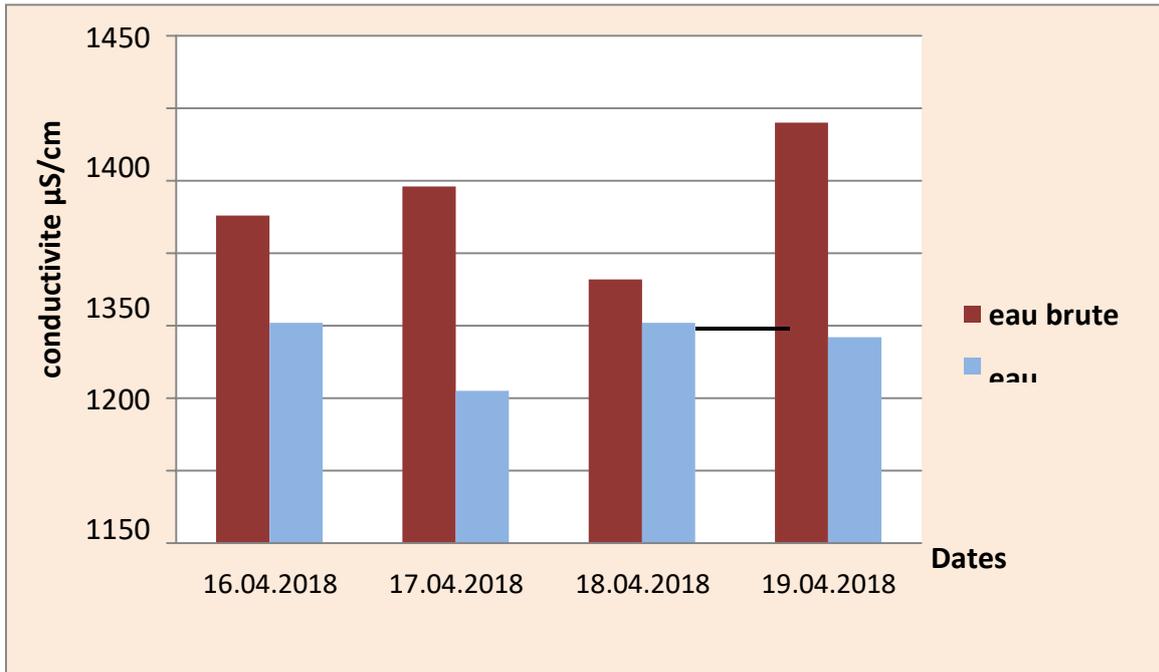


figure 22 Variation quotidienne de la conductivité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-4- La turbidité

Les valeurs hebdomadaires de la turbidité oscillent de 144 à 428 NTU avec une moyenne de 258,25 NTU pour l'eau brute, et de 6 à 11 NTU pour l'eau épurée avec une moyenne de 7,75 NTU.

La valeur est considérablement réduite après traitement pour atteindre 7,75 NTU au niveau des eaux épurées, cette valeur qui est largement inférieure à la norme algérienne du rejet qui est de 50 NTU

La turbidité, indicateur de présence de matières particulaires, renseigne donc indirectement sur la présence de microorganismes, plus la teneur en particules de l'eau est élevée, plus il est probable de trouver des microorganismes (**Santé Canada, 1995**).

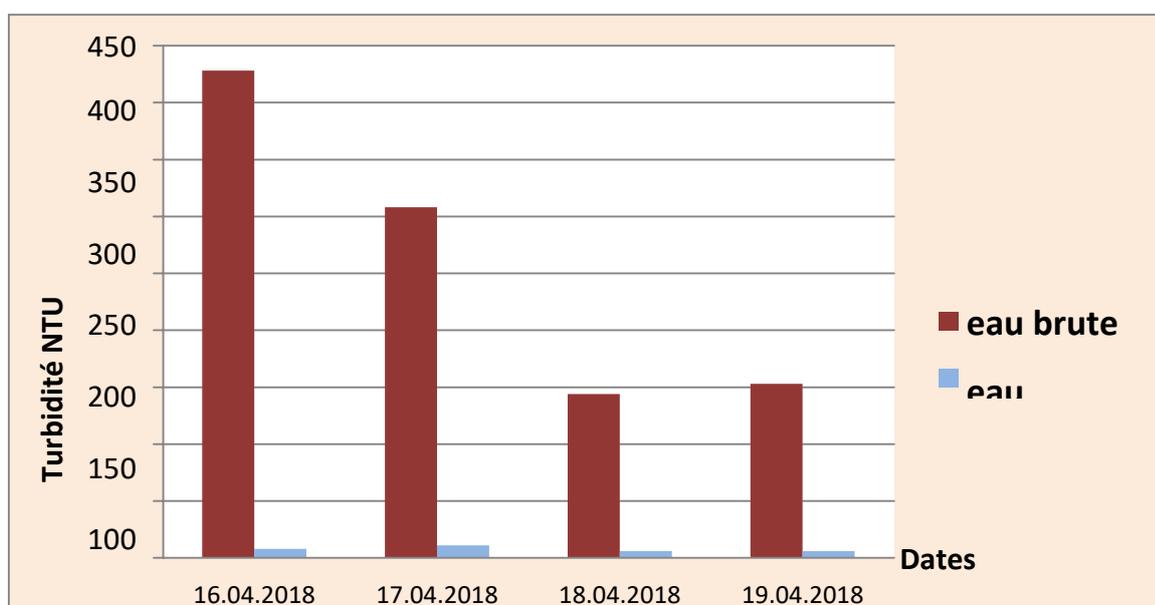
Chapitre 2 : Partie Expérimentale

figure 23 Variation hebdomadaire de la turbidité de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte .

