

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ - BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**

Réf : /UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/21

**MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME MASTER**

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biologique

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par :

- MAHICHI Zineb
- MESSAD Rachida

Thème

Les risques sanitaires des eaux usées.

Soutenu le : 19 / 09 /2021

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom Grade

**Mme. BENBARA
Mme. MEDBOUA
Mme. LAMRI**

**MAA
MCB
MAA**

**Univ de Bouira
Univ de Bouira
Univ de Bouira**

**Présidente
Examinatrice
Promotrice**

Remercîments

Au terme de cette étude, nous remercions avant tout, Dieu tout puissant de nous avoir guidé durant toutes nos années de formation et de nous avoir permis la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons également à exprimer nos plus vifs remerciements à Mme LAMRI.N notre promotrice de ce projet, pour ses conseils et pour nous avoir aidées à réaliser ce travail.

Enfin, notre profonde reconnaissance va joindre tous ceux qui nous ont aidés à atteindre avec succès notre parcours universitaire.

Dédicace

Grâce à dieu tout puissant, nous dédions ce modeste travail à toutes les personnes qui nous ont aidées de près ou de loin durant notre vie universitaire.

A mes très chers parents, tout mon respect et affection pour leurs conseils et leurs orientations dans ma vie.

A tous ceux que nous j'aimons

Sommaire :

Remerciements.

Dédicaces.

Sommaire.

Liste des figures.

Introduction générale.....	1
Problématique.....	3

Chapitre 01 : généralité sur les eaux usées :

1-1-Définition des eaux usées.....	5
1-2-Les grandes catégories des eaux usées et leurs compositions.....	5
1-2-1-Les eaux usées domestiques.....	5
1-2-2- Les eaux usées industrielles.....	6
1-2-3- Les eaux usées pluviales.....	6
1-3- Les paramètres des eaux usées.....	6
1-3-1- Les paramètres physico-chimiques.....	7
1-3-2- les paramètres microbiologiques.....	8
1-4- La pollution des eaux.....	9
1-4-1- Définition de la pollution des eaux.....	9
1-4-2- La classification de la pollution de l'eau.....	9
1-4-2-1- Pollution d'origine naturelle.....	9
1-4-2-2 - Pollution due aux activités humaines.....	9
1-4-2-2-1- Pollution physique.....	9
1-4-2-2-2- Pollution chimique.....	10
1-4-2-2-3- Pollution par l'azote.....	10

1-4-2-2- 4-Pollution par le phosphore.....	10
1-4-2-2-5- Pollution microbiologique.....	10

Chapitre 02 : les risques sanitaires des eaux usées :

2-1-L'effet des eaux usées sur l'environnement.....	13
2-1-1-L'alcalinisation.....	13
2-1-2-L'eutrophisation.....	13
2-2-L'effet des eaux usées sur la santé humaine.....	15
2-2-1-Le choléra.....	16
2-2-2-L'hépatite E.....	19
2-2-3-L'ascaridiose.....	25

Chapitre 03 : Le traitement des eaux usées :

3-1-la station d'épuration des eaux usées.....	32
3-1-1-généralité sur la station d'épuration des eaux usées.....	32
3-1-2- Les risques liés à la station d'épuration.....	32
3-1-3- Prévention aux risques de la station d'épuration des eaux usées.....	33
3-2-le traitement des eaux usées.....	34
3-2-1- Le prè traitement (physique).....	34
3-2-2- Le traitement primaire (physico-chimique).....	35
3-2-3- Le traitement secondaire (biologique).....	35
3-2-4- LA clarification.....	36
3-2-5-Le traitement tertiaire (complémentaire).....	36
Conclusion.....	40

Références bibliographiques.

Résumé.

Liste des figures :

Figure N°1 : Le phénomène d'eutrophisation.....	10
Figure N°2 : <i>Vibrio choléra</i>	11
Figure N°3 : Mécanismes de l'infection dans l'Homme.....	13
Figure N°4 : Structure de virus de l'hépatite (HEV).....	15
Figure N°5 : Cycle de réplication du virus de l'hépatite E.....	18
Figure N°6 : Les Nématelminthes.....	21
Figure N°7 : <i>Ascaris lumbricoides</i>	22

Introduction :

L'eau est un partenaire quotidien de l'homme. Utilisée pour satisfaire ses besoins quotidiens de consommation et d'hygiène, elle sert à la boisson, la cuisson des aliments, la production alimentaire et la transformation des produits, l'hygiène corporelle, l'assainissement du cadre de vie (Boukary, 2018, p.2) et elle est de plus en plus utilisée. Après utilisation, la plus grande partie de l'eau est transformée en eau usée (Nguyen, 2014, p1) qui est une eau qui a subi une détérioration après usage (Moumouni & Hamsatou, 2005, p. 22). Cette eau usée peut contenir différents polluants (Moulin, et al., 2013, p.2), une quantité importante d'eau, elles contiennent généralement de la matière organique, des composés azotiques et phosphoriques, des microorganismes comme des bactéries et des agents pathogènes, ainsi que des contaminants comme des métaux lourds et des hydrocarbures (Gingras, 2017, p.1) . Les eaux usées proviennent de quatre sources principales: Les eaux usées domestiques, Les eaux usées industrielles, Les eaux usées urbaines (elles sont d'abord formées par un mélange d'eaux usées domestiques et industrielles) et Les eaux usées pluviales (Chehem & Bouazza, 2014, p. de 1 à 3).

Les eaux usées qui sont souvent rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable génèrent de nombreuses maladies hydriques qui peuvent être à l'origine de certaines épidémies (Idrissi, et al., 2015, p.557). Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), 80% des maladies qui affectent la population de la planète sont liées à la pollution des eaux (Lalami, et al., 2014, p.2326). Ainsi que l'évacuation des eaux usées sans traitement dans le milieu naturel, elles vont polluer les autres sources d'eau naturelle (Nguyen, 2014, p.1). Les résidus industriels et domestiques déversés dans la mer ont des effets particulièrement nuisibles sur la vie marine. De nombreuses substances chimiques et industrielles entravent les réactions chimiques et provoquent la mort et parfois la disparition de certaines espèces. Cependant, l'augmentation de la température des eaux rejetées et de la dégradation des matières organiques provenant de celles-ci par les bactéries consomment l'oxygène du milieu aquatique, ce qui est néfaste pour la faune marine (Diagne, et al., 2017, p.3101). C'est pourquoi, le contrôle et la surveillance de la qualité de l'eau notamment les eaux usées paraissent de plus en plus indispensables (Lalami et al., 2014, p.2326).

Par conséquent, le traitement des eaux usées est très important (Nguyen, 2014, p. 1) .Il existe des installations de traitement des eaux usées. Elles utilisent des techniques physiques, chimiques, biologiques ou une combinaison de ces méthodes (Boukary, 2018, p. 4). La réutilisation des eaux usées doit respecter les normes de rejet pour préserver la santé des populations et l'environnement (Awa, 2005, p.33).

Problématique :

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. Lorsque l'importance du rejet excède la capacité d'autoépuration de la rivière, la détérioration de l'environnement peut être durable. Eaux usées présentent un risque sanitaire direct de par la présence d'organismes pathogènes, comme des bactéries (p. ex., choléra, salmonella, shigella), de virus (p. ex., virus de l'hépatite, entérovirus, poliovirus) et de parasites (p. ex., protozoaires tels Giardia et Cryptosporidium et helminthes). On compte, comme dangers sanitaires indirects pour l'homme, la consommation de poissons ou de mollusques rendus toxiques par la présence de bactéries, de métaux ou de composés organiques que l'on retrouve dans les eaux usées.

Plus de 80 % des eaux usées à travers le monde (plus de 95 % dans certains pays en développement) sont rejetées dans l'environnement sans traitement. La pollution de l'eau s'aggrave dans la plupart des fleuves d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine. Dans les mers et les océans, les zones mortes désoxygénées causées par la décharge des eaux usées non traitées augmentent à un rythme soutenu, affectant environ 245 000 km² d'écosystèmes marins, ce qui a un impact sur la pêche, les moyens de subsistance et les chaînes alimentaires. Les eaux usées ont été longtemps considérées comme un fardeau en matière d'assainissement, lorsqu'elles ne sont pas tout simplement ignorées. Avec la raréfaction de l'eau dans plusieurs régions, cette situation connaît une évolution, et on reconnaît de plus en plus l'importance de la collecte, du traitement et de la réutilisation des eaux usées. La présence d'agents biologiques dans les stations de traitement des eaux inquiète les milliers de travailleurs qui y œuvrent. Une étude réalisée par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) a démontré que la qualité de l'air au niveau microbien dans les stations de traitement des eaux usées est généralement acceptable. Les endroits où il y avait beaucoup d'aérosolisation sont ceux identifiés comme étant problématiques. L'aérosolisation est la projection de particules d'eau dans l'air. Elle résulte souvent de l'agitation de l'eau et de sa chute sur une surface.

Actuellement, le monde souffre de la pollution environnementale. Cette pollution est due généralement à l'augmentation des activités humaines dans tous les secteurs et elle cause des

dégâts pour la santé humaine et altère l'équilibre écologique pour cette raison ce mémoire de fin d'études portant sur l'étude des risques sanitaires des eaux usées a été proposé.

L'objectif de notre travail consiste à savoir la source de l'eau usée et ses conséquences sur la santé humaine et sur l'environnement.

- **Quels sont les risques sanitaires des eaux usées ?**

1-Généralité sur les eaux usées :

La plupart des activités humaines qui utilisent de l'eau produisent des eaux usées. La quantité des effluents produites, et leur charge polluante globale, sont en augmentation constante dans le monde entier. La pollution de la ressource en eau se caractérise par la présence de micro-organismes, de substances chimiques ou encore de déchets industriels. Elles comportent les eaux usées domestiques qui proviennent des différents usages domestiques de l'eau .elles comprennent : Les eaux ménagères et les eaux – vannes, les eaux usées industrielles sont les rejets des procédés industriels et les eaux usées pluviales proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation.

1-1- Définition des eaux usées :

Les eaux usées appelées encore eaux résiduaires ou effluents (Moumouni & Hamsatou, 2005, p. 27), sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non (Kesbi, 2016, p. 3) . Leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques sont dégradées suite à son utilisation dans différents domaines (domestique, agricole, industriel, etc.) (Azouzzi & Youns, 2012, p. 11). Les eaux usées sont composées d'environ 99% d'eau et 1% de matières solides en suspension, colloïdales et dissoutes (Boukary, 2018, p.8).

1-2- Les grandes catégories des eaux usées et leurs compositions :

Les eaux usées sont généralement classées en trois grandes catégories :

1-2-1- Les eaux usées domestiques :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains (Metahri, 2012, p.5). Ces eaux se composent principalement de matière organique biodégradable, protéines, lipides et glucides (Perras, 1984, p.8). Elles présentent une bonne biodégradabilité (Chehem & Bouazza, 2014, p.2). Les effluents domestiques comprennent : Les eaux ménagères et les eaux – vannes.

➤ Les eaux ménagères ou eaux grises :

Les eaux ménagères présentent des sources d'émission variées dont les caractéristiques sont liées aux équipements proprement dits et aux usages individuels: évier de cuisine, lave-vaisselle, lave-linge, lavabo de salle de bain, douche, baignoire (Eme & Boutin, 2015, p.6).

➤ **Les eaux-vannes ou eaux noires :**

Ce sont des eaux issues des toilettes. La contribution majoritaire en matières organiques et en suspension provient des fèces et papier toilette tandis que l'urine est la source principale de nutriments. La présence de pathogènes dans les contributions des eaux vannes est très souvent associée aux matières fécales et à la contamination des autres sources par ces dernières (Eme & Boutin, 2015, p.6).

