



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences et de la Technologie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

de Master académique en

Filière : Industries Pétrochimiques

Spécialité : Génie Du Raffinage

Présentée par : **LAIMECHE ADEL**

CHAOUNE SLIMANE

Thème

**Techniques de traitement
des effluents d'un complexe industriel**

Soutenu le,

Devant le Jury :

Dr. SOFIANE LADEG	Président	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Dr. RACHID CHELLALI	Encadreur	M.C.A.	Univ-Tissemsilt
Mme. M. BOUKANOUN	Examinatrice	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
M^R MILOUD AISSAT	Examineur	M.A.A.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Tout d'abord,

Nous tenons à remercier Dieu le Tout-Puissant pour nous avoir donné la force et la patience nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous aimerions exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à Monsieur R.CHELLALI, pour nous avoir fait confiance, pour sa disponibilité, ses conseils, ses orientations et son suivi constant de ce travail.

Nous tenons à remercier également, les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger et d'évaluer mon travail.

. Nous tenons aussi à exprimer nous profonds remerciements à tous les enseignants de l'université de Tissemsilt.

Dédicace

A nos chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leurs tendresses et leurs soutiens au long de nos cursus,

A nos très chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A nos chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A toutes nos familles, pour leur soutien au long de nos parcours universitaire.

SOMMAIRE

ABREVIATIONS	1
Liste des figures.....	2
Liste des tableaux	3
Introduction Générale.....	4
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : ORIGINE D’EAU USÉE INDUSTRIELLE.....	6
I-1-Introduction	6
I-2-Définition.....	6
I-3 -Sources d'eaux usées industrielles	6
I-3-1 Fabrication de batteries	6
I-3-2 Fabrication de produits chimiques organiques	6
I-3-3 Centrales électriques	7
I-3-4 Industrie alimentaire	7
I-3-5 Industrie sidérurgique	8
I-3-6 Mines et carrières.....	9
I-3-7 Industrie nucléaire	10
I-3-8 Raffinage du pétrole et pétrochimie	10
I-3-9 Industrie des pâtes et papiers	10
I-3-10 Teinture textile.....	10
I-3-11 Contamination pétrolière industrielle	10
I-3-12 Traitement de l'eau.....	11
I-3-13 Préservation du bois.....	11
I-3-14 Traitement de la laine	11
I-4-Classification des eaux usées industriel	11
I-4-2-Les eaux usées à caractère organique dominant.....	12
I-4-3-Les eaux usées industriels à caractère mixte	12
I-5-Caractérisation des eaux usées industrielles.....	13
1-5-1 Paramètres physiques.....	13

1-5-1-A- La température :.....	13
1-5-1-B- La matière en suspension (MES).....	13
1-5-2-Paramètres Organoleptiques	14
1-5-2- A- La Turbidité :.....	14
1-5-2-B- La couleur :	14
1-5-3- Paramètres Chimiques	15
1-5-3-A- Le potentiel Hydrogène (pH).....	15
1-5-3-B- La Conductivité	15
1-5-3-C- L'Oxygène Dissous	15
1-5-3-D- La Demande Chimique en Oxygène (DCO)	15
1-5-3-E - La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	16
1-5-3-F- L'azote.....	16
1-5-3-G- Les nitrates.....	16
1-5-3-H	17
1-5-3-I- Le Phosphore.....	17
1-5-3-J - Le sulfate.....	17
1-5-4- Paramètres bactériologiques	18
I-6-1 – Eaux propre.....	18
I-6-2 – Eaux huileuses	18
I-6-2-1- Les émulsions mécaniques	19
I-6-2-2- Les émulsions chimiques	19
I-6-2-3- Les HC en solution.....	19
I-6-2-a – Prédéshuilage.....	20
I-6-2-b - Épuration physico-chimique	20
I-6-2-c - Épuration biologique	20
I-6-2-d - Épuration “tertiaire.....	20
I-7-1- Influence de la pollution sur l'environnement	21
I-7-1-a- Température	21
I-7-1-b- PH.....	21