1-5- MES

Les matières en suspension (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable (FAO, 2003). L'analyse des eaux usées de la ville d'Ain El Houte a révélé une teneur élevée en MES qui est de 396 mg/l. Tandis qu'elles sont considérablement réduites dans l'eau traitée pour atteindre 5 mg/l

Cette diminution est due au traitement de décantation qu'a subi l'eau usée est très significative, elle présente un rendement épuratoire de 98,73 %, ce qui donne une idée sur l'efficacité du traitement. Sachant que la valeur limite des MES pour le rejet dans le milieu récepteur et pour l'irrigation est de 30 mg/l, on peut dire que les ces eaux peuvent



Chapitre 2 : Partie Expérimentale

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

être destinées pour une réutilisation agricole.

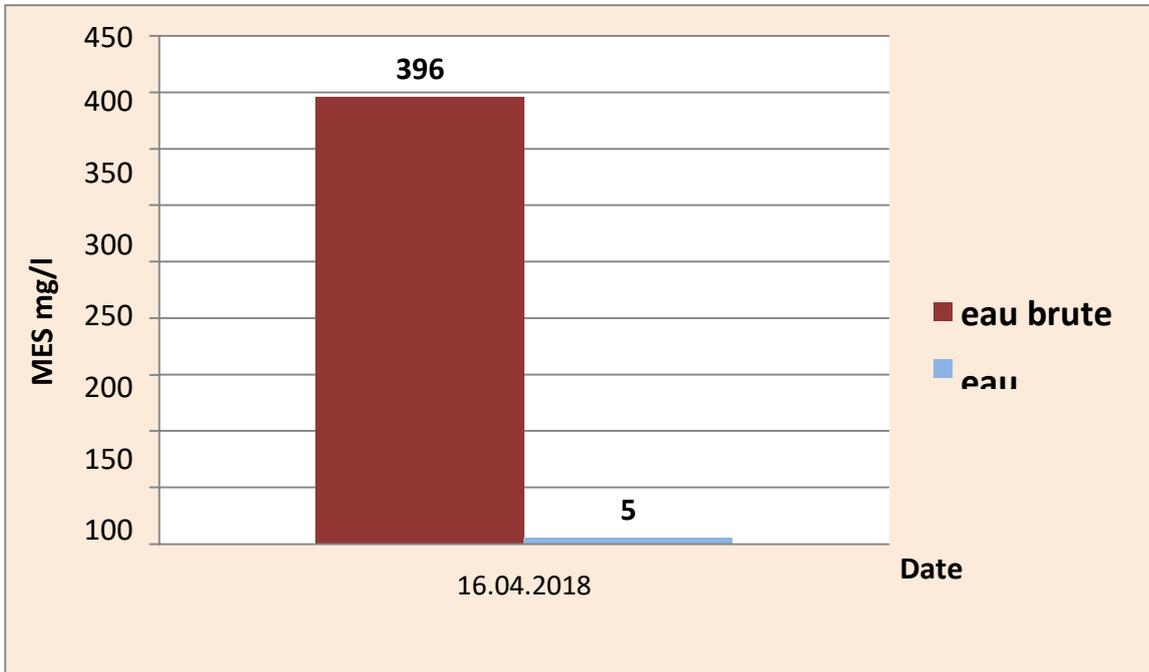


figure 24 Concentration hebdomadaire des MES (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte .

1-6- DCO

La demande chimique en oxygène DCO, est une indication sur les quantités de substances organiques chimiquement oxydables, présentes dans l'eau (**Bliffert et Perraud, 2001**).

Les valeurs obtenues pour ce paramètre sont de 402 mg/l pour les eaux brutes et 15,8 mg/l pour les eaux épurées, cette réduction est très significative, elle représente un rendement épuratoire de 96,06% et nous renseigne sur l'efficacité du système d'épuration (figure 27).

La valeur de la DCO obtenue pour l'eau épurée obéit aux normes OMS pour les rejets qui est fixée à 90 mg/l ainsi qu'aux normes algériennes pour les eaux destinées à l'irrigation dont la valeur de la DCO est fixée à 30 mg/l.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