1-2-2-Les eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par l'usine dans le milieu extérieur. Elles se composent des : eaux de fabrication, eaux des circuits de refroidissement, eaux de lavage des sols et des machines, rejets des services généraux (Boukary, 2018, p.9). La nature des effluents industriels elle varie pour chaque domaine industriel, et souvent même, pour chaque usine, en raison de l'existence de plusieurs procédés de fabrication (Perras, 1984, p.16) . Les eaux usées industrielles contiennent des matières organiques, azotées ou phosphorées, des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures (Azouzzi & Youns, 2012, p.13).

1-2-3-Les eaux usées pluviales :

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation (Chehem & Bouazza, 2014, p.3). Au moment de la condensation de l'eau dans l'atmosphère, elle se charge de polluant (Azouzzi & Youns, 2012, p.12), La pollution des eaux de ruissellement urbaines a pour origine d'une part le lessivage de l'atmosphère et d'autre part le lessivage et l'érosion des surfaces urbaines. Certaines données montrent que le ruissellement pourrait être une source non négligeable de micropolluants (Mompoin & Theleys, 2004, p. 19). Dans les eaux pluviales, la présence en concentrations importantes de certains métaux lourds, tels le cadmium, le plomb et le zinc (Mompoin & Theleys, 2004, p.18).

1-3- Paramètres des eaux usées :

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques divers ainsi que des paramètres microbiologiques constituent un moyen pour estimer la qualité des rejets et leurs impacts sur le milieu récepteur.

1-3-1- Paramètres physico-chimique des eaux usées :

Parmi les paramètres physico-chimique des eaux usées : la température, la turbidité, le PH, DBO, DCO, Ration DCO/ DBO5). Les effluents sont mieux caractérisés et décrits en terme de matière en suspension (MES), de demande biologique en oxygène (DBO) 5, et de demande chimique en oxygène (DCO) (Fathallah, et al., 2014, p.66). Ces deux derniers seront utiles pour évaluer la teneur de la pollution dans le l'eau (Guermazi, 2017, p.6).

➤ **La température :**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux (Metahri, 2012, p. 7). La température de l'eau est intimement liée à la température de l'air (Merghem, et al., 2016, p. 1519). Elle joue un rôle pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Chehem & Bouazza, 2014, p.5) et aussi un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Saadi & Lahmar, 2018, p.22).

➤ **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 (Metahri, 2012, p. 7) (la présence des matières en suspension finement divisées: argile, limons, grains de silice, matières organiques, etc.). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité (Idrissi, et al., 2015, p. 560).

➤ **Le pH :**

Le pH est un indicateur de la pollution par excellence. La gamme de pH biologique se situe entre 6,5 et 8,5 (Fathallah, et al, 2014, p. 65).

➤ **Les matières en suspension (MES) :**

Ce sont les matières non dissoute contenues dans l'eau et peuvent être de nature organique (Saadi & Lahmar, 2018, p.22). La connaissance de la concentration des éléments colloïdaux dans les eaux usées est nécessaire dans l'évaluation de l'impact de la pollution sur le milieu aquatique (Idrissi, et al., 2015, p.563).

➤ **La demande biologique en Oxygène(DBO) :**

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de microorganismes, dans des conditions données (5 jours à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air) (Idrissi, et al., 2015, p.564). Une augmentation de la valeur de la DBO5 implique une augmentation de la présence de matières organiques biodégradables et de l'activité microbienne dans l'eau (Yapo, et al., 2009, p.22). La DBO résiduelle dissoute dépend de la concentration initiale des influents, une valeur de l'ordre de 5 mg/l pour des eaux usées peu concentrées, pouvant atteindre 10-15 mg/l lorsque la DBO est supérieure à 300 mg/l (Duchêne & Vanier, 2002, p.63).

➤ **La demande chimique en oxygène(DCO) :**

La DCO représente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation physico-chimique de l'ensemble des substances oxydables présentes dans l'effluent, qu'elles soient biodégradables ou non (Yapo, et al., 2009, p.22). La réglementation impose que les eaux brutes destinées à la potabilisation aient une DCO inférieure à 50 mg/l (Duchêne & Vanier, 2002, p.62). La demande chimique et biologique en oxygène (DCO et DBO) seront utiles pour évaluer la teneur de la pollution dans le l'eau (Guermazi, 2017, p.6).

➤ **Ratio DCO/DBO5 :**

Il a une importance pour la définition de la chaîne d'épuration d'un effluent (inférieur à 3) (Fathallah, et al., 2014, p.67). La mesure du rapport DCO/DBO5 a permis d'étudier la biodégradabilité des effluents (Yapo, et al., 2009, p.21). En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO5 implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables (Fathallah, et al., 2014, p.67).

1-3-2- Paramètres microbiologique des eaux usées:

Il existe peu d'études détaillées sur la caractérisation microbiologique des eaux résiduaires alimentant les stations d'épuration (Lucas, et al., 2012, p. de 44 à 45). Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes (Kesbi, 2016, p.5). Les paramètres microbiologiques font références à la présence et la quantité des organismes biologiques pathogènes. Principalement l'*Escherichia Coli*, les Streptocoques, les Salmonelles, les virus, et les parasites (Kesbi, 2016, p.12).

1-4- La pollution de l'eau :

Eau est le réceptacle universel de tout type de pollution (Metahri, 2012, p.1). Cette pollution est due généralement à l'augmentation des activités humaines dans tous les secteurs et elle cause des dégâts pour la santé humaine et altère l'équilibre écologique (Raweh, et al., 2011, p.1).

1-4-1-Définition de la pollution des eaux :

La pollution des eaux est tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines (Hamsatou, 2005, p.27).

1-4-2- Classification de la pollution des eaux :

1-4-2-1- Les pollutions d'origine naturelle :

Parmi les pollutions d'origine naturelle : La pollution naturelle physique (résulte de l'entraînement en suspension d'éléments minéraux menus : sable fin, limons, argiles, lors de pluies violentes ou de crues abondantes). Les pollutions naturelles biologiques et biochimiques (les manifestations de la vie, végétale et animal) (Chartier, 1974, p.186).

1-4-2-2- Les pollutions dues aux activités humaines :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel ou autre. Elles sont considérées comme polluées (Metahri, 2012, p.4). Les pollutions dues aux activités humaines sont divers, parmi lesquelles :

1-4-2-2-1- Pollution physique :

Les pollutions physiques humaines sont de trois ordres :

- les rejets d'Eau de réfrigération, chargés de calories.
- les rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles.
- les rejets pouvant entraîner une nuisance radio-activique (Chartier, 1974, p.188).

La pollution radio-activique peut être à craindre, à la longue, en raison de l'enrichissement le long de la chaîne alimentaire (Chartier, 1974, p.190).

1-4-2-2-2- Pollutions chimiques :

Leurs origines sont multiples : agriculture, industrie, vie en agglomération (Chartier, 1974, p.188). Les polluants chimiques Ils comprennent les sels minéraux (les nitrates, les phosphates ; les sulfates ; les nitrites ; les carbonates etc....) et Les composés toxiques : Ils sont soit minéraux (les métaux lourds ; les minéraux d'origine agricole; les minéraux d'origine industrielle) soit organiques(les pesticides et les détergents) (Hamsatou, 2005, p. de 42 à 44).

1-4-2-2-3-Pollution par l'azote :

L'azote est un nutriment essentiel à l'activité biologique dans l'eau. Cependant, au-dessus d'une certaine concentration, sa présence peut entraîner des problèmes sérieux de pollution (Aubry, 2003, p.3). IL présent dans les eaux résiduaires provient principalement des déjections humaines (Deronzier, et al., 2001, p.9). Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal (Kesbi, 2016, p.6). Les quantités d'azote rejetées sont estimées, à travers la notion d'équivalent-habitant en azote entre 12 et 15 g NK/jour (Deronzier, et al., 2001, p.10). Le rejet par personne par jour est d'environ 14 g d'azote, dont 1/3 se trouve sous forme ammoniacale et 2/3 sous forme organique (Aubry, 2003, p.3).

1-4-2-2-4-Pollution par le phosphore :

Le phosphore est issu des excréctions humaines et des détergents de lessive et de nettoyage. Il est sous forme particulaire ou soluble, est essentiellement constitué de phosphore inorganique, dont une part provient de phosphore organique (Awa, 2005, p.34) .

1-4-2-2-5-Pollution microbiologique :

L'eau usée est un milieu favorable pour la mise en place d'une microfaune bactérienne (Guermazi, 2017, p.6). Cette pollution est cause de nombreuses maladies hydriques dues aux bactéries et aux virus pathogènes (Chartier, 1974, p.190) .les Polluants biologiques Ils sont constitués d'organismes libres (Les planctons : organismes vivant essentiellement en suspension dans l'eau, et les macro-invertébrés : Les larves d'insectes, insectes aquatiques, les crustacées et les gastéropodes) et des agents pathogènes, ils comprennent : les virus, les bactéries, les parasites (Hamsatou, 2005, p. de 39 à 40) ,dont L'ensemble de ces organismes

peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes(Kesbi, 2016, p.5).

2- Les risques sanitaires des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux polluées donc elle peut causer des graves dommages sur l'environnement. Comme, l'alcalinisation et le phénomène d'eutrophisation. Ainsi que des dommages sanitaires de par la présence d'organismes pathogènes, comme les bactéries (*vibrio cholera*) qui provoque une maladie diarrhéique très contagieuse, les virus tel que le virus de l'hépatite qui est responsable d'une pathologie hépatique.(hépatite E) et les parasites notamment(*Ascaris lumbricoides*). Le traitement des eaux polluées est une étape très importante pour protéger l'environnement et la santé humaine des risques qu'elles peuvent engendrer. C'est l'ensemble des procédés visant à dépolluer l'eau usée avant son retour dans le milieu naturel ou sa réutilisation.

2-1-Effet des eaux usées sur l'environnement :

L'émission d'eaux usées non traitées ou mal traitées peuvent être causé des impacts négatifs sur l'environnement, comme l'alcalinisation de sol et l'eutrophisation.

2-1-1- L'alcalinisation de sol :

Elle se traduit par une augmentation d'alcalinité et de PH et par une dégradation des propriétés physiques des sols par sodisation (Marlet, 1996, p.5). L'effet de la sodisation et de l'alcalinisation se manifeste en effet de façon inquiétante: Le taux de saturation en sodium du complexe d'échange est souvent monté à plus de 15 et le pH s'est élevé généralement de plus d'une unité, avec parfois des pH supérieurs à 10. Sous l'effet du pH très élevé et du sodium fixé sur les argiles, ces dernières défloclent, ce qui se traduit par une baisse de la porosité, de la perméabilité et de la stabilité des agrégats terreux (Boivin, 1995, p.7). Alcalinisation des sols se produit lorsqu'apparaissent dans le sol des sels tels le carbonate de sodium. Le PH de sol peut alors atteindre des valeurs très élevées et la matière organique commence à solubiliser. Ce processus de dégradation est assez difficile à combattre car la restauration de ce type de sol implique l'apport de produits fortement acides, susceptibles de neutralisé le milieu et augmentée la solubilité de carbonate de sodium (Cheverry & Robert, 1998, p.223).

2-1-2-L'eutrophisation :

La pollution engendrée par les eaux usées cause plusieurs impacts sur les écosystèmes qui les reçoivent, dont le plus important est l'eutrophisation.



Figure N°1 : Le phénomène d'eutrophisation (Camus, 2014).

➤ **Généralité sur eutrophisation :**

La Directive européenne relative au traitement des eaux urbaines résiduaires définit l'eutrophisation comme, l'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs, notamment des composés de l'azote et/ou du phosphore, provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux supérieurs qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau (Dougnet et al, 2017, p.853). Les manifestations les plus visibles en sont l'apparition de marées vertes dans les eaux marines littorales, et une eau verte ou brune pour les eaux des lacs et des rivières. Cette accumulation locale de biomasse trop importante est à l'origine de différents effets indésirables : appauvrissement de la biodiversité, nuisances visuelle et olfactive, difficultés dans le traitement de l'eau (eau potable), dégagements gazeux, colonisation par des algues produisant des toxines comme certaines Cyanophycées, etc.(Camus, 2014).