I-7-1-c-Turbidité	22
I-7-1-d-Consommation d'oxygène	22
I-7-1-e-Azote	23
I-7-1-f- Phosphore	23
I-7-1-g- Hydrocarbures	24
I-7-2-Impact sur l'environnement.....	25
I-7-3- Impact de la pollution sur l'homme	26
I-8-Les sources de pollutions	26
I-9 Conclusion	27
CHAPITRE II : TECHNIQUES ET METHODES DE TRAITEMENTS	
II-1Méthodes chimiques de traitement des eaux usées et industrielles	28
II-1-1-Introduction :	28
II-1-2- Procédés chimiques	28
II-1-2- 1-Neutralisation.....	28
II-1-2-2 Oxydation.....	29
II-1-2-3 Précipitation	29
II-1-2-4 Coagulation / Flocculation.....	30
II-1-2-5 Désinfection	30
II-1-2-6 Electrolyse.....	31
II-2-Méthodes physiques de traitement des eaux usées et industrielles	33
II-2-1-Introduction	33
II-2-2-Le stripping	33
II-2-3-La filtration	34
II-2-3-a- La filtration sur lit de sable	34
II-2-3-b- La filtration sur membranes	34
II-2-3-c- Les membranes de microfiltration	34
II-2-3-d- Les membranes d'ultrafiltration	34
II-2-3-e- Les membranes de nano filtration.....	35
II-2-3-f-Les membranes plus denses	35

II-2-4-Désinfection	35
II-2-5-Décantation	35
II-2-6-Flottation	35
II-2-7- Centrifugation	36
II-2-8-Adsorption sur charbon actif.....	37
II-3-Méthodes biologiques de traitement des eaux usées et industrielles	38
II-3-1-Procédés bactériologiques (Aérobies).....	38
II-3-2 Techniques intensives.....	38
II-3-2-1 Boues activées.....	38
II-3-2-2-Disques biologiques.....	38
II-3-2-3-Les biofiltres	39
II-3-2-3-a-Avantages	40
II-3-2-3-b-Inconvénients.....	41
II-3-2-4 Lits bactériens	41
II-3-3 Techniques extensives	43
II-3-3-1 Les cultures fixées sur support fin	43
II-3-3-2-Cultures libres	45
II-3-3-3-Procédés bactériologiques (anaérobie)	47
II-3-3-3-a-Procédés bactériologiques (anaérobie)	47
II-3-3-3-b-Comparaison entre les deux modes (Aérobie et anaérobie).....	48
II-4-Conclusion.....	49

PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODE

CHPITRE III : DESCRIPTION DE CENTRE CARBURANT 1147 TIARET ...	49
III-1- Introduction :	49
III-2- Définition de la société NAFTAL.....	49
III-2-1- NAFTAL.....	49
III-2-2- Activité	50
III-2-3- Infrastructures	50
III-2-4- Produits et services	51

III-2-4-a- Professionnel	51
III-2-5- Environnement.....	51
III-2-6- Objectifs.....	52
III-2-7- La macrostructures de NAFTAL	52
III-3- Centre 1147 de TIARET	54
III-3-1- fiche technique : Centre carburants 1147 Tiaret.....	54
III-3-2- Installation :	55
III-3-2-a- Pompes carburants	55
III-3-2-b- Poste de chargement camions :	55
III-3-2-c- Poste de déchargement camions :	55
III-3-2-d- Réseau anti-incendie :	55
III-4- Unité de traitement des eaux huileuses	56
III-4-1- Générale	56
III-4-2- Description technique	57
III-4-2-a- Qualité et origine des eaux huileuses	57
III-4-2-b- Description de la technologie de purification.....	59
III-4-2-b-1- Bassin d'orage.....	59
III-4-2-b-2- Station de pompage	60
III-4-2-b-3 Séparateurs API.....	61
III-4-2-b-4- Principe de fonctionnement.....	63
III-4-2-b-5- Traitement d'huile :.....	63
III-5-Conclusion	64
CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION	
IV-1-Introduction.....	65
IV-2-ONEDD	65
IV-2-1-Échantillonnage environnemental et industriel	65
IV-2-2 Fiche technique	66
IV-2-2-a Paramètres mesurés	66
IV-2-2-b Matériel utilisé :.....	66