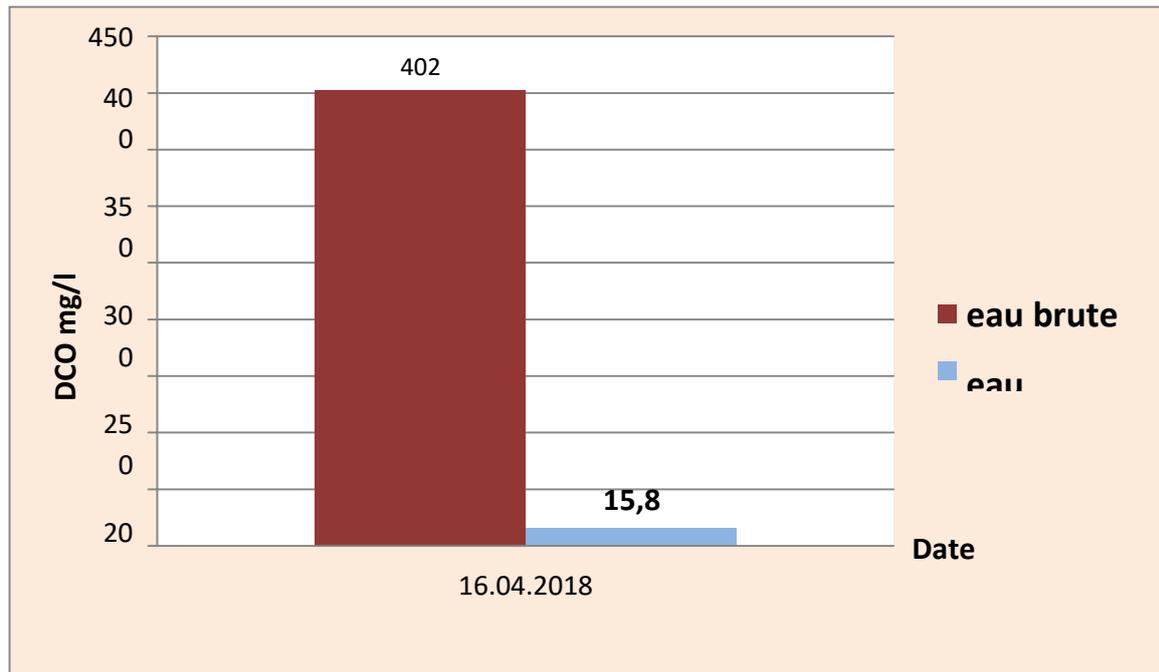


figure 25 Concentration en DCO (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte .

1-7- DBO5

Les valeurs enregistrées pour la DBO5 sont de 230 mg/l pour les eaux brutes et de 04 mg/l pour les eaux épurées avec un rendement de 98,26% ce qui est considérable et nous renseigne sur les performances appréciables de la station d'Ain El Houte

La valeur obtenue sur les eaux épurées répond aux normes de rejets et celle fixée à 30 mg/l par (JORA, 2012) pour les eaux destinées à l'irrigation.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

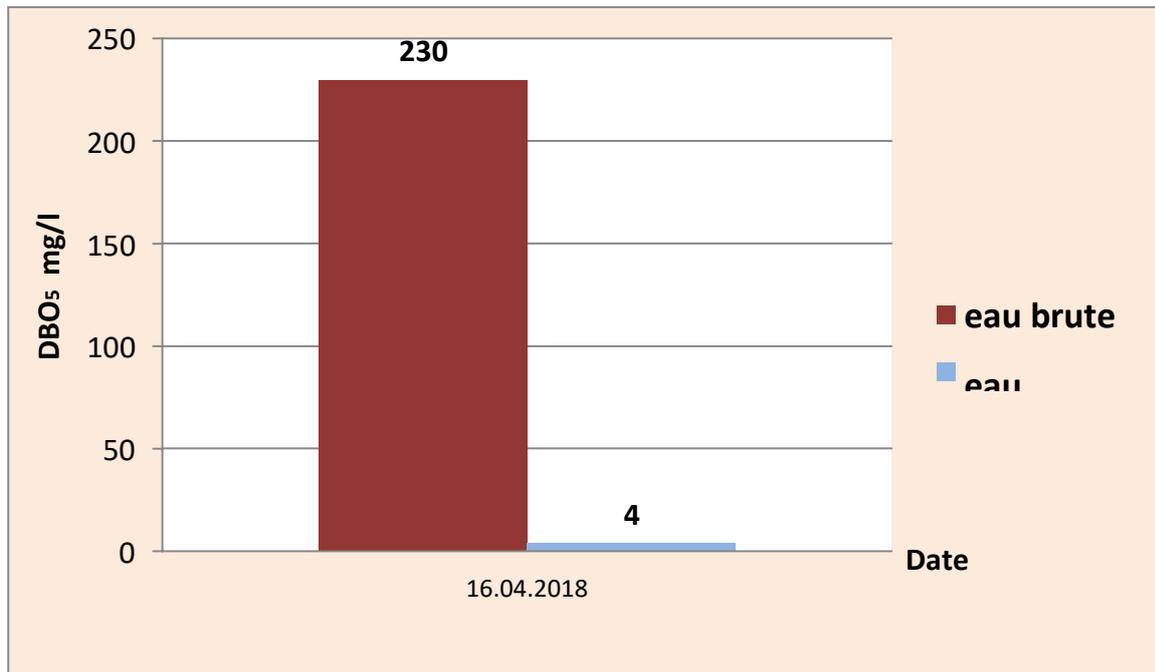


figure 26 Concentration en DBO5 (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

Le rapport entre la DCO et la DBO5 permet de caractériser la nature de l'effluent en entrée de la STEP, il est en moyenne de $1,74 < 3$, donc nous permet de dire que l'effluent étudié est facilement biodégradable (Rodier, 2005). Ce qui confirme que les eaux usées traitées au niveau de la STEP Ain El Houte sont d'origine domestique.