➤ **Les mécanismes de l'eutrophisation :**

La cause de l'eutrophisation est une hyper fertilisation du milieu aquatique, généralement en lien avec les activités humaines (agriculture, rejets domestiques, rejets industriels) qui libèrent de grandes quantités d'azote et de phosphore dans le milieu naturel, provoquant une élévation importante de leurs concentrations dans les eaux continentales et marines littorales. Cette élévation de la teneur en nitrate et phosphore entraîne une augmentation du développement de la végétation aquatique. La végétation concernée est composée de différentes espèces de plantes vasculaires aquatiques, de macro-algues et de micro-algues (Camus, 2014).

➤ **La lutte contre l'eutrophisation :**

L'eutrophisation est un phénomène qui apparaît lentement. Elle est une véritable pollution nutritionnelle qui résulte d'apport excessif dans les eaux des réserves d'éléments fertilisants provenant des activités humaines (Gafsi, et al., 2008, p.1). Certaines mesures peuvent être prises pour lutter contre l'eutrophisation :

- Diminution de l'utilisation d'engrais contenant ces éléments (le phosphore et l'azote),
- prévoir une meilleure gestion de l'espace, avec par exemple des zones tampons entre les champs et les cours d'eau pour permettre une utilisation d'une partie de ces éléments par les végétaux terrestres, restaurer le bocage qui limite l'écoulement des eaux pluviales et l'entraînement des éléments minéraux (Camus, 2014) .
- L'amélioration des traitements urbains a déjà contribué à réduire sensiblement le niveau de contamination en phosphore tant à l'amont qu'à l'aval de l'agglomération parisienne. Cette amélioration a abouti à une réduction sensible des flux de nutriments amenés en mer (Billen & Garnier, 2009, p.31).

2-2- Effet des eaux usées sur la santé humaine :

Sur le plan sanitaire, les véritables problèmes liés à l'utilisation des eaux usées sont le manque de traitement approprié et le cadre informel qui accompagne souvent cette pratique. Les risques microbiologiques sont avérés, avec une transmission possible de maladies bactériennes, parasitaires ou virales (Joffray, 2018, p.19). Parmi les maladies causées par les eaux usées : le choléra, l'hépatite E et L'ascaridiose.

2-2-1- Le choléra :



Figure N°2 : *Vibrio cholera* (Rossant-Lumbroso , et al., 2000).

➤ **Généralité :**

Le choléra est une maladie diarrhéique très contagieuse due à un bacille Gram négatif : *Vibrio cholera* (Sao, 2013, p.1) . C'est une maladie touchant uniquement l'Homme (Cros, 2019, p.1). L'infection se transmet habituellement par l'eau ou fruits /produits de la mer contaminés (Busch et Vazquez- Pertejo, 2020). La bactérie va sécréter une toxine extrêmement puissante (exotoxine) (Tubaya, 2007). Elle possède un flagelle polaire, elle est anaérobie facultative, non sporulant (Cros, 2019, p.1). Cette bactérie pathogène a un tropisme exclusivement digestif et vit à l'état saprophyte dans l'eau (Sao, 2013, p.1). Il résiste bien au froid (10 jours à une température de 5 à 10°). En revanche, le *Vibrio cholera* est détruit par le soleil, la dessiccation, la chaleur sèche, le chauffage (> 70°C), l'eau de Javel et par les milieux acides (donc l'acidité gastrique. Parmi les nombreux sérogroupes de *Vibrio cholera*, seuls sont pathogènes les souches O1 pandémiques et les nouvelles souches non- O1 épidémiques (O139 et O37). (Tubaya, 2007).

➤ **Epidémiologie :**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recense 1,3 à 4 millions cas de choléra dans le monde dont 21 000 à 143 000 décès, plaçant cette maladie comme un problème de santé publique majeur la maladie touche principalement des pays en développement. (Cros, 2019, p. 1) De mauvaises conditions d'hygiène et d'assainissement (Cros, 2019, p.2). Bien que toutes les catégories d'âges soient touchées par la maladie, les enfants de moins de 5 ans sont particulièrement vulnérables et les taux de mortalité chez cette catégorie d'individus sont plus importants (Cros, 2019, p.3) dans des régions du sud 7 de l'Asie, là où les premières

pandémies ont pris leur origine (Cros, 2019, p. de 6 à 7) . La majorité des épidémies sont dues au sérotype O1, quelques cas sporadiques sont, cependant, dus au sérotype O139, sérotype qui n'est jamais sorti de l'Asie (Cros, 2019, p.9).

➤ **Transmission :**

Les souches bactériennes responsables du choléra appartiennent aux sérotypes O : 1 et O : 139 (Sao, 2013, p.1) sont transmises par :

- voie digestive : L'homme élimine le *Vibrio cholerae* par les selles, les vomissements voire les sueurs. Il contamine l'eau et les aliments.
- voie orale : La contamination est soit directe : se fait par contact avec le convalescent, le malade ou le cadavre, soit indirecte : se fait à travers l'eau et les aliments contaminés (Sao, 2013, p.27) .

➤ **Processus infectieux de *Vibrio cholerae* dans l'homme:**

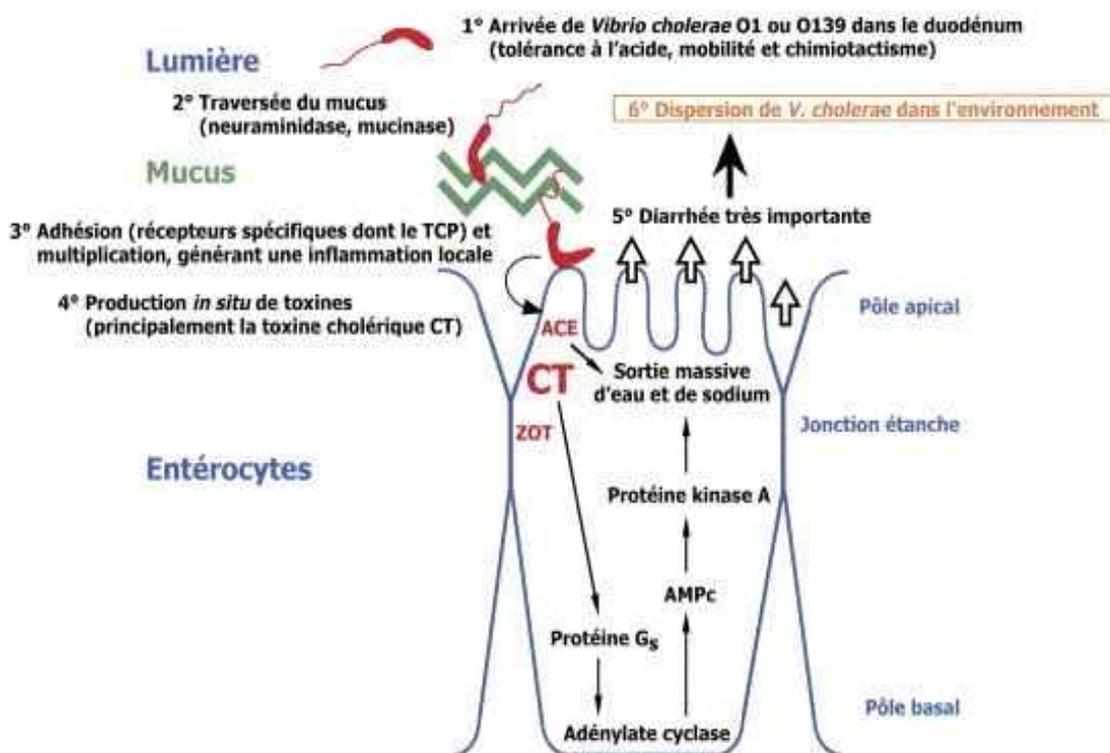


Figure N°3 : Mécanismes de l'infection dans l'Homme (Fournier & Quilici, 2007).

L'entrée dans l'hôte est perçue par *Vibrio cholerae* par les changements de température passant à 37°C, de pression osmotique, de pH et tous autres caractères physico-chimiques.

Tous ces changements sont autant de signaux permettant à la bactérie d'engager son processus infectieux dans l'hôte (Cros, 2019, p.19) par les étapes suivantes :

- 1- L'arrivée de *Vibrio cholera* O1 ou O139 dans le duodénum,
- 2- Traversé du mucus,
- 3- L'Adhésion et multiplication,
- 4- La production in situ la toxine cholérique,
- 5- La diarrhée très importante,
- 6- la dispersion de *Vibrio cholera* dans l'environnement l'Homme.

➤ **Symptômes :**

La plupart des personnes infectées ne manifestent pas de symptômes. (Rossant-Lumbroso, et al., 2000). Le syndrome «cholérique» est caractérisé par la survenue brutale d'une diarrhée aqueuse, d'odeur fade, sans glaire ni sang, avec des vomissements abondants, entraînant une déshydratation rapide et sévère (Tubaya, 2007).

➤ **Diagnostique :**

Tous les sujets infestés par le *Vibrio* ne font pas forcément le choléra. Lorsque la maladie survient dans 90% elle est bénigne, asymptomatique. Dans moins de 10% le choléra est typique. Le diagnostique de choléra peut se faire par une diagnostique para clinique.

• **Diagnostique para clinique :**

Il comporte **un examen bactériologique des selles** par les étapes suivantes

1- Prélèvement des selles :

Il se fait de plusieurs façons, comme écouvillonnage.

2- Examen microscopique :

A l'état frais on note une mobilité suspecte. La coloration de Gram montrera des bacilles à Gram négatif incurvés en virgule.

3- Culture :

Après 4 à 6 heures d'incubation dans le bouillon EPA (Eau Peptonnée Alcaline), faire le réisolement sur milieu TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Saccharose) et GNA (Geolose Nutritive Alcaline) incubé à 36°C pendant 24 Heures. Repérer les colonies suspectes et faire l'oxydase. Si l'oxydase positive fait agglutination avec les sérums anti *Vibrio* (Sao, 2013, p. de 31 à 32).

➤ **Traitement :**

Le meilleur traitement du choléra reste la réhydratation et l'administration de sels permettant la compensation des pertes d'électrolytes et d'eau (Cros, 2019, p.75). La réhydratation, orale ou intraveineuse, diminue considérablement la mortalité (Fournier & Quilici, 2007). Cependant, certains antibiotiques peuvent être donnés aux patients et réduisent la durée et l'intensité des symptômes mais sous peine de développer des résistances (Cros, 2019, p.75). L'antibiothérapie est recommandée par l'OMS pour les déshydratations graves. En l'absence de traitement, le choléra est mortel dans 25 à 50% des cas. Le traitement réduit le taux de mortalité à moins de 1% (Fournier & Quilici, 2007).

➤ **Prévention :**

Le choléra est un problème majeur de la santé publique. Pour lutter contre ce problème, plusieurs mesures sont incontournables :

- La seule protection sûre contre les épidémies de cholera consiste dans la qualité de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement (Tubaya, 2007).
- Éviter de manger des fruits de mer, légumes et fruit crus (sauf les fruits qui peuvent être pelés) car la cuisson détruit le bacille (Rossant-Lumbroso, et al., 2000).
- La prévention du choléra passe par la vaccination de la population, où dans certains cas une dose rappel est nécessaire, rendant alors difficile les campagnes vaccinales dirigées par l'Organisation Mondiale de (Cros, 2019, p.75).