IV-3-Solution	67
IV-3-1-Définition	68
IV-3-2-Installation du biofiltre	68
IV-3-3- Principe de fonctionnement	68
IV-4- Résultats et discussion	70
IV-4-1- Résultats.....	70
IV-4-2- Discussion :.....	70
IV-5-Conclusion	71
Conclusion générale	72
Résumé	79
Summary:	79
ملخص.....	79

ABBREVIATIONS:

STEP : stations d'épuration

ERU : eaux résiduaires urbaines

DBO : Demande biochimique en oxygène

L'EPA : Environmental Protection Agency

MES : Matière en suspension

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

DCO : demande chimique en oxygène

PH : Le potentiel Hydrogène

DBO5 : Demande biochimique en oxygène de 5 jours

ASTM (American Society for Testing Material)

HC : Hydrocarbure

E.R.D.P : Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers » par abréviation

GPL : gaz pétrolière liquéfié

API : American petroleum institut

ONEDD : l'observation nationale de l'environnement et du développement durable

EPIC : établissement public à caractère industriel et commercial

ME : Ministère de l'Environnement

ISO : Organisation internationale de normalisation.

ADMI : American Dye. Manufacturers Institute

CO : Le monoxyde de carbone

NOx : Les molécules de NO₂ et NO rencontrées dans les gaz de combustion sont des Oxydes d'azote représentées sous le terme générique de NOx.

PAC: industry and environment programme activity centre

Liste des figures :

Fig. I.1 Composition synthétique d'un échantillon type d'eau usée	14
Fig. I-2 : Les étapes de traitement des eaux.	21
Fig. II-1 Schéma de principe d'électrolyse	31
Fig. II-2 Schéma de principe d'électrolyse purificatrice	32
Fig. II-3: Synoptique d'une boue activée - aération prolongée	38
Fig. II-4-Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque	38
Fig. II-5-Biofiltre à flux ascendant Biofor (Dégrémont)	39
Fig. II-6-Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien	41
Fig. II-7-Infiltation-Percolation étanchée et drainée	43
Fig. II-8-coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical	43
Fig. II-9-coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal	44
Fig. II-10-Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel	45
Fig. II-11-Schéma de principe de l'installation d'un Décanteur-Digesteur	47
Fig. III-1 : Organigramme de la société NAFTAL.	53
Fig. III-2 Centre district carburent	56
Fig. III-3 : Filière de traitement l'unité des effluents liquides industriels.	57
Fig. III-4 : Plan du bassin API.	59
Fig. III-5 : Bassin d'orage.	60
Fig. III-6 : Pompes à vis.	61
Fig. III-7 : Écrémeur.	62
Fig. IV -2 : Valisette de terrains multi paramètres.	66
Fig. IV-2: Débitmètre	66
Fig. IV-4: WTW OxiTop	67
Fig. IV -5 : Détecteur des hydrocarbures totaux sur le terrain	67
Fig. IV-6-schéma installation d'un biofiltre	69
Fig. IV-7 Exemples de supports bactériens pour biofiltres.	70

Liste des tableaux :

Tableau I-1 les sources de pollutions.	26
Tableau III-1: Les résultats d'analyse	67

.

Introduction Générale

Le traitement des eaux usées occupe une place importante dans les soucis environnementaux de notre pays car les rejets d'eaux résiduaires ont fortement évolués en quantité et qualité depuis quelques décennies. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses: industrielle, domestique ou agricole.

Les activités humaines produisent de nombreux déchets qui sont traités systématiquement par des technologies en constante évolution. L'épuration des eaux résiduaires urbaines (ERU) est réalisée dans des stations d'épuration (STEP) où leurs différents polluants sont séparés ou dégradés par des procédés physiques, chimiques ou biologiques.

Inévitablement, la quasi-totalité des procédés d'épuration appliqués aux effluents résiduaires des secteurs industriel et urbain, qu'ils soient biologiques ou physico-chimiques, aboutissent à concentrer les polluants sous forme de suspension aqueuses ou de boues.

Ces boues constituent des déchets volumineux, puisqu'elles contiennent généralement 95 à 99 % d'eau, et sont génératrices de nuisances dans la mesure où, souvent, elles contiennent des matières organiques fermentescibles et/ou des matières toxiques. Pour cela, le traitement des boues est une phase difficile de la lutte contre la pollution.