1-8- L'azote

Les résultats obtenus du dosage de l'azote sous ses différentes formes minérales est comme suit :

1-8-1-NH4+

La teneur en ammonium enregistrée pour l'eau brute est de 22,08 mg/l, cette valeur passe à 0,18 mg/l pour les eaux épurée. Cette baisse très considérable est due au type du processus à boues activées qui permet l'élimination, presque de la quasi-totalité, de l'ammonium par le mécanisme de nitrification par les bactéries nitrifiantes (Figure 29).

L'intérêt de cette transformation réside dans le fait que la forme nitrique est moins toxique que la forme nitreuse et ammoniacale.

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

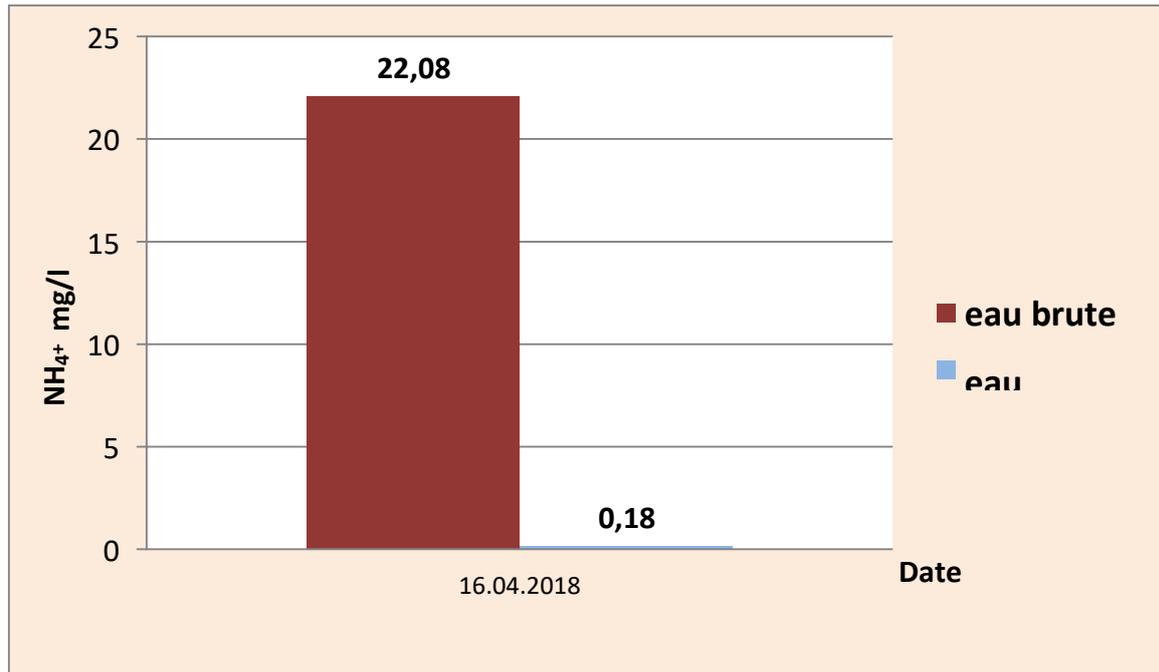


Figure 29 :figure 27 Teneurs en NH₄⁺ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-8-2-NO₂-

D'après les résultats obtenus, les valeurs de l'azote nitreux avoisinent le zéro, elle est de 0,076 mg/l pour l'eau brute et 0,031 mg/l pour l'eau épurée (Figure 30).

La présence des nitrites en forme de traces dans les eaux brutes et épurées est due au fait que cette forme est transitoire est instable, elle est rapidement transformée en nitrates en présence d'oxygène.

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque ou la nitrification n'était pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante à des températures élevées, cette dernière joue un rôle important pour le fonctionnement du système de traitement (**Choubert, 2002**).