2-2-2- L'hépatite E (HEV) :

➤ **Généralité sur l'hépatite E :**

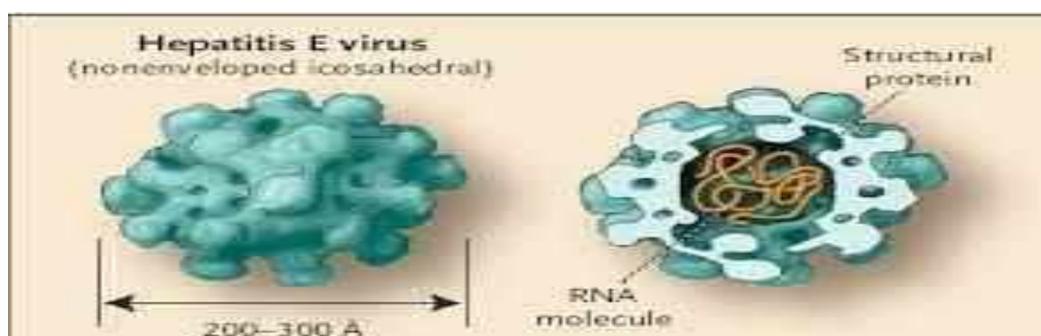


Figure N°4 : structure de virus de l'hépatite (HEV) (Salmon, 2014, p.4).

La première cause d'hépatite aiguë dans le monde est due au virus de l'hépatite E (HEV). Cette infection virale a longtemps été considérée comme un problème touchant les pays en développement. (Ankavay, et al., 2018, p.1071). C'est un petit virus d'environ 30-34

nm de diamètre (Ankavay ,et al, 2018, p. 1072). Il est classé dans la famille des Hepeviridae (Hiroz, et al., 2013, p.1) et au genre Orthohepevirus (Enagnon, 2020, p.1). Ce virus présente quatre génotypes majeurs (génotypes 1 à 4) du HEV sont pathogènes pour l'homme (Ankavay, et al., 2018, p.1071). Un 5ème génotype a été isolé chez les oiseaux et constitue une espèce aviaire qui pourrait subir des modifications de taxonomie (Gaillard, 2011, p. 16). Les VHE-1 et 2 sont restreints à l'homme (Parlati ,et al., 2017, p.121) alors que le réservoir des génotypes 3 et 4 est animal et la transmission à l'homme se fait sur un mode zoonotique (Enagnon, 2020, p.1), sont surtout observés dans les pays industrialisés (Parlati ,et al., 2017, p.121) . Le HEV est relativement résistant dans le milieu extérieur comme tous les virus entériques non enveloppés. De par sa transmission oro-fécale, il peut résister à l'acidité gastrique et aux sels biliaires pour survivre dans le milieu intestinal (Gaillar, 2011, p.16). L'hépatite E (HEV) a été mis en évidence dans les effluents de ferme , dans l'eau d'irrigation de cultures, dans les eaux de station d'épuration non traitées, et dans des fruits de mer recueillis à proximité de sorties d'égouts en mer (Joffray, 2018, p.6).

Le génome du VHE est un ARN simple brin de polarité positive (Joffray, 2018, p.3). Est composé d'environ 7,3 kilo bases et comporte une coiffe ainsi qu'une queue de poly-adénosine (poly-A) à ses deux extrémités, respectivement (Hiroz et al., 2013, p.1). L'ARN viral comportant 3 phases ouvertes de lecture (*Open Reading Frame* [ORF]) qui conduisent à la traduction de seulement 3 protéines virales (Parlati, et al., 2017, p.121). Bien que considéré comme un virus non enveloppé, la particule virale du HEV est entourée d'une membrane lipidique dans la circulation sanguine où le virus produit en abondance des formes de sa protéine de capsid (capsid de symétrie icosaédrique) qui ne sont pas associées à du matériel infectieux et qui pourraient servir de leurre immunologique (Ankavay, et al., 2018, p.1071). Le site principal de réplication est hépatocyte mais on suspecte également le côlon, l'intestin grêle et les ganglions lymphatiques (Enagnon, 2020, p.1) .

➤ **Épidémiologie :**

L'hépatite E est endémique à l'échelle mondiale (Enagnon, 2020, p.1). Chaque année, 20 millions d'infections par le virus de l'hépatite E, > 3 millions d'hépatite E aigue et 57000 décès. Séroprévalence augmente avec l'âge (25% chez l'adulte (Salmon, 2014, p.7). Les génotypes 1 et 2 sont généralement rencontrés dans les pays en développement et sont présents exclusivement chez l'homme. Les génotypes 3 et 4 sont, eux, essentiellement présents dans les pays industrialisés (Ankavay, et al., 2018, p.1071). VHE 1 et 2 sont restreints à l'homme dans les régions endémiques (Asie pour VHE 1, Afrique et Mexique pour VHE 2)

alors que VHE 3 présente une distribution universelle, VHE 4 est principalement retrouvé en Asie du Sud-est (Hiroz, et al., 2013, p.de 1 à 2).

➤ **Distribution du HEV chez l'animal :**

Le génome du HEV a été détecté à la fois chez des animaux domestiques mais également chez des animaux sauvages, des anticorps anti-HEV et de l'ARN viral ont été détectés pour la première fois chez des porcs domestiques au Népal. Deux ans plus tard, le HEV fût détecté dans des élevages de porcs aux États-Unis et caractérisé génétiquement. Depuis des anticorps anti-HEV ont été détectés dans 46-100% des élevages porcins à travers le monde, ce qui fait du porc domestique le principal réservoir animal du HEV 6. Les souches responsables de l'infection chez le porc sont les HEV-3 et HEV-4 (Bagdassarian, 2017, p. 22).

➤ **Clinique :**

Chez l'homme, le HEV est le plus souvent asymptomatique (70% des cas) (Bagdassarian, 2017, p.24). L'hépatite E présente 3 formes principales :

• **Hépatites aiguës chez l'immunocompétent :**

L'infection aiguë est habituellement une maladie limitée, évoluant sur quatre à six semaines. Le plus souvent asymptomatique (Hiroz et al., 2013, p.2). Après une période d'incubation de 2 à 6 semaines, les sujets symptomatiques peuvent développer des signes généraux à type d'asthénie, anorexie, fièvre, arthralgies, nausées, douleurs abdominales et vomissements. Le taux de mortalité varie de 0.5 à 4% des cas d'infections symptomatiques (Bagdassarian, 2017, p.24). Chez la femme enceinte, l'infection par les génotypes 1 et 2 induit des éclampsies, des hémorragies. L'infection durant la grossesse provoque également des avortements et des accouchements prématurés, aboutissant parfois au décès foetal (Joffray, 2018, p.9). Hépatite E aiguë peut être confondue avec une atteinte hépatique d'origine médicamenteuse si l'origine virale n'est pas activement recherchée (Hiroz, et al., 2013, p.2).

➤ **Hépatites chroniques:**

La forme chronique du HEV ne s'observe que chez les populations immunodéprimées. Une hépatite devient chronique quand le HEV persiste dans le

sang pendant 6 mois après l'infection. Des cas de formes chroniques ont été rapportés que pour les HEV-3 et HEV-4 (Bagdassarian, 2017, p.25). Ces infections sont généralement peu symptomatiques. Les patients les plus à risque d'infection chronique sont les patients infectés par le VIH ayant un taux de lymphocytes T CD4 bas, les patients d'oncologie (Joffray, 2018, p.9), et les patients transplantés (Enagnon, 2020, p.2). L'infection chronique peut cependant favoriser le développement rapide d'une fibrose et même d'une cirrhose (Hiroz, et al., 2013, p.2).

- **Hépatites Extra-hépatiques :**

Des manifestations extra-hépatiques peuvent survenir chez les patients présentant une hépatite aiguë ou chronique (Bagdassarian, 2017, p.25). On retrouve des manifestations neurologiques, d'amyotrophie névralgique et d'encéphalite/encéphalomyélite, des atteintes rénales avec des cryoglobulinémies et des glomérulonéphrites (Joffray, 2018, p.10).

➤ **Cycle de réplication du virus de l'hépatite E :**

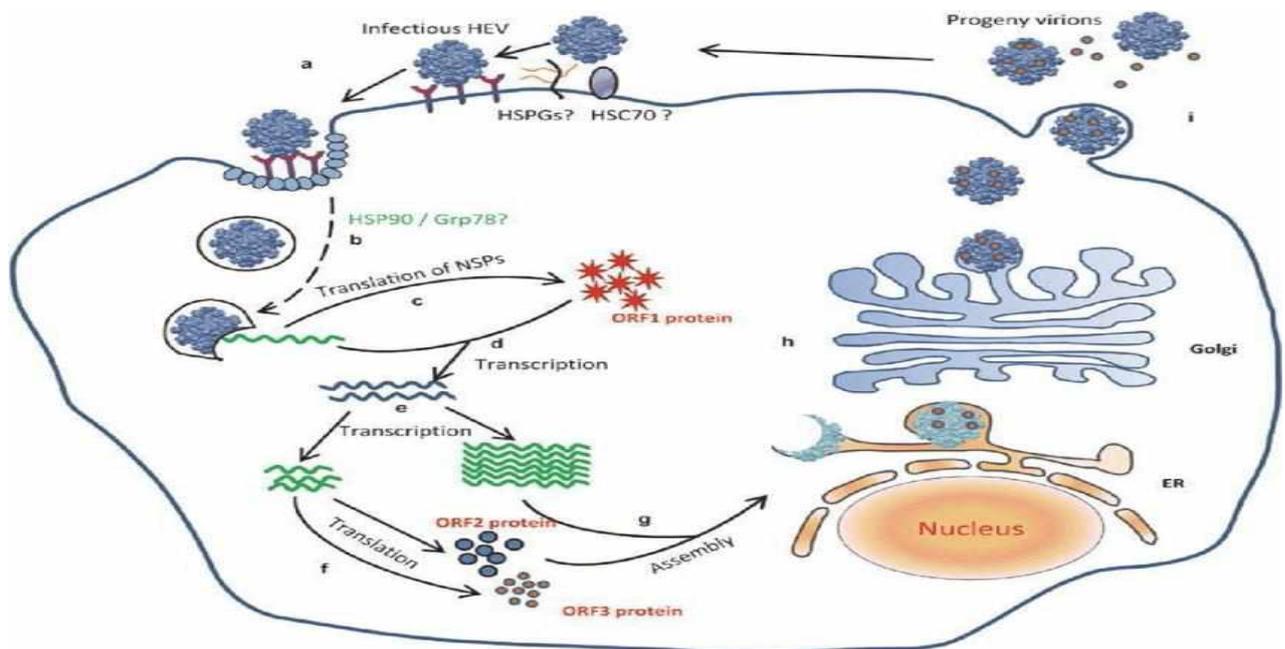


Figure N°5 : Cycle de réplication du virus de l'hépatite E (Traoré, 2015, p.9).

Le virus se réplique dans le cytoplasme des hépatocytes (Gaillard, 2011, p.18). D'autres sites de réplication du virus ont été mis en évidence par la détection de brins d'ARN subgénomiques au niveau de l'intestin grêle, du côlon et des tissus lymphatiques. Les

mécanismes d'attachement cellulaire et d'entrée du virus sont peu connus. Actuellement, aucune interaction avec un récepteur cellulaire n'a été décrite (Gaillard, 2011, p.19). Les heparane- sulfate protéoglycanes (HSPGs) semblent Servir de récepteurs pour la fixation de la capsid virale (Traoré, 2015, p.10). L'ARN viral libéré dans le cytosol de la cellule (Traoré, 2015, p.10) où il serait traduit par la machinerie cellulaire pour produire la réplicase ORF1. Ce dernier serait à l'origine de la synthèse d'ARN simple brin de polarité négative (-) à partir de l'ARN génomique de polarité positive (+). Ces ARN(-) serviraient de matrice pour la synthèse de nouveaux ARN(+) (Ankavay, et al., 2018, p.1075). Ces brins d'ARN subgénomiques synthétisés serviront ensuite de modèle pour la traduction des ORF2 et ORF3 ce qui entraînera l'encapsidation et la sortie des nouveaux virions de la cellule infectée (Traoré, 2015, p.10).

➤ **Diagnostic :**

On distingue deux types de diagnostic :

1- Diagnostic indirecte (tests sérologiques):

La charge virale va s'élever durant la période d'incubation. Des IgM et IgG dirigées contre le VHE sont détectables dès le début des symptômes. Le titre d'IgM va rapidement diminuer durant la convalescence mais peut rester détectable pendant cinq à six mois et les IgG seront détectables pendant plusieurs années (Hiroz, et al., 2013, p.1597). La détection d'IgG isolées est le signe d'une infection ancienne (Joffray, 2018, p.12).