Les procédés biologiques de la lutte contre la pollution des eaux, font l'objet de recherches très actives. Certaines bactéries sont capables de dégrader les rejets d'hydrocarbures, les eaux usées industrielles et les matières organiques réfractaires des eaux urbaines. Les procédés de traitement des eaux qui recueillent ces eaux usées sont composés de plusieurs phases, chacune traitant un type particulier de pollution (organique, chimique, minérale). De par ses excellentes performances dans le but d'éliminer et de réduire cette pollution, aujourd'hui les entreprises industrielles doivent relever de nombreux défis dans le domaine de l'environnement. Dans cette optique, ces usines doivent établir et mettre en oeuvre un plan de gestion efficace, comme l'installation des stations de traitements physico-chimique pour les rejets liquides, l'objectif de ce traitement est essentiellement la protection du milieu naturel, c.-à-d. l'obtention d'une eau épurée qui conforme aux normes de rejets édicté par la législation.

Au cours de notre travail nous allons évaluer l'efficacité de traitement des effluents industriels au niveau de Centre carburants 1147 Tiaret

Nous nous intéresserons exclusivement aux effluents industriels liquides, ces derniers constituent la menace la plus lourde pour l'environnement en raison de leur caractère toxique et dangereux.

Le présent travail est scindé en quatre chapitres :

Le premier chapitre comporte des généralités sur les eaux usées industrielles.

Le deuxième chapitre est consacré aux Techniques de Traitement des eaux usées.

Le troisième chapitre est concerne la présentation de Centre carburants 1147 Tiaret.

Le quatrième chapitre est consacré l'interprétation des résultats des analyses effectuées et l'amélioration du système traitement des effluents industriels (NAFTAL TIARET) existant et la proposition d'une unité d'affinage du traitement par biofiltration.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale et on résumant les résultats.

CHAPITRE I : ORIGINE D'EAU USÉE INDUSTRIELLE

I-1-Introduction :

En parlant de l'eau usée industrielle, il semble important d'avoir une idée sur sa définition, son origine et ses caractéristiques, ainsi que les différentes méthodes utilisées pour son épuration.

I-2-Définition :

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par les usines dans l'environnement[1] , leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre, Elles peuvent être soit à caractère organique dominant (résidus des industries alimentaires et conserveries, abattoirs ou élevages industriels, laiteries et fromageries,...), à caractère minéral dominant (eaux de lavage des graviers, des carrières, de l'industrie sidérurgique, de l'industrie chimique minérale lourde,...) ou à caractère mixte[2] , dont elles peuvent contenir:

- Des graisses (industries agroalimentaires).
- Des hydrocarbures (raffineries, et unités pétrochimique).
- Des métaux (métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimique diverses, Tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermique).
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

I-3 -Sources d'eaux usées industrielles :

I-3-1 Fabrication de batteries :

Les fabricants de batteries se spécialisent dans la fabrication de petits appareils pour l'électronique et les équipements portables (outils électriques, par exemple), ou de plus grandes unités de plus grande puissance pour voitures, camions et autres véhicules motorisés. Les polluants générés dans les usines de fabrication comprennent le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le cyanure, le fer, le plomb, le manganèse, le mercure, le nickel, l'huile et la graisse, l'argent et le zinc [3].

I-3-2 Fabrication de produits chimiques organiques :

Les polluants spécifiques rejetés par les fabricants de produits chimiques organiques varient considérablement d'une usine à l'autre, selon les types de produits fabriqués, tels que les

produits chimiques organiques en vrac, les résines, les pesticides, les plastiques ou les fibres synthétiques. Certains des composés organiques pouvant être rejetés sont le benzène, le chloroforme, le naphthalène, les phénols, le toluène et le chlorure de vinyle. La demande biochimique en oxygène (DBO), qui est une mesure brute d'une gamme de polluants organiques, peut être utilisée pour évaluer l'efficacité d'un système de traitement biologique des eaux usées et sert de paramètre réglementaire dans certains permis de rejet. Les rejets de polluants métalliques peuvent inclure le chrome, le cuivre, le plomb, le nickel et le zinc [4].