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

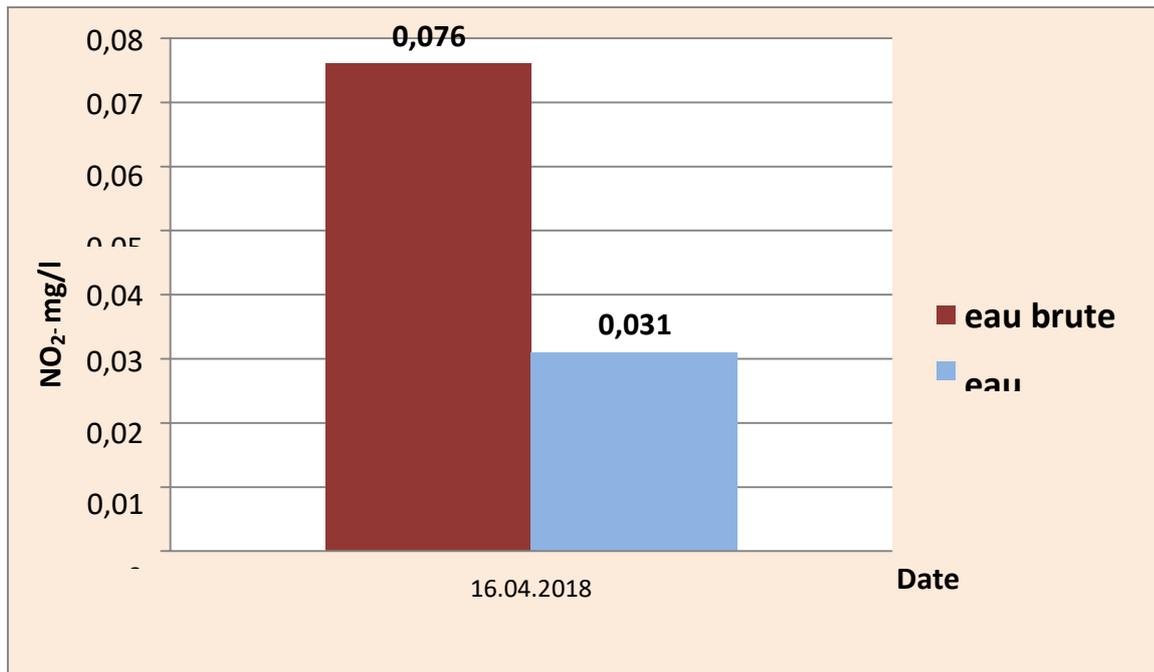


figure 28 Teneurs en NO_2^- (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-8-3- NO_3^-

La valeur enregistrée pour les nitrates au niveau des eaux brutes est faible, elle est de 0,25 mg/l, cette valeur est considérablement élevée après le processus d'épuration pour atteindre une valeur de 22,5 mg/l

En comparaison avec la valeur limite fixée par (JORA, 2012) pour les eaux destinées à l'irrigation, l'eau épurée de la STEP Ain El Houte répond aux exigences (30 mg/l).

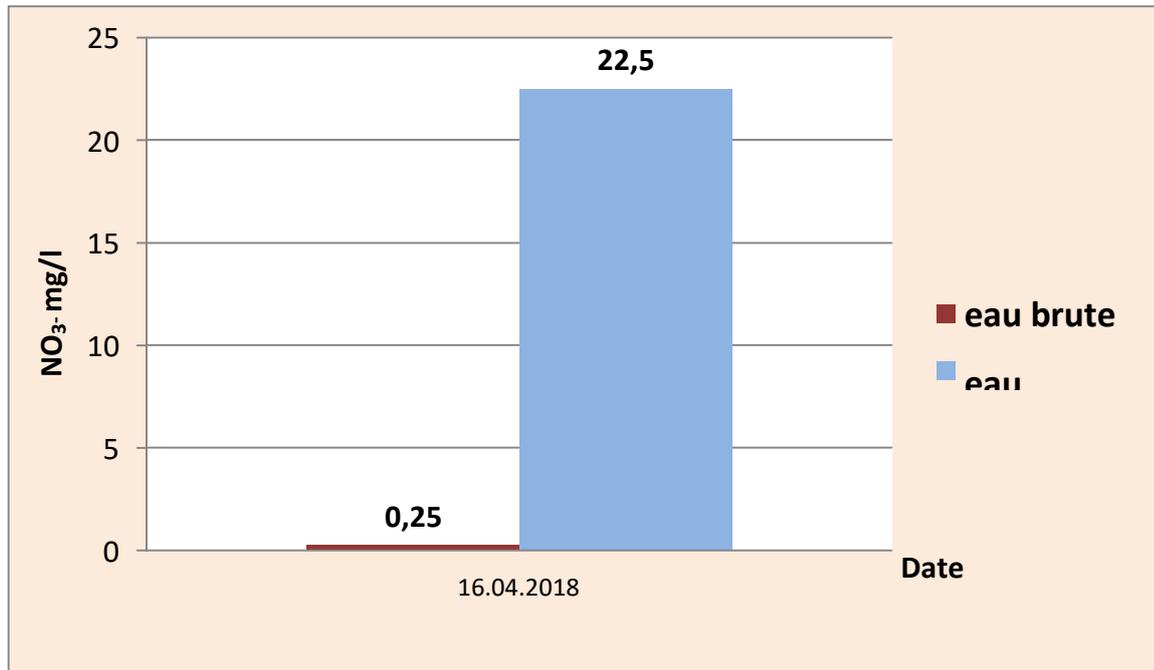


figure 29 Teneur en NO₃⁻ (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-9-PO₄³⁻

La teneur en orthophosphates enregistrée pour l'eau brute est de 6,9 mg/l et celle des eaux épurées est de 9 mg/l (Figure 32).

L'élévation de la teneur en orthophosphates après le traitement est due à l'activité des microorganismes qui participent à la transformation du phosphore organique en orthophosphates. Cette valeur est élevée et dépasse les normes algérienne et internationales des rejets (<2 mg/l).

Au cours du traitement la quasi-totalité du phosphore est transformée en orthophosphates, que l'on devra éliminer par un traitement spécifique de déphosphatation si la protection du milieu naturel l'exige (OIE, 2002).