2 - Diagnostic indirecte (tests moléculaires) :

Ce type de diagnostic repose sur la détection du génome du VHE par RT-PCR dans le sang et dans les selles, dans lesquelles la recherche de virus est plus sensible. Ce test est particulièrement important pour les personnes immunodéprimées, chez qui les tests sérologiques ne sont pas fiables (Parlati, et al., 2017, p.122). Dans le Sérum : début de symptômes plus de 4 semaines alors que dans les Selles : plus de 6 semaines (Salmon, 2014, p. 16).

➤ **Traitement :**

- **Traitement des infections aiguës :**

Chez les personnes immunocompétentes, seul le traitement des symptômes est prescrit (Bagdassarian, 2017, p.31). La ribavirine peut être administrée dès la phase aiguë de l'infection chez les patients présentant une forme sévère de la maladie (Joffray, 2018, p.12)

- **Traitement des infections chroniques :**

Trois options thérapeutiques sont disponibles :

- 1- La diminution du traitement immunosuppresseur chez les sujets transplantés d'organes (Joffray, 2018, p.14).
- 2- L'interféron alpha pegylé, associé ou non à la ribavirine, est efficace dans 100 % des cas étudiés, mais il ne peut être administré qu'aux patients transplantés de foie, en raison du risque important de rejet qu'il entraîne chez les receveurs d'autres organes (cœur, poumons, pancréas, rein) (Joffray, 2018, p.14).
- 3- L'efficacité de la ribavirine en monothérapie a été démontrée dans plusieurs études et constitue désormais le traitement de premier choix si la diminution de l'immunosuppression n'est pas efficace ou impossible (Joffray, 2018, p. 14). L'interféron et la ribavirine, seuls médicaments efficaces. La ribavirine est en règle générale donnée à la dose de 10 mg/kg/jour pendant 12 semaines. La durée de traitement peut être prolongée en fonction de la réponse virologique du patient (Parlati, et al., 2017, p.122) .

➤ **Transmission :**

- **Transmission zoonotique (génotype 3 et 4) se fait par :**

Il existe trois principaux modes de transmission de l'animal vers l'homme : la consommation de viande infectée, un contact direct avec les animaux infectés et indirectement via la consommation de fruits ou légumes cultivés ou fruits de mer produits dans des eaux contaminées par les selles d'hommes ou d'animaux infectés (Bagdassarian, 2017, p. de 28 à 29).

- **Transmission par voie féco-orale (génotypes 1 et 2) :**

Génotypes 1 et 2 sont transmis largement par voie féco-orale dans les pays en voie de développements (Niederhauser, 2019, p.7) par consommation d'eau contaminée par les particules virales présentes dans les matières fécales (Ankavay, et al, 2018, p.1071).

- **Transmission du VHE par transfusion :**

La transfusion par du sang provenant de donneurs asymptomatiques est un facteur de risque émergent (Joffray, 2018, p.6).

- **Transmission parentale :**

Le HEV peut être transmis de manière verticale de la mère infectée au fœtus infectés (Bagdassarian, 2017, p. 28).

- **Prévention :**

Dans les pays en voie de développement à l'hygiène médiocre, la transmission du VHE et le nombre de malades peuvent être diminués en adoptant quelques mesures de prévention :

- Amélioration des conditions d'hygiène : assainissement de l'eau (Salmon, 2014, p.46),
- L'approvisionnement en eau potable propre, des sanitaires adéquats et l'amélioration de l'hygiène (Bagdassarian, 2017, p.32).
- devraient éviter de boire de l'eau non bouillie et des fruits et légumes non cuits (Hiroz, et al, 2013, p.3).
- vaccin disponible en Chine (protéine virale recombinante HEV 239 –efficacité > 95%) (Salmon, 2014, p.45). L'utilisation de vaccins pourrait être indiquée pour des patients immunosupprimés ou souffrant d'une pathologie hépatique chronique, ainsi que pour les populations résidant ou voyageant dans des zones endémiques (Hiroz, et al, 2013, p.3).
- L'utilisation de lisier de porc comme engrais pour les cultures doit être contrôlée afin d'éviter tout risque de contamination des sols ou de l'eau (Bagdassarian, 2017, p.32).

2-2-3- Helminthiases(Ascaridiose) :

Dans plusieurs régions du monde affectées par la pénurie d'eau, les eaux usées brutes sont réutilisées fréquemment à des fins agricoles. Les parasitoses intestinales sont parmi les risques sanitaires les plus fréquents). Le risque fécal est constitué par les agents biologiques pathogènes présents dans les déjections de l'homme et des animaux. Il survient par la consommation d'aliments ou d'eaux pollués. C'est ce qui explique que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a retenu, parmi les normes de réutilisation agricole des eaux usées épurées, l'absence de tout œuf d'helminthe (El kettani et Azzouzi, 2006, p.100). Parmi les parasitoses intestinales présents : l'Ascaridiose.



Figure N°6 : *Ascaris lumbricoides* (Durand, 2004).

➤ **Généralité :**

L'ascaridiose se définit comme une infestation parasitaire de l'homme par *Ascaris lumbricoides* (Ndiaye, et al., 2012, p.1), c'est un vers rond. Le plus souvent, les parasites adultes sont à l'origine de troubles digestifs lorsqu'ils atteignent l'intestin (Rossant-Lumbroso & Rossant, 2020). La morbidité et la mortalité des formes sévères sont liées à l'obstruction intestinale, surtout chez l'enfant, ou à la migration des vers adultes dans les voies biliopancréatiques. L'infestation chronique peut contribuer à la malnutrition chez les enfants dans les régions de forte endémicité, où un polyparasitisme est habituel. L'ascaridiose est plus fréquente dans les pays en développement (Ndiaye, et al., 2012, p.1).

➤ **Epidémiologie :**

L'ascaridiose est une parasitose cosmopolite. Peu fréquente, elle est très répandue dans les zones tropicales où les conditions d'hygiène sont mauvaises (Durand, et al, 2004, p.3) et évolue selon un mode endémique en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-Est et en Amérique latine. Elle touche environ un quart de la population mondiale (Ndiaye, et al., 2012, p.2).

➤ **Le cycle évolutif d'*Ascaris lumbricoides* :**

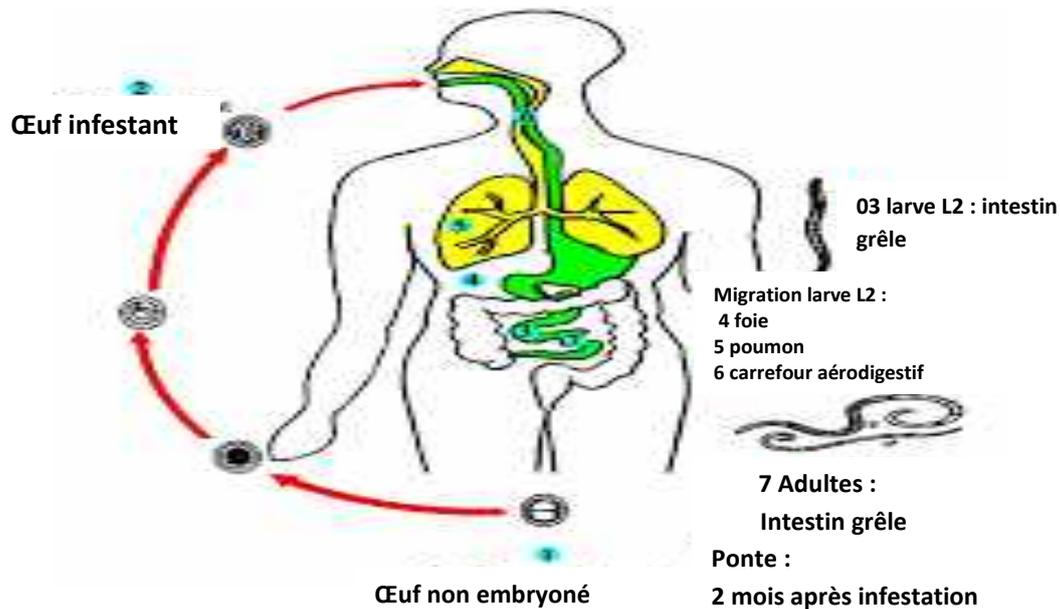


Figure N°7: le cycle évolutif d'*Ascaris lumbricoides* (LACHEREZ, p. 25)

Le cycle évolutif d'*Ascaris lumbricoides* C'est un cycle parasitaire direct, c'est-à-dire qu'il ne comprend pas d'hôte intermédiaire (Lacherz, 2017, p.18). Une fois embryonnés, les œufs ingérés à partir d'aliments souillés atteignent l'intestin grêle, éclosent et libèrent une larve infestant qui va traverser la paroi intestinale. En suivant le réseau sanguin veineux, les larves passent par le foie puis rejoignent le cœur droit puis les poumons où elles pénètrent dans les alvéoles pulmonaires. Elles remontent les voies respiratoires jusqu'au pharynx puis sont dégluties pour redescendre dans le tube digestif (Durand, et al ., 2004, p.3). La larve gagne le jéjunum où elle devient adulte. Les vers adultes se retrouvent ainsi dans l'intestin où mâles et femelles vont s'accoupler. Les femelles commencent à pondre environ 2 mois après ingestion de l'œuf. Les œufs se retrouveront ainsi dans les selles puis dans le milieu extérieur (Lacherez, 2017, p.18).

➤ **Transmission :**

La voie de transmission la plus fréquente est alimentaire avec un hôte définitif qui ingère les œufs embryonnés contenus dans l'eau de boisson, les légumes ou les aliments souillés (Ndiaye, et al., 2012, p.2).

➤ **Clinique :**

Les symptômes varient en fonction du stade de développement des ascaris (Rossant-Lumbroso & Rossant, 2020) :

- **En cas de faible parasitisme :** l'ascaridiose peut ne pas être symptomatique (Durand, et al., 2004, p.3).

- **A la phase de migration larvaire :**

Au cours de la migration des larves vers les poumons (Rossant-Lumbroso & Rossant, 2020).on peut observer le classique syndrome de Loeffler qui associe une fièvre autour de 38°C et une toux sèche et éventuellement associées à une dyspnée et des expectorations. Alors que l'auscultation pulmonaire est normale. Cette phase peut durer 15 jours (Durand, et al., 2004, p.4).

- **A la phase de parasitisme intestinal :**

Le plus souvent, les parasites adultes sont à l'origine de troubles digestifs lorsqu'ils atteignent l'intestin (Durand, et al., 2004 , p.4) avec douleur abdominale, diarrhée, nausées ou vomissements(Laurent, 2019, p.9).

➤ **Diagnostique :**

En général, le diagnostic des helminthes intestinaux est moins difficile que celui des protozoaires. Les œufs d'helminthes sont souvent plus faciles à trouver et à identifier du fait de leur taille et de leurs caractéristiques morphologiques distinctives. Les étalements directs de selles fraîches permettent souvent de voir les œufs d'helminthes, mais il est en général plus efficace pour le laboratoire de procéder à une concentration simple pour éviter qu'elles parasitent qui seraient présents en très petit nombre ne passent inaperçus (Lawrence, et al., 1995, p.4).

- **À la phase d'invasion :**

La phase invasive est surtout caractérisée par des réactions inflammatoires immunallergiques au niveau hépatique et pulmonaire. À cette phase, l'hémogramme montre une hyperleucocytose avec hyper éosinophilie et l'examen parasitologique des selles est négatif (Ndiaye,et al., 2012, p.5).

- **À la phase d'état :**

C'est à cette phase, 3 mois après la contamination, que le diagnostic de l'ascaridiose peut être facilité par la mise en évidence de vers adultes dans les selles ou d'œufs dans les selles (Ndiaye, et al., 2012, p.5).