I-3-3 Centrales électriques :

Les centrales à combustibles fossiles, en particulier les centrales au charbon, constituent une source majeure d'eaux usées industrielles. Beaucoup de ces usines rejettent des eaux usées contenant des quantités importantes de métaux tels que le plomb, le mercure, le cadmium et le chrome, ainsi que des composés d'arsenic, de sélénium et d'azote (nitrates et nitrites). Les flux d'eaux usées comprennent la désulfuration des gaz de combustion, la cendre volante, les cendres résiduelles et le contrôle du mercure dans les gaz de combustion. Les usines avec des dispositifs antipollution tels que les épurateurs par voie humide transfèrent généralement les polluants capturés dans le flux d'eaux usées [5].

Les bassins de cendres (Ash pond) (en), un type de retenue de surface, sont une technologie de traitement largement utilisée dans les centrales au charbon. Ces bassins utilisent la gravité pour décanter les grosses particules (mesurées en tant que matières en suspension totales) des eaux usées de la centrale. Cette technologie ne traite pas les polluants dissous. Les centrales électriques utilisent des technologies supplémentaires pour contrôler les polluants, en fonction du flux de déchets particulier dans l'usine. Celles-ci comprennent la manutention des cendres sèches, le recyclage des cendres en boucle fermée, la précipitation chimique, le traitement biologique (tel qu'un procédé de boues activées), les systèmes membranaires et les systèmes d'évaporation-cristallisation [5]. Les progrès technologiques dans le domaine des membranes échangeuses d'ions et des systèmes d'électrodialyse ont permis un traitement à haute efficacité des eaux usées de désulfuration des gaz de combustion afin de respecter les récentes limites de rejet de l'EPA[6]. L'approche de traitement est similaire pour d'autres effluents industriels à forte échelle.

I-3-4 Industrie alimentaire :

Les eaux usées générées par les exploitations agricoles et alimentaires présentent des caractéristiques particulières qui les distinguent des eaux usées municipales communes gérées par les stations d'épuration publiques ou privées dans le monde: elles sont biodégradables et non toxiques, mais présentent une forte concentration de demande biochimique en oxygène (DBO) et

matières en suspension (MES). Les composants des eaux usées alimentaires et agricoles sont souvent complexes à prévoir en raison des différences de DBO et de pH dans les effluents de légumes, de fruits et de produits carnés et du caractère saisonnier de la transformation et de la post-récolte des aliments.

La transformation des aliments à partir de matières premières nécessite de grandes quantités d'eau de haute qualité. Le lavage des légumes produit des eaux riches en particules et en matière organique dissoute. Il peut également contenir des tensioactifs.

L'abattage et le traitement des animaux produisent des déchets organiques très puissants provenant des fluides corporels, tels que le sang et le contenu des intestins. Ces eaux usées sont fréquemment contaminées par des niveaux importants d'antibiotiques et d'hormones de croissance provenant des animaux et par divers pesticides utilisés pour lutter contre les parasites externes.

La transformation des aliments destinés à la vente produit des déchets générés par la cuisson qui sont souvent riches en matières organiques végétales et peuvent également contenir du sel, des arômes, des matières colorantes et des acides ou des alcalis. Des quantités très importantes d'huile ou de graisses peuvent également être présentes.

Les activités de transformation des aliments telles que le nettoyage des installations, le transport des matériaux, la mise en bouteille et le lavage des produits créent des eaux usées. De nombreuses installations de transformation des aliments nécessitent un traitement sur place avant que les eaux usées opérationnelles puissent être appliquées sur les terres ou rejetées dans une voie navigable ou un réseau d'égouts. Des niveaux élevés de particules en suspension de particules organiques augmentent la demande biochimique en oxygène (DBO), ce qui peut entraîner des frais supplémentaires importants pour les égouts. La sédimentation, le criblage en coin ou la filtration sur courroie rotative (rotating belt filtration - micro filtrage) sont des méthodes couramment utilisées pour réduire la charge de matières organiques en suspension avant le rejet.

I-3-5 Industrie sidérurgique :

La production de fer à partir de ses minerais implique de puissantes réactions de réduction dans les hauts fourneaux. Les eaux de refroidissement sont inévitablement contaminées par des produits, en particulier l'ammoniac et le cyanure. La production de coke à partir de charbon dans les cokeries nécessite également le refroidissement à l'eau et l'utilisation d'eau dans la séparation des sous-produits. La contamination des flux de déchets comprend des produits de gazéification tels que le benzène, le naphthalène, l'anthracène, le cyanure, l'ammoniac, les phénols et les crésols,

ainsi qu'une gamme de composés organiques plus complexes connus sous le nom d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) [7].