Chapitre 2 : Partie Expérimentale

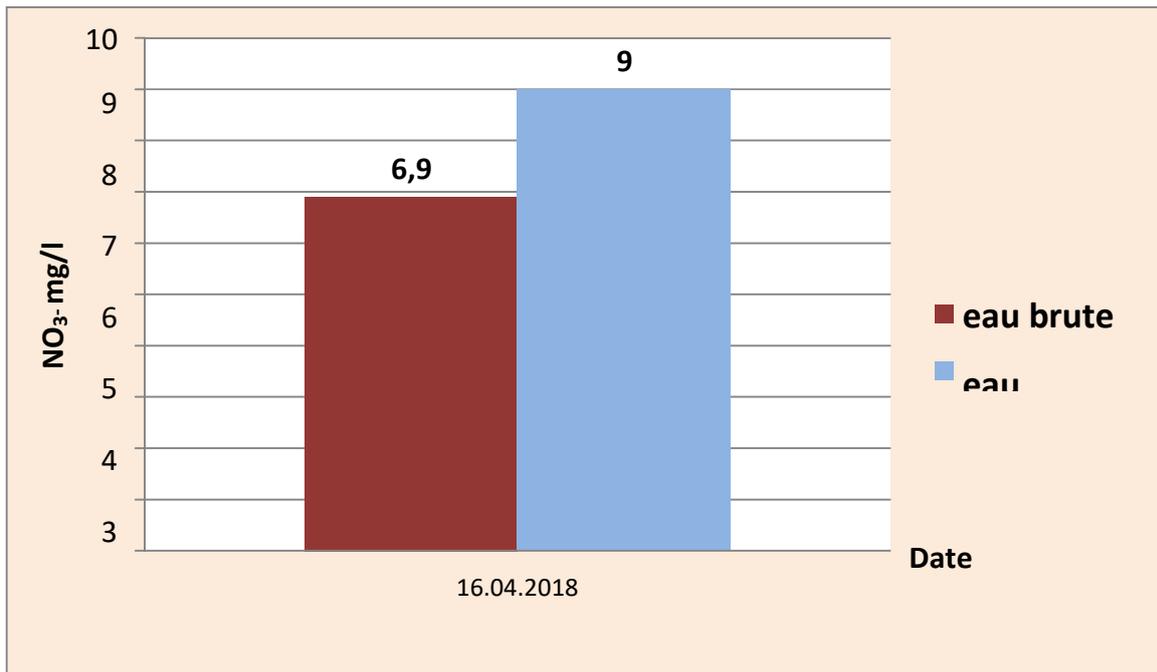


figure 30 Teneurs en NO_3^- (mg/l) de l'eau brute et de l'eau épurée de la STEP Ain El Houte

1-10- les métaux lourds

La recherche des éléments traces métalliques effectuée par le laboratoire central de l'ONA ont abouti aux résultats mentionnés dans le tableau 04.

Tableau 1 Les concentrations des éléments en traces métalliques au niveau du rejet de la STEP

| | Ain | El | Houte |
|--|-----|----|-------|
|--|-----|----|-------|

| Paramètre | Résultant | Unité | Les valeurs limitent (mg/l) (JORA ,2012) |
|------------------|------------------|--------------|---|
| Nickel | <0,1 | mg/l | 2 |
| Cuivre | <0,05 | mg/l | 5 |
| Cadmium | <0,02 | mg/l | 0,05 |
| Plomb | <0,2 | mg/l | 10 |
| Zinc | <0,05 | mg/l | 10 |
| Chrome | <0,5 | mg/l | 1 |
| Cobalt | <0,1 | mg/l | 5 |
| Fer | <0,1 | mg/l | 20 |
| Manganese | <0,05 | mg/l | 10 |
| Mercuré | <1 | µg/l | 0,01 |

La teneur en éléments traces métalliques mercure, Nickel, cuivre, cadmium, plomb, zinc, chrome, cobalt, fer, manganèse et mercure obtenues sont nettement inférieures à celles exigées par la norme algérienne pour les eaux épurées destinées à une valorisation agricole (JORA, 2012). Nous signalons de ce fait, que les effluents secondaires de la STEP d'Ain El Houte ne présentent aucune limite pour un usage agricole.

2-Les paramètres microbiologiques

L'analyse microbiologique a été effectuée sur trois (03) échantillons d'eau épurée étudiés entre le mois de mai et juin.

2-1- Dénombrement des coliformes fécaux

Appelés aussi coliformes thermotolérants. Les coliformes fécaux constituent un sous-groupe des coliformes totaux, capables de se développer à 44 °C. Les coliformes fécaux sont les plus appropriés que les coliformes totaux comme indicateurs de contamination fécale. Ce groupe est majoritairement constitué d'*Escherichiacoli* (Mc Lellan et al, 2001).

Le dénombrement des coliformes fécaux a révélé des concentrations élevées. En effet, l'ensemble des essais a montré des concentrations supérieures à 3000 UFC/100ml, avec une moyenne géométrique de 3000 qui est $>1000\text{UFC/ml}$ (tableau 05) (Figure 33).

Tableau 2 Résultats de dénombrement des coliformes fécaux

| Date de l'échantillonnage | 14/05/2018 | 28/05/2018 | 03/06/2018 |
|---|------------|------------|------------|
| Nombre de coliformes fécaux (UFC/100ml) | >3000 | >3000 | >3000 |

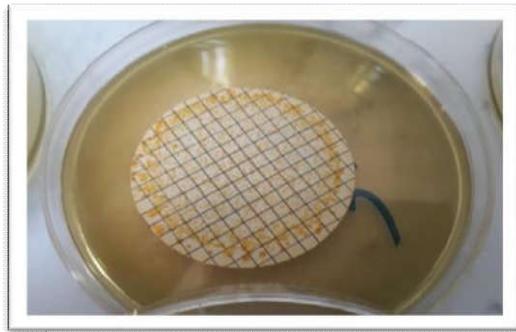


figure 31 Colonies de coliformes fécaux après 24h d'incubation

photo original

2-2- recherche des œufs d'helminthes (Nématodes)