Le diagnostic des helminthes intestinaux (l'ascaridiose) comporte un **examen parasitologique des selles (EPS) :**

Tout EPS doit comporter 3 étapes : un examen macroscopique, un examen microscopique à frais et un examen microscopique après concentration (Trabelsi, et al., 2012, p.432).

1- Examen macroscopique :

L'examen macroscopique des selles peut orienter les recherches. On appréciera la consistance des selles, leur couleur, la présence de sang ou de mucus. Ainsi, les œufs d'helminthes seront recherchés sur des selles pâteuses, les protozoaires sur des selles liquides. La présence de sang orientera vers un germe invasif. Les adultes d'ascaris peuvent être mis en évidence œil nu (Thillement, 2015, p.25).

2- L'examen microscopique à frais:

Il peut être fait sans ou avec coloration. L'examen direct sans coloration est pratiqué rapidement souvent juste après la réception des selles. Il peut être fait sans ou avec coloration. L'examen direct sans coloration est pratiqué rapidement souvent juste après la réception des selles. L'examen direct avec coloration par une goutte de Lugol ou au merthiolate-iode-formol (MIF) permet particulièrement de mieux visualiser les noyaux des ainsi que d'éventuelles vacuoles. (Trabelsi, et al., 2012, p.432).

1- L'examen après concentration :

Les techniques de concentration permettent de concentrer les parasites dans un volume très réduit de selles après élimination du maximum de débris alimentaires. Ceci permet d'améliorer la sensibilité de la recherche des éléments parasitaires. Les méthodes de concentration se répartissent en deux groupes : Les méthodes physiques de sédimentation ou de flottation : Selon que les selles soient diluées dans un liquide de faible densité (ex : méthode de Faust Ingalls par sédimentation en eau glycinée) ou dans un liquide à forte densité (ex : méthode de Faust par flottation en sulfate de zinc et méthode Willis par flottation en eau saturée en NaCl) Les méthodes physico-chimiques : Elles utilisent un réactif qui fait sédimenter les parasites tout en dissolvant

les débris de selles par l'éther (ex : méthode de Ritchie utilisant l'eau formolée comme réactif) (Trabelsi, et al., 2012, p.432).

➤ **Traitement :**

• **Ascaridiose non compliquée :**

Pour le traitement d'*Ascaris lumbricoides* l'albendazole en prise unique ou le mébendazole pendant trois jours sont très efficaces (Gétaz, et al., 2007, p.1257).

• **Ascaridiose compliquée (exemple : Occlusion intestinale) :**

Le traitement est d'abord conservateur avec la mise en place d'une sonde nasogastrique, une réhydratation hydroélectrolytique, un traitement antihelminthique spécifique associé à une antibiothérapie (Ndiaye, et al., 2012, p.8).

➤ **Prévention :**

- Helminthes intestinaux sont des helminthiases qui sont des maladies liées à l'eau. la lutte contre les parasitoses intestinales passe par des efforts d'assainissement.
- Aussi l'éducation sanitaire des populations permettra une lutte collective contre le péril fécal et l'acquisition de comportement se traduisant par une bonne hygiène fécale et alimentaire (Menan, et al., 1997, p.419).
- Lavage des mains régulier avec du savon et de l'eau non souillée ou de solution hydro-alcoolique (Rossant-Lumbroso & Rossant, 2020).
- Lutte contre le péril fécal à plus grande échelle (traitement des eaux usées, installation d'égouts (Durand, et al., 2004, p.5).

3- Traitement des eaux usées :

Le rejet des eaux usées dans le milieu extérieur sans traitement cause des dégâts pour la santé humaine et altère l'équilibre écologique. Pour cette raison le traitement des effluents est indispensable. Le procédé d'épuration passe plusieurs processus essentiels, on commençant par le prè traitement qui vise l'élimination des particules grossières en flottation et en suspension, des sables, des excédents de graisses et d'huile. Puis le traitement secondaire qui peut être un traitement physico- chimique par décantation qui utilise des réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines puis Le traitement secondaire (biologique) permet l'épuration des effluents par la boue activée. Un traitement tertiaire (complémentaire) permet l'amélioration de la qualité d'eau traitée.

3-1- La station d'épuration des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées c'est une installation permet à épurer les eaux usées avant le rejet dans le milieu naturel. La gestion de ces stations est différente selon le type d'activités de chaque pays.

3-1-1- Généralité sur la station d'épuration des eaux usées

La station de traitements des eaux usées est la méthode la mieux appropriée à la commune et aux milieux aquatiques (Bacchi, 2015, p.4). La station ne devra pas être placée à proximité d'un captage d'eau potable pour éviter sa contamination (Bacchi, 2015, p.11). Et elle devra ainsi ne pas se situer dans le périmètre de protection rapprochée afin de ne pas polluer la ressource en eau potable. (Bacchi, 2015, p.12). La gestion des stations d'épuration peuvent dépendre des caractéristiques et de la variabilité des eaux traitées (Lucas, et al., 2012, p.44).

3-1-2- Risques liés à la station d'épuration :

Les employeurs d'une station d'épuration peuvent être exposés à des dangers, tels que :

- **Risque biologique** : les organismes pathogènes susceptibles d'être présents dans les eaux résiduelles urbaines sont très nombreux. La contamination par voie digestive (Duchet, et al., 2006, p.12) (les agents biologiques peuvent aussi être ingérés en portant les mains ou des objets souillés à la bouche) (Blond, 1972, p.13) voie cutano-muqueuse est possible en pratique tout au long de la chaîne de traitement de l'eau, la voie respiratoire dans les zones d'existence d'un aérosol (Duchet, et al., 2006, p.12).

- **Risque chimique :** Les stations d'épuration utilisent des produits chimiques tels que l'ammoniac, le chlore, le dioxyde de chlore ou l'ozone pour la décontamination et l'épuration des eaux usées. Les principaux gaz dangereux potentiellement présents dans ces installations sont le méthane, le sulfure d'hydrogène et l'oxygène (ou plutôt le manque d'oxygène). Le sulfure d'hydrogène et le méthane sont des sous-produits de la décomposition des matières organiques présentes dans les eaux usées. L'accumulation de ces gaz peut entraîner un manque d'oxygène voire une explosion en présence d'une source d'inflammation (Wagner, 2020).
- **Risque mécanique :** tous les risques qui peuvent exister lors d'une installation défectueuse de machine (Balty, et al., 2013, p.46).

3-1-3- prévention aux risques de la station d'épuration des eaux usées :

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions de protection qui sont à prendre, comme :

- Les voies de circulation doivent être dégagées de tout obstacle et les sols doivent être adaptés à recevoir une quantité d'eau (Pluit, lavage...etc).
- Chaque appareil devra être muni d'un système d'arrêt d'urgence (Balty, et al., 2013, p.80).
- Tous les bassins sont équipés de films sur tout le périphérique et d'échelons scellés permettant une sortie aisée (Balty, et al., 2013, p.78).
- Comme il est pratiquement impossible d'éliminer ces dangers liés aux gaz, le personnel et les sous-traitants qui travaillent sur ces sites doivent pouvoir compter sur des équipements de détection de gaz fiables. (Wagner, 2020).
- Il est recommandé d'équiper systématiquement les ouvrages hors sol d'escaliers munis de garde-corps (Pronost, et al., 2002, p.7).
- pour se protéger des agents biologiques les salariés doivent porter des lunettes-masque, des vêtements couvrants et des gants de protection étanches et lavables (Blond, 1972, p.12).
- Les installations des cuves, du système, de tuyaux et du panneau de commande devront être exclusivement effectués par des prestataires qualifiés et expérimentés, et réalisés dans le respect de la réglementation sur l'hygiène et la sécurité au travail.

- Les travaux d'électricité ne seront réalisés que par un électricien certifié et compétent (Kazda et Cyprian, 2011, p.5).
- le respect de mesure d'hygiène et des règles de sécurité (Blond, 1972, p.23).

3-2- Le traitement des eaux usées :

Quelle que soit l'origine d'une eau, sa destination à la consommation humaine implique un traitement. Les différents procédés épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopté en épuration.

3-2-1- Le prétraitement (physique):

Le pré traitement constitue une partie importante du procédé de traitement des eaux usées. Il vise l'élimination des particules grossières en flottation et en suspension, des sables, des excédents de graisses et d'huile (Iwema, et al., 2005, p. 17). Il se divise en trois étapes essentielles : Dégrillage, Dessablage, Déshuilage-Dégraissage.

➤ Le dégrillage :

Cette opération consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont on retire ainsi de l'eau les fragments de dimension supérieure à l'écartement de la grille, le dégrillage permet de protéger (Kesbi, 2016, p.19). Le dégrillage grossier protège la station d'épuration et évite les obstructions à l'écoulement et le dégrillage fin permet d'obtenir une boue de meilleure qualité (Iwema, et al., 2005, p.17).

➤ Dessablage :

Le dessablage consiste en l'élimination des sables présents dans l'effluent brute pour éviter leur dépôt dans les canalisations induisant leur bouchage (Saadi et Lahmar, 2018, p. 30). La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0.3m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables (Kesbi, 2016, p.19).

➤ 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 le figeage des graisses) (Belbachir et Habbeddine, 2017,

p.20). visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées (Saadi et Lahmar, 2018, p.31).

3-2-2- Le traitement primaire (physico-chimique) :

Il s'agit le plus souvent d'une décantation (Belbachir et Habbeddine, 2017, p.20). 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 (Saadi et Lahmar, 2018, p.31).

➤ **Décantation physico-chimique (coagulation- Flocculation) :**

La décantation qui utilise des réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique (Belbachir et Habbeddine, 2017, p.20). Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de flocculation :

- **Coagulation :**

La coagulation permet l'agglomération directe de particules colloïdales (Djebbou, 2014, p. 10). Ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques : sels minéraux cationiques (sels de fer ou d'aluminium) (Metahri, 2012, p.21).

- **Flocculation :**

La flocculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (Metahri, 2012, p.21).

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

Les procédés biologiques d'épuration se basent sur l'activité de microorganismes (Perras, 1984, p.6). Le principe de ce traitement à boues activées consiste donc à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau usée à traiter (bassin d'activation) (Dhaouadi, 2008, p.10) qui transforment la matière organique soluble et colloïdale des eaux usées en sous-produits inorganiques, et en nouvelles substances biologiques cellulaires (Perras, 1984, p.6). Ce procédé se fait dans le bassin d'aération (Gharzouli, 2014, p.14) qui se divise en 2 parties distincte : le traitement de la pollution carbonée et La nitrification-dénitrification. Dans une très grande majorité des cas, ces deux phases sont réalisées dans un seul bassin, qui est soumis à deux périodes, une première en aérobie et une seconde en anoxie (Cochereau, 2017, p.25). Un bassin d'aération dans lequel la diffusion de l'air est assurée par des aérateurs (aérateurs de bulles Fines) placé en fond de

bassin (Kazda et Cyprian, 2011, p.8). Dans ce réacteur, la pollution dissoute est transformée en flocon de boues par assimilation bactérienne. Les flocons peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation (Awa, 2005, p.17). Afin d'éviter la décantation des flocons dans ce bassin (bassin aération), un brassage vigoureux est nécessaire (Dhaouadi, 2008, p.10).

3-2-4- LA clarification :

Un clarificateur, qui permet de récupérer les boues activées et les faire sédimenter. Les boues sont recirculées depuis le fond du clarificateur vers le bassin d'aération (Kazda et Cyprian, 2011, p.8) et l'excédent (boue en excès) est extrait du système et évacué vers la filière de traitement des boues (Djebbou, 2014, p.12).