La conversion du fer ou de l'acier en feuilles, fils ou barres nécessite des étapes de transformation mécanique à chaud et à froid, utilisant fréquemment de l'eau comme lubrifiant et liquide de refroidissement. Les contaminants comprennent les huiles hydrauliques, le suif et les particules solides. Le traitement final des produits sidérurgiques avant leur vente à la fabrication comprend le décapage dans un acide minéral fort pour éliminer la rouille et préparer la surface pour le placage d'étain ou de chrome ou pour d'autres traitements de surface tels que la galvanisation ou la peinture. Les deux acides couramment utilisés sont l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique. Les eaux usées comprennent les eaux de rinçage acides et les acides usés. Bien que de nombreuses usines exploitent des installations de récupération d'acide (en particulier celles utilisant de l'acide chlorhydrique), où l'acide minéral est éloigné des sels de fer, il reste un grand volume de sulfate ferreux ou de chlorure ferreux très acide à éliminer. De nombreuses eaux usées de l'industrie sidérurgique sont contaminées par de l'huile hydraulique, également appelée huile soluble.

I-3-6 Mines et carrières :

Les minéraux et les produits qui en sont dérivés sont à la base de la plupart des industries. L'exploitation de gisements minéraux se pratique sous une forme ou une autre dans presque tous les pays du monde; les activités minières ont des répercussions importantes sur l'économie, l'environnement, l'emploi et la vie sociale, qui débordent les frontières des pays ou des régions où elles ont leur siège. Les mines comptent pour une part importante du produit intérieur brut (PIB) d'un grand nombre de pays en développement et constituent même souvent l'essentiel des exportations et des investissements étrangers dans ces pays.

Les activités minières peuvent avoir sur l'environnement des effets considérables et de longue durée. On pourrait citer de nombreux exemples de bonnes et de mauvaises pratiques d'exploitation et de réhabilitation de sites miniers. Les atteintes à l'environnement liées à l'extraction de minéraux ont un impact croissant sur l'industrie minière et la main-d'œuvre qu'elle emploie. Ainsi, le débat actuel autour du réchauffement climatique pourrait avoir une incidence sur la consommation de charbon dans certaines régions du globe. De plus, avec le recyclage qui diminue les besoins en matériaux neufs et l'utilisation croissante de matériaux de remplacement (notamment les plastiques), la place qu'occupent les métaux et les minéraux dans le PIB se voit considérablement réduite.

I-3-7 Industrie nucléaire :

La production de déchets de l'industrie nucléaire et radio-chimique est traitée comme un déchet radioactif.

I-3-8 Raffinage du pétrole et pétrochimie :

Les polluants rejetés dans les raffineries de pétrole et les usines pétrochimiques comprennent les polluants classiques (demande biochimique en oxygène, huile et graisse, matières en suspension), l'ammoniac, le chrome, les phénols et les sulfures[8].

I-3-9 Industrie des pâtes et papiers :

Les effluents de l'industrie des pâtes et papiers sont généralement riches en matières en suspension et en DBO. Les plantes qui blanchissent la pâte de bois pour la fabrication du papier peuvent générer du chloroforme, des dioxines (y compris le 2,3,7,8-TCDD), des furannes, des phénols et une demande chimique en oxygène (DCO). Les papeteries autonomes utilisant de la pâte importée ne nécessitent qu'un traitement primaire simple, tel que la sédimentation ou la flottation à l'air dissous. Des charges accrues de DBO ou de DCO, ainsi que des polluants organiques, peuvent nécessiter un traitement biologique, tel que des boues activées ou le traitement sur lit de boue anaérobie à flux ascendant. Pour les usines ayant des charges inorganiques élevées telles que le sel, des traitements tertiaires peuvent être requis, soit des traitements membranaires généraux tels que l'ultrafiltration ou l'osmose inverse, soit des traitements pour éliminer des contaminants spécifiques, tels que des nutriments.