Les résultats de recherche parasitologique sont mentionnés dans le tableau 06

Tableau 3 Résultats de recherche des œufs d'helminthes

| Date de l'échantillonnage | 14/05/2018 | 28/05/2018 | 03/06/2018 |
|---|------------|------------|--------------------|
| Recherche des œufs d'helminthes dans un litre | Négative | négative | Positive (02 œufs) |

La recherche des œufs d'helminthes au niveau des eaux épurées de la STEP Ain El Houte était négative sur deux échantillons et positive sur le troisième. Les œufs retrouvés ont été identifiés comme étant ceux du ténia



Figure 34: figure 32 Teania sp (G x40) *photo original*

L'OMS qualifie la présence d'helminthes, en particulier les nématodes intestinaux, comme principale contrainte ou limite de leur recyclage en agriculture, à cause de leur dose infectante faible et leur longue survie dans l'environnement (Kefalla et al 2012).

Vu les teneurs résiduelles importantes en coliformes fécaux dont la moyenne arithmétique >1000 UFC/100ml, ces eaux peuvent être utilisées pour une irrigation restrictive pour les cultures d'arbres fruitiers, cultures et arbustes fourragers, cultures céréalière, cultures industrielles, arbres forestiers, plantes florales et ornementales à condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées (JORA, 2012).

IV : Estimation des taux de participations de la STEP Ain El Houte

1-Estimation des taux de participation de la STEP Ain El Houte en eaux

La station d'épuration d'Ain El Houte a une capacité de 15000 EH avec un débit nominal journalier de 1500 m³/j. Ce qui donne un cumul annuel de 547500 m³. Sachant que le déficit hydrique annuel de la wilaya est de 600 mm (**Metahri, 2012**), et que le coefficient cultural de la culture étudiée (vigne) est de 0.53 (**Belabess, 2004**), cela correspond à un volume de 3180m³/ha, soit une moyenne de 87EH/ha.

Le volume total annuel est de 547500m³ permettra de couvrir une superficie de 172ha de viticulture en intensif pour la commune d'Ain El Houte .

2-Estimation des taux de participations de la STEP Ain El Houte en nutriments

Nous attirons l'attention des lecteurs que faute d'analyses relatives à l'azote total et au phosphore total, les calculs de ces paramètres se sont basés uniquement sur les concentrations en azote et en phosphore minéral.

2-1- Estimation des taux de participation en azote minéral

L'azote, facteur principal pour la production et la satisfaction des besoins des cultures, occupe la première place dans la démarche d'optimisation des productions végétale (**Goutouly, 2011**).

La valeur de la concentration en azote dans les eaux épurées de la station est de 22,71mg/l, avec un flux annuel de 12,43 tonnes d'azote minéral.

D'après (**Metahri, 2012**) les besoins en azote des vignes sont estimés à 140 kg/ha/an correspondants à 169EH.

Sachant que la quantité d'azote apportée par notre effluent est de 72,21kg/ha/an. Cette quantité est relativement insuffisante pour couvrir l'ensemble des besoins des cultures viticoles en place, d'où la nécessité un apport complémentaires d'engrais minéraux ou organiques (67,79 kg/h/an) afin de satisfaire cette demande et d'obtenir les rendements attendus.

2-2-Estimation des taux de participation en phosphore minéral

Le phosphore joue un rôle au niveau du développement végétatif de la vigne et dans les mécanismes énergétiques de la plante.

La valeur de la concentration en phosphore des eaux épurées de la station est de 9mg/l avec un flux annuel de 4,92 tonnes. Ce qui donne de 28,62 kg/ha/an .

Ainsi comparant à la demande en phosphore de la vigne qui est de 120 Kg/ha /an correspondant à 365 EH.

La quantité apportée est insuffisante pour pouvoir satisfaire les besoins en phosphore, l'agriculteur doit apporter 91,38 kg/ha/an d'engrais phosphatés.

1- Estimation du taux de participation de la STEP en eau en période d'irrigation

Le diagramme ombrothermique réalisé sur une durée de dix ans (2007-2017) a révélé une période sèche d'environ 6mois et demi allant de mi avril à octobre, ce qui nécessiterait l'irrigation durant cette période qui est d'une durée d'environ 200 jours .

En période sèche, la station produirait 300 000m³ qui couvrirait 94,3ha, ce qui correspond à 8219 EH.

Selon la (DPSB, 2013), les champs de vigne au niveau de la commune d'Ain El Houte occupent une superficie de 83ha, la mobilisation des eaux traitées de la STEP Ain El Houte pourrait couvrir la totalité des besoins en eau durant la période d'irrigation.

Conclusion générale

L'Algérie est un pays semi-aride à faible pluviométrie où les apports climatiques sont irréguliers et subissent des variations chroniques et ne répondent que pour une infime partie des besoins globaux en eau de la population qui s'élèvent à près de 1700 m³/ha/an, alors que le taux de satisfaction en eau en Algérie n'est que 350 m³/ha/an.

Par ailleurs il est normal de se tourner vers des ressources d'eaux non conventionnelles pour satisfaire l'accroissement de la demande.

Les eaux usées urbaines rejetées chaque année représentent une ressource de valeur qu'il faudra exploiter, dans l'agriculture et d'autres usages municipaux afin de préserver les eaux conventionnelles.

La réutilisation des eaux usées permet de fournir des quantités supplémentaires d'engrais organiques à minéralisation progressive.