3-2-5- Le traitement tertiaire :

Les traitements tertiaires permettent d'éliminer les substances non voulues pour répondre à un objectif de qualité prédéfini (Bourbon, et al., 2015, p.5). Il comporte les opérations suivantes :

➤ Élimination de l'azote :

L'élimination de la pollution azotée est assurée biologiquement par la nitrification-dénitrification (Dhaouadi, 2008, p.4). Dans un bassin unique, et dans ce cas l'aération est alternée pour la dénitrification par voie d'anoxie et la nitrification (fonctionnement d'aération pour la nitrification) (Nguyen, 2014, p.11). Les réactions d'élimination de l'azote par nitrification transformation de l'azote ammoniacal en nitrates (Awa, 2005, p. 17). La nitritation, qui est la transformation de l'ammonium en nitrite, est essentiellement liée aux Nitrosobactéries, alors que la nitratisation, au cours de laquelle les nitrites sont oxydés en nitrates, est principalement l'œuvre des Nitrobactéries (Dhaouadi, 2008, p.de 4 à 5) . Puis par dénitrification par transformation des nitrates en azote gazeux (Awa, 2005, p. 17) généralement par les hétérotrophes (Dhaouadi, 2008, p.5).

➤ Élimination de phosphore (La déphosphatation) :

L'élimination du phosphore par la voie biologique est souvent très difficile. On a donc recouru au traitement physico-chimique (précipitation par les sels ferreux par exemple) (Awa, 2005, p.34) .les sel de fer se combiner avec les ions phosphate pour former un précipité de phosphate (Djebbou, 2014, p.15). La déphosphatation biologique est basée sur la succession de phases anaérobies et aérobies au cours du traitement biologique. (Kesbi, 2016, p.33).

➤ **La désinfection :**

Elle élimine et empêche tout développement de pathogènes lors de la réutilisation (Bourbon, et al., 2015, p.8). Elle fait appel à des procédés divers :

- chimiques (chloration, ozonation).
- physiques (UV).

• **Le chlore :**

La méthode la plus ancienne de désinfection est l'utilisation de chlore (Bourbon, et al., 2015, p.9). Le chlore est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec les micro-organismes (Metahri, 2012, p.29). Le chlore est injecté directement dans les eaux usées ; IL permet l'élimination de la plupart des microorganismes pathogènes même à faible dose (Bourbon, et al., 2015, p.9). Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux (Cl_2), eau de Javel' hypochlorite de calcium ($Ca(ClO)_2$), le chlore de chaux ($CaCl_2 \cdot OCl_2$) et le chlorite de sodium ($NaClO_2$) (Saadi et Lahmar, 2018, p.39).

• **l'ozone :**

L'ozone est un procédé de désinfection (Metahri, 2012, p.30). Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus (Kesbi, 2016, p.35).

• **Les Ultra Violetts :**

Consiste à utiliser des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes (Kesbi, 2016, p.35). Les Ultra Violetts éliminent même les formes les plus résistantes comme les spores bactériennes ou les kystes (Bourbon, et al., 2015, p.10). Ils sont plus économiques et posent moins de problèmes de toxicité que le chlore. Ils sont largement utilisés dans les moyennes et grandes stations (Djebbou, 2014, p.17).

➤ **Traitement des boues :**

• **Les différents types de boues :**

La boue est essentiellement constituée d'eau et de matières sèches (MS). (Awa, 2005, p.57). Sont réutilisées comme des engrais dans l'agriculture (Raweh, et al., 2011, p.57). Elle se divise en trois types :

- Les boues primaires : Elles sont les dépôts récupérés par simple décantation des eaux usées. Elles sont à la fois riches en matières minérales (microsables, terre, etc.) et contiennent des matières organiques susceptibles d'évolution.
- Les boues physico-chimiques : Sont variante des boues primaires, par adjonction de réactifs (sels de fer, d'aluminium) pour agglomérer les fines particules dans les eaux usées.
- Les boues biologiques : Encore appelées boues secondaires. sont les boues issues du traitement biologique. Elles sont donc constituées essentiellement de corps bactériens et de leurs sécrétions (Raweh, et al., 2011, p.57).

- **traitement des boues :**

Le traitement des boues d'épuration est réalisé pour deux principaux procédés :

- ❖ **Un traitement de séparation solide-liquide :**

Les traitements de séparation solide-liquide permet de réduire le volume des boues (en diminuant la quantité d'eau) (Gingras, 2017, p.9). Ils se divisent habituellement en trois étapes :

- ✓ **L'épaississement :**

Les boues sont extraites liquide du système de traitement de l'eau (Kesbi, 2016, p. 36) . L'objectif de cette étape est de réduire la quantité d'eau pour diminuer le volume des boues. Très souvent l'épaississement est réalisé par des moyens physiques comme, la flottaison, la centrifugation ou la mise dans des bassins pour une simple sédimentation (Azouzzi et Youns, 2012, p.30).

- ✓ **la déshydratation :**

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide (Saadi et Lahmar, 2018, p.41) (éliminer le maximum de l'eau résiduelle) (Kesbi, 2016, p.39).

- ✓ **Le 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 (Saadi et Lahmar, 2018, p. 41).Le séchage solaire est une solution très pertinente dans les régions terrestres où le

rayonnement solaire est fort et la durée d'ensoleillement est longue pour une bonne partie de l'an (Gingras, 2017, p.21).

❖ **Un traitement de stabilisation :**

La stabilisation permet de réduire la propriété fermentescible des boues d'épuration, et donc de réduire les odeurs néfastes. Elle se fait de trois manières différentes : Stabilisation biologique, chimique par la chaux et thermique (Azouzzi et Youns, 2012, p.29).

- **La stabilisation chimique :** Elle permet de bloquer l'activité biologique dans les boues grâce à l'ajout de la chaux vive (CaO) ou de la chaux hydratée (Ca(OH)₂).
- **La stabilisation biologique :** Elle peut se faire de deux manières, en milieu aérobie ou en milieu anaérobie. La stabilisation biologique aérobie consiste simplement à mettre les boues dans un bassin d'aération où l'échange avec l'oxygène est possible (oxydation de la matière organique). La stabilisation biologique anaérobie consiste à utiliser des digesteurs (réservoir fermé sans oxygène) pour amener les boues à haute température (50-100 °C) et éliminer les virus et les bactéries (Gingras, 2017, p. de 11 à 12).

Conclusion :

L'urbanisation et le développement de l'industrie ont passablement changé ce qu'on appelle les eaux usées. En plus de la matière organique qui est une source de trois polluants majeurs de nos cours d'eau : le carbone, le phosphore et les nitrates, on y retrouve des résidus de produits nettoyants domestiques et des rejets industriels et commerciaux variés, donc. Les eaux usées sont chargées de polluants, c'est pourquoi. Chaque individu peut poser des gestes quotidiens pour réduire l'impact de la pollution par les eaux usées.

Les eaux usées doivent être traitées avec soin et rigueur pour protéger la communauté et l'environnement des dangers que les eaux usées peuvent causer, Le laisser sans traitement conduit à des maladies graves d'origines multiples (bactériennes, virales, parasitaires) qui peuvent conduire à la mort humaine.

Les stations d'épuration sont une solution idéale pour le traitement des effluents avant les rejets dans le milieu naturel par plusieurs procédés : Le prétraitement, le traitement primaire, le traitement secondaire, le traitement tertiaire.

Références Bibliographique :

Boivin,P., Pury,P., & Védy,E. (1995). Alcalinisation des sols irrigués dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal: diagnostique par évaluation du stock de carbonates.

Ankavay, M., Duluiison, J., & Coquerel, L. (2018). Le virus de l'hépatite E.

Auby, G. (2003). Enlèvement de l'azote des eaux usées par un procédé à culture fixée immergée.

Awa, S. (2005). Mécanisme d'élimination de l'azote et du phosphore dans les eaux usées domestiques traitées par lagunage sous climat sahélien- possibilité et limité de leur réutilisation comme fertilisation en agriculture urbaine à Ouagadougou.

Azouzzi, M., & Youns, O. A. (2012). Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech.

Bacchi, M. (2015). Conception d'une station de traitement des eaux usées dans une commune rurale.

Bagdassarian, E. (2017). Interaction du virus de l'hépatite E avec la réponse interféron de l'hôte.

Balty, I., Caron, V., Charvolin, M., CluzeauL, J., David, C., Delepeau, H., et al. (2013). station d'épuration des eaux usées (prévention des risques biologiques).

Belbachir, S., & HABBEDDINE, S. (2017). Etude d'un système d'épuration des eaux usées des localités de Nedroma et Ghazaouet.

Bême, D. (2018). Doctissimo. Récupéré sur <https://www.doctissimo.fr/html/sante/analyses/sahttps://www.doctissimo.fr/html/sante/analyses/sa>.

Blond, D. (1972). Risques et prévention dans les stations d'épuration des eaux usées.

Boukary, S. (2018). Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien : cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso .

Références Bibliographique

Bourbon, B., Lapalus, G., Daheron, V. L., Louvet, C., Marais, J., & Pages, M. (2015). Les traitements tertiaires : Pour quoi faire ?

Busch et Vazquez- Pertejo. (2020). le manuel MSD version pour professionnels de la santé. Récupéré sur <https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/bacilles-gram-n%C3%A9gatifs/chol%C3%A9ra>.

Camus, G. (2014). Planet-vie. Récupéré sur <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/gestion-de-l-environnement-pollution/l-eutrophisation>.

Chehem, M. B., & Bouazza, h. (2014). Inventaire des études scientifiques relatives à la réutilisation des eaux usées dans le domaine piscicole.

Cheverry, C., & Robert, M. (1998). La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau: une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la Méditerranée.

Cochereau, T. (2017). Dimensionnement et conception d'une station de traitement de l'eau.

Cros, C. (2019). L'étude des antimicrobiens comme modulateurs du Système de Sécrétion de Type VI de Vibrio choléra.

Deronzier, G., Schétrite, S., Racault, Y., Canler, J.-P., Liénard, A., Héduit, A., et al. (2001). Traitement de l'azote dans les stations biologique des petites collectivités.

Dhaouadi, H. (2008). Traitement des Eaux Usées Urbaines.

Djebbou, m. (2014). Prévision du taux d'échec avec les réseaux neurones artificiels dans une station de traitement des eaux résiduaires.

Douguet, J.-M., Lescot, J.-M., & Terreaux, J.-P. (2017). Impacts économiques de l'eutrophisation et instruments économiques pour diminuer ce phénomène.

Duchènea, P., & Vanier, C. (2002). Réflexion sur les paramètres de qualité exigés pour les rejets de stations d'épuration.

Durand, F., Brenier-Pinchart, M.-P., & Pelloux, H. (2004). Parasitoses digestives : lambliaise, taeniasis, ascaridiose, oxyurose, amibiase, hydatidose.

El kettani L, S., & Azzouzi, M. (2006). Prévalence des helminthes au sein d'une population rurale utilisant les eaux usées à des fins agricoles à Settat(Maroc).

Eme, C., & Boutin, C. (2015). Composition des eaux usées domestiques par source d'émission à l'échelle de l'habitation.

Enagnon, K. A. (2020). L'hépatite E: quoi de neuf en 2019.

Fathallah ,Z ., Elkharrim ,K ., Fathallah, R ., Hbaiz E ,M ., Hamid ,C ., Ayyach, A ., Elkhadmaoui, A ., BELGHYTI ,D.(2014).Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière(CDM)à SIDI Yahia El Gharb(Maroc).

Gaillard, S. (2011). Virus de l'épatite E : Mise en place du diagnostic moléculaire au laboratoire de virologie du CHU de Grenoble. Etude de prévalence chez les patients co-infectés VIH-VHC et les transplantés hépatiques.

Gétaz, L., Chappuis, F., & Loutan, L. (2007). Parasitoses intestinales et hépatiques : diagnostic et traitement.

Gharzouli.M. (2014). Investir dans le développement durable : La réutilisation des eaux usées épurées .

Gingras, S. (2017). Le séchage solaire des boues d'épuration par couplage d'une serre et d'un fluide caloporteur chauffé à l'aide d'une parabole.

Guermazi, W. (2017). Pollution & nuisances.