I-3-10 Teinture textile :

Les usines de teinture des textiles produisent des eaux usées contenant des colorants synthétiques et naturels, un épaississant de gomme (guar) et divers agents mouillants, des tampons de pH et des retardateurs de teinture ou des accélérateurs. Après traitement avec des flocculants et des agents de décantation à base de polymères, les paramètres de surveillance typiques incluent la DBO, la DCO, la couleur (ADMI), le sulfure, l'huile et la graisse, le phénol, le TSS et les métaux lourds (chrome, zinc, plomb, cuivre).

I-3-11 Contamination pétrolière industrielle :

Les applications industrielles où le pétrole pénètre dans le flux d'eaux usées peuvent comprendre des baies de lavage de véhicules, des ateliers, des dépôts de stockage de carburant, des plateformes de transport et la production d'électricité. Souvent, les eaux usées sont rejetées dans les égouts locaux ou les systèmes de déchets commerciaux et doivent répondre aux spécifications

environnementales locales. Les contaminants typiques peuvent inclure des solvants, des détergents, du gravier. Lubrifiants et hydrocarbures.

I-3-12 Traitement de l'eau :

De nombreuses industries ont besoin de traiter l'eau pour obtenir une eau de très haute qualité pour des applications exigeantes telles que la synthèse chimique pure ou l'eau d'alimentation des chaudières. De nombreux traitements de l'eau produisent des boues organiques et minérales issues de la filtration et de la sédimentation. L'échange d'ions utilisant des résines naturelles ou synthétiques élimine les ions calcium, magnésium et carbonate de l'eau, en les remplaçant généralement par des ions sodium, chlorure, hydroxyle et/ou d'autres ions. La régénération des colonnes échangeuses d'ions avec des acides forts et des alcalis forts produit une eau usée riche en ions de dureté qui sont facilement précipités, en particulier lorsqu'ils sont mélangés à d'autres constituants des eaux usées.

I-3-13 Préservation du bois :

Les usines de préservation du bois génèrent des polluants classiques et toxiques, notamment de l'arsenic, de la DCO, du cuivre, du chrome, un pH anormalement élevé ou faible, des phénols, des huiles et des graisses et des solides en suspension [9].

I-3-14 Traitement de la laine :

Les résidus d'insecticides dans les toisons posent un problème particulier dans le traitement des eaux générées par le traitement de la laine. Les graisses animales peuvent être présentes dans les eaux usées, qui, si elles ne sont pas contaminées, peuvent être récupérées pour la production de suif ou autre rendu.

I-4-Classification des eaux usées industriel :

En prenant en considération la traitabilité on peut en première approximation répartir les effluents industriels en trois grandes classes [10] :

I-4-1- Les eaux usées à caractère minéral dominant :

Les principales représentantes de ce groupe sont :

- Les eaux de lavage de gravières et des activités d'extraction des minéraux.
- Les eaux des industries chimiques minérales.
- Les eaux de traitement de surface des métaux.

Ces eaux sont caractérisées par :

- Une charge importante en matières en suspension et ou sels dissous.
- Une demande chimique en oxygène d'origine minérale variable en fonction de la nature des Composés minéraux en solution.
- la présence possible de toxiques ou d'inhibiteurs de la croissance bactérienne.
- une très faible valeur de la DBO5
- les traitements physiques de clarification : floculation, décantation et filtration.
- les traitements chimiques d'éliminations des toxiques et ou de neutralisation du pH. [10]

I-4-2-Les eaux usées à caractère organique dominant :

Ce sont surtout les effluents des industries agro-alimentaires comme :

- Les abattoirs.
- Les conserveries.
- Les laiteries et fromageries.

Leur composition bien que très variable, comprend presque toujours :

- Les matières minérales et des débris végétaux en suspension.
- Des graisses.
- Des protéines.
- Des sels divers.

Elles sont caractérisées par une biodégradabilité importante et un équilibre correct en ce qui concerne les éléments de croissance et de ce fait, se prêtent généralement bien aux traitements biologiques. [10]

I-4-3-Les eaux usées industriels à caractère mixte :

Ce sont des effluents qui contiennent un ou plusieurs constituant Potentiellement biodégradables mais qui ne sont pas directement biodégradables a cause de l'absence d'éléments de croissance ou de la présence d'inhibiteurs de croissance.