Le présent travail a eu pour objectif de déterminer une éventuelle réutilisation de l'eau traitée en irrigation des eaux épurées de la station d'épuration d'Ain El Houtz.

Dans un premier temps nous avons effectué des analyses des eaux usées brutes et traitées de la STEP d'Ain El Houte .

Les paramètres de pollution des eaux usées traitées déterminés : matières en suspension (MES), demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène (DBO) l'azote minéral (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻) montrent que leurs valeurs ne présentent aucun danger quant à leur réutilisation en agriculture et elles sont dans les normes requises pour leur rejet direct dans le milieu aquatique et donc sans aucune nuisance pour l'environnement. Les orthophosphates (PO₄³⁻) dépassent avec une valeur de 9mg/l la limite fixée à 2mg/l pour les eaux de rejet d'où leur réutilisation en irrigation constituerait un bon traitement tertiaire

Le coefficient de biodégradabilité DCO/DBO₅ mesuré est de 1.75 indique que les eaux usées rejetées sont de nature biodégradable.

Les rendements obtenus pour les différents paramètres DBO5, DCO, MES; sont respectivement 98,26% ; 96,06% ; 98,73%. Ces résultats témoignent de l'efficacité du système de traitement mis en place (traitement à boues activées).

Les résultats d'analyse des éléments traces métalliques ont montré que les concentrations en Cuivre (<0.05 mg/l), Nickel (<0,1 mg/l), zinc (<0,05 mg/l), Fer(<0.1 mg/l), manganèse (<0,05 mg/l), Plomb (<0,2 mg/l), cadmium (<0,02 mg/l), et chrome (<0.5 mg/l), sont inférieures aux normes requises et ne présentent aucune limite ou nuisances pour une réutilisation agricole à court ou à long terme.

Quant aux analyses parasitologiques et bactériologiques, on a enregistré la présence d'œufs d'helminthes avec absence de Nématodes intestinaux et une concentration moyenne supérieure à 3000 UFC/100ml pour les coliformes thermo tolérants. Ce qui permet de réutiliser ces eaux en irrigation restrictive selon la norme algérienne (**JORA, 2012**).

Au terme de cette évaluation de la charge polluante globale, on conclut que l'ensemble des paramètres étudiés, en particulier les paramètres de pollution métallique, biologiques et organique (DBO5, DCO et MES) classent les eaux usées traitées de la STEP d'Ain El Houte dans la tranche de concentration faible, qui est en relation avec l'eau brute arrivant à la station.

En dernier, nous avons fait une simulation des besoins en azote et en phosphates pour une culture bien prisée à Ain El Houte qui est la vigne et nous avons conclu que la STEP peut apporter 547500 m3/an d'eau, 12,41 tonnes/an d'azote minéral et 4,92 tonnes/an de phosphates.

Par ailleurs, les futurs utilisateurs de cet effluent en l'occurrence les exploitants des parcelles voisines à la STEP, pour garantir une meilleure productivité agricole, il leur est recommandé d'ajouter un apport supplémentaire de 67,79 kg/ha/an d'azote minéral et 91,38 kg/ha/an de phosphore minéral pour leurs cultures viticoles sachant que la station ne fournit que 72.2 kg/ha/an d'azote et 28.6 kg/ha/an de phosphore et que les besoins annuels de la vigne en azote sont de 140 Kg/ha/an et de 120 Kg/ha/an en phosphore.

La mobilisation de la totalité des eaux traitées de la STEP Ain El Houte couvrirait les besoins des 83 ha de vigne de la région en eau durant la période d'irrigation.

Recommandations

- ✓ Etant que les effluents sont des rejets directs vers la plage centre de la ville d'Ain El Houte et suite à la concentration élevée en coliformes fécaux enregistrés et aux œufs d'helminthes que nous avons trouvé, nous suggérons de mettre en place une station de désinfection UV qui s'avère plus efficace qu'une désinfection chimique au chlore ;
- ✓ Suite aux concentrations élevées en coliformes fécaux dans l'effluent secondaire, il est nécessaire de diagnostiquer le fonctionnement du réacteur biologique et du clarificateurs econdaire ;
- ✓ Vu la charge élevée en coliformes fécaux, un examen bactériologique plus poussé par rapport à la recherche des germes pathogènes avec étude de leur antibiorésistance ;
- ✓ Nous avons constaté la présence d'œufs d'helminthes dans l'effluent traité, nous suggérons des analyses complémentaires avec des fréquences adéquates pour confirmer ou infirmer le caractère de réutilisabilité de ces eaux pour une valorisation agricole ;
- ✓ Pour une meilleure réutilisation, mettre en place un bassin de stockage instantané ;
- ✓ En fin, une irrigation localisée est recommandée pour une meilleure efficacité et une meilleure protection des ouvriers agricoles.

Références Bibliographiques

Bibliographie :

<https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/reussir-elevage-luzerne.pdf>

B. Jiménez-Cisneros et A. Chavez-Mejia, « treatment of Mexico City wastewater for irrigation purposes », Env. Techn., 1997
: R.R. Wright et T.M. Missimer, « Reuse : the experience 1 trend direction. » Int. Desalination et Water Reuse, 1995

<https://fac.umc.edu.dz/fst/pdf/cours/ame/Touati/G%20R%20irrigation.pdf>