Hamsatou, M. M. (2005). Les eaux résiduelles de tanneries et de teinturerie caractéristiques physico- chimiques et bactériologiques et impact sur les eaux de surfaces et les eaux souterrains.

Hiroz, P., Gouttenoire,J., Thi, V., & Sahli,P. (2013). Mise à jour sur l'hépatite E.

Idrissi, Y. A., Alemad, A., Aboubaker, S., Daifi, H., Elkharrim, K., & Belghyti, D. (2015). Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d'Azilal -Maroc-[Physico-chemical characterization of wastewater from Azilal city -Morocco-].

Références Bibliographique

Iwema, A., Raby, D., Lesavre, J., Boutin, C., Dodane, P. -h., Beck, C., et al. (2005). Epuraton des eaux usées domestiques par filtre plantes de macrophytes.

Fournier, J et Quilici, M. (2007). Sciencedirect. Récupéré sur <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0755498207001133>.

Joffray, R. (2018). Réponse humorale dirigée contre le virus de l'épatite chez les patients transplantés d'organes.

Kazda, M., & Cyprian, M. (2011). Installation, montage et fonctionnement des stations d'épuration.

Kesbi, R. (2016). Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent.

Khamis, A. D. (2015). Caractérisation physicochimique et microbiologique des eaux usées de la stations de pompage N°4(SP4) du réseau d'égout de la ville de Ouagadougou(BURKINA faso).

Lalami, A. E., Zanibou, A., Bekhti, K., Zerrouq, F., & Merzouki, M. (2014). Contrôle de la qualité microbiologique des eaux usées domestiques et industrielles de la ville de Fès au Maroc (Microbiological Control wastewater domestic and industrial city of Fes Morocco) .

Laurent, A. (2019). Helminthiases.

Lawrence, R Ash., Thomas C. Orihel, Vincen,W., et Savioli, L. (1995). Planches pour le diagnostic des parasites intestinaux.

Lucas, F. G., Servais, P., Rocher, V., Masnada, S., Therial, C., & Lesage, L. (2012). Variabilité de la qualité microbiologique des eaux usées brutes dans une grande agglomération.

M.Chartier, M. (1974). Les types de pollutions de l'eau.

Duchet, M., Petegnief, G., Galtier, Y., Charvolin, M., & Terrier, C. (2006). Conception des usines d'épuration des eaux résiduaires.

Références Bibliographique

Marlet, S. (1996). Alcalinisation des sols dans la vallée du fleuve Niger.

Menan, E., Rouamba, E., Ouhon, J., Nebavi, N., Adjetey, T., Barro-kiki, P. M., et al. (1997).

Hélmintthiases intestinales : Resultats de cinq années de coprologie parasitaire a l'institut pasteur de cocody (Abidjan – Cote d'ivoire).

Merghem, K. A., Halouani, H. E., Alnedhary, A. A., Dssouli, K., Gharibi, E., Alansi, R. Q., et al. (2016). Etude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées sur la qualité de l'Oued Bani Houat (Bassin de Sanaa) : Etude spatio-temporelle (Impact of raw and treated wastewater on quality surface water of Wadi Bani Houat (Sanaa Basin) Study spatial – te.

Metahri, M. S. (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatées des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou .

Mompont, M., & Theleys, K. (2004). Evaluation des dangers écologiques générés par les effluents liquides urbains sur l'écosystème de la baie de Port-au-Prince : Première approche méthodologique.

Moulin, S., Rozen-Rechels, D., & Stankovic, M. (2013). Traitement des eaux usées.

Ndiaye, A.-R., Diallo, I., & Klotz, F. (2012). Ascariidose.

Nguyen, D.H. (2014). Optimisation de la conception et du fonctionnement des stations de traitement des eaux usées.

Niederhauser, C. N. (2019). virus de l'hépatite E.

Parlati, L., Sogni, P., & Mallet, V. (2017). Hépatite E : diagnostic, histoire naturelle et manifestations cliniques.

Perras, J. (1984). Critères de faisabilité pour le traitement biologique du mélange des eaux usées municipales et industrielles.

Pronsot, J., Pronsot, R., Deplat, L., Malrieu, J., & Berland, J.M. (2002). Station d'épuration : Disposition constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation.

Références Bibliographique

Raweh, S., Belghyti, D., Al-zaemey, A. B., Guamri, Y. E., & Elkharrim, K. (2011). Qualité physico-chimique des eaux usées de la station d'épuration de la ville de S'anaa (Yémen).

Rossant-Lumbroso, J., Rossant, L., & Pujol, M. (2000).

https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_1450_cholera.htm. Récupéré sur Doctissimo.

Rossant-Lumbroso, D. J., & Rossant, D. L. (2020). doctissimo. Récupéré sur

https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_1182_vers_intestin02.htm.

Saadi, M., & Lahmar, F. A. (2018). Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de GUELMA (N-EST ALGERIE).

Salmon, D. (2014). L'hépatite E chez la femme enceinte et l'immunodéprimé.

Sao, T. M. (2013). Profil épidémiologique du choléra dans le district sanitaire de mopti.

Thillement, D. (2015). La contamination parasitaire liée à la consommation de viandes, de poissons et de végétaux dans les pays industrialisés.

Trabelsi, S., Aouinet, A., & Khaled, S. (2012). Procédure et indications d'un examen parasitologique des selles.

Traoré, K. A. (2015). Aspects épidémiologiques et caractérisation moléculaire des souches du virus de l'hépatite E (VHE) au Burkina Faso.

Tubaya, D. (2007). Mémoire online. Récupéré sur

<https://www.memoireonline.com/01/09/1832/Etude-des-facteurs-de-risques-du-cholera.html>.

Wagner, D. (2020). Industrial Scientific . Récupéré sur <https://www.indsci.com/fr/blog-sur-la-detection/the-unseen-hazards-of-wastewater-treatment-plants/>.

Yapo, B. O., Mambo, V., Séka, A., Yapi, A. D., & Houenou, P. (2009). Caractérisation par fractionnement gravimétrique de la matière organique contenue dans les eaux usées : application à l'étude de la biodégradabilité.

Résumé :

Les eaux usées sont chargées de polluants divers. Leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques sont dégradées suite à son utilisation dans différents domaines. Elle regroupe les eaux usées domestiques (ménagères, vannes), les effluents industriels et les eaux pluviales.

Ces eaux usées constituent en absence d'un traitement des impacts différents sur l'environnement, comme l'eutrophisation et l'alcalinisation de sol. L'eutrophisation est l'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs (l'azote et/ou le phosphore), provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux supérieurs qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau. Une alcalinisation qui se traduit par une augmentation du pH et une dégradation de la structure par sodisation. La santé humaine peut ainsi être menacée en cas d'ingestion d'eau polluée ce qui provoque chez l'homme des maladies qui peuvent être d'origine bactérienne (choléra), virale (l'hépatite E) et de parasites (ascaridiose).

Les eaux usées doivent subir à un traitement d'épuration pour éliminer les polluants qu'elles contiennent avant leur rejet dans le milieu naturel. Elles sont acheminées par les réseaux d'assainissements qui peuvent être unitaires ou séparatifs en station d'épuration afin d'être traitées. Une fois arrivée en station, l'eau subit un prétraitement (physique) qui vise l'élimination des particules grossières. Ensuite, vient le traitement primaire (physico-chimique) qui permet essentiellement à éliminer les matières en suspension contenues dans les eaux usées. L'ajout de substances chimiques (floculant –coagulant) favorise la formation de flocons de matières, ensuite le traitement secondaire (biologique) par boue activée, son principe est d'utiliser les bactéries vivantes, qui vont assimiler les matières organiques et donc purifier les eaux usées. Puis on passe à la clarification de l'eau. Pour finir, on peut rencontrer des traitements tertiaires de différentes opérations : l'élimination de phosphore et l'azote, la désinfection, et le traitement des boues.

Mots clés : eau usée, impact sur l'environnement, impact sur la santé humaine, traitement des eaux usées.

Abstract:

Wastewater is loaded with various pollutants. Their physical, chemical or biological characteristics are degraded following its use in various fields. It includes domestic wastewater (household, valves), industrial effluent and rainwater.

This wastewater constitutes in the absence of treatment different impact on the environment, such as eutrophication and soil alkalinization. Eutrophication is the enrichment of water in nutrient (nitrogen and/or phosphorus), causing an accelerated development of algae and higher plants which leads to an undesirable disturbance of the balance of the organisms present in it. Water and degradation of water quality. An alkalinization which results in an increase in pH and a degradation of the structure by sodification. Human health can thus be threatened if polluted water is ingested, which causes diseases in humans which can be of bacterial (cholera), viral (hepatitis E) and parasitic (ascariasis) origin.

Wastewater must undergo purification treatment to remove the pollutants it contains before being released into the natural environment. They are transported by sanitation networks which can be individual or separate in the treatment plant in order to be treated. Once at the station, the water undergoes a (physical) pre-treatment aimed at removing coarse particles. Then comes the primary treatment (physico-chemical) which essentially eliminates the suspended matter contained in the wastewater. The addition of chemical substances (flocculant-coagulant) promotes the formation of material flakes, then the secondary (biological) treatment by activated sludge, its principle is to use living bacteria, which will assimilate organic matter and therefore purify them. Then we move on to clarifying the water. Finally, we can meet tertiary treatments of different operations: the removal of phosphorus and nitrogen, disinfection, and sludge treatment.

Keywords: wastewater, environmental impact, human health impact, wastewater treatment.

المخلص:

تم تحميل مياه الصرف بمختلف الملوثات. تتدهور خصائصها الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية بعد استخدامها في مختلف المجالات ، وتشمل مياه الصرف المنزلية (منزلية ، وصمامات) ، والنفايات السائلة الصناعية ومياه الأمطار.

تشكل مياه الصرف الصحي هذه في حالة عدم وجود معالجة تأثيرات مختلفة على البيئة ، مثل التخثث وقلونة التربة. التخثث هو إثراء الماء بالمغذيات (النيتروجين و / أو الفوسفور) ، مما يؤدي إلى تسريع نمو الطحالب والنباتات العليا مما يؤدي إلى اضطراب غير مرغوب فيه في توازن الكائنات الحية الموجودة فيه وتدهور نوعية المياه القلوية التي تؤدي إلى زيادة الأس الهيدروجيني وتدهور البنية عن طريق التحميص. لذلك يمكن أن تتعرض صحة الإنسان للتهديد إذا تم تناول المياه الملوثة ، والتي تسبب أمراضًا للبشر يمكن أن تكون ناجمة عن البكتيريا (الكوليرا) ، الفيروسية (التهاب الكبد الصفري) و طفيلي (داء الصفري).

يجب أن تخضع مياه الصرف الصحي لعملية تنقية لإزالة الملوثات التي تحتويها قبل إطلاقها في البيئة الطبيعية. يتم نقلها بواسطة شبكات الصرف الصحي التي يمكن أن تكون فردية أو منفصلة في محطة المعالجة من أجل معالجتها. بمجرد وصولها إلى المحطة ، تخضع المياه لمعالجة مسبقة (فيزيائية) تهدف إلى إزالة الجزيئات الخشنة. ثم تأتي المعالجة الأولية (الفيزيائية - الكيميائية) التي تقضي بشكل أساسي على المواد العالقة الموجودة في مياه الصرف. إن إضافة المواد الكيميائية (مادة الندف - مادة التخثر) تعزز تكوين رقائق المواد ، ثم المعالجة الثانوية (البيولوجية) بواسطة الحمأة المنشطة ، ومبدأها هو استخدام البكتيريا الحية ، والتي سوف تمتص المادة العضوية وبالتالي تنقيها من النفايات. ثم ننتقل إلى تنقية المياه. أخيرًا ، يمكننا تلبية المعالجات الثلاثية لعمليات مختلفة: إزالة الفوسفور والنيتروجين ، والتطهير ، ومعالجة الحمأة.

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف الصحي ، الأثر البيئي ، التأثير على صحة الإنسان ، معالجة مياه الصرف الصحي.