Dans ces effluents, on peut trouver :

- Des industries textiles.
- Des papeteries et des industries du bois.
- Des raffineries et des usines pétrochimiques.
- Des industries pharmaceutiques.

Dans ces effluents, on peut trouver :

- Des matières en suspension diverses (sables, fibres de cellulose, etc.).
- Des hydrocarbures dissous, émulsionnés ou en film superficiel.
- Des tensioactifs, des colorants, des phénols.

Ce type d'effluent peut être traité en épuration biologique à condition de prendre un certain nombre de précautions, la détoxification préalable de l'effluent peut être impérative et l'apport d'éléments de croissance indispensables à l'activité de la biomasse bactérienne peut s'avérer nécessaire. [10]

I-5-Caractérisation des eaux usées industrielles :

1-5-1 Paramètres physiques :

1-5-1-A- La température :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, ...etc.

1-5-1-B- La matière en suspension (MES) :

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille, supérieure à $10\mu\text{m}$, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). En fait, les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyennes d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de $0,5\text{ m/s}$. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières grossières ou décantables (diamètre supérieur à $100\mu\text{m}$) et les matières en suspension. On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue et la limite entre la phase solide et la phase dissoute (entre 1 et $10^{-2}\mu\text{m}$).

Elles sont séparables par décantation ou filtration grossière (couche de sable) ces procédés d'élimination physique font intervenir la sédimentation, la filtration ou flottation.

– Matières colloïdales : ce sont des matières stables et homogènes et sont animées de charges négatives ce qui leur donne une répulsion mutuelle.

– Matières dissoutes : après filtration de l'eau colloïdale à $0.02\mu\text{m}$ on obtient un filtrat de matière dissoute. On admet que les substances arrêtées par les filtres millipores fins à $0.02\mu\text{m}$ ce sont des colloïdes et celles qui traversent en solution sont les matières dissoutes dans le filtrat.

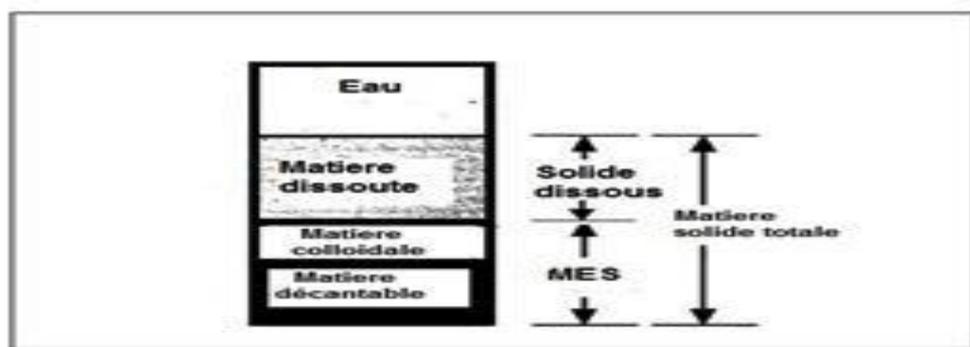


Fig. I.1 Composition synthétique d'un échantillon type d'eau usée

1-5-2-Paramètres Organoleptiques

1-5-2- A- La Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables.

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

1-5-2-B- 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. 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.

1-5-3- Paramètres Chimiques :

1-5-3-A- Le potentiel Hydrogène (pH):

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ion H^+ : c'est le pH.

1-5-3-B- La Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm².

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).

$$1 \text{ S/m} = 104 \mu\text{S/cm} = 103 \text{ mS/m.}$$

1-5-3-C- L'Oxygène Dissous :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu.

La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg/l .

1-5-3-D- La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origines organique ou minérale.

La DCO étant fonction des caractéristiques des matières présentes, de leurs proportions respectives, des possibilités de l'oxydation.

La DCO est la concentration, exprimée en mg/l, d'oxygène équivalente à la quantité de dichromates consommée par les matières dissoutes et en suspension lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par la norme.

1-5-3-E - La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

Pratiquement, la demande biochimique en oxygène devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épuration et d'en déduire la charge maximale acceptable, principalement au niveau des traitements primaires des stations d'épuration.

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO₅) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobies présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et/ou inorganiques.

1-5-3-F- L'azote :

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total.

1-5-3-G- Les nitrates :

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/l dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1 mg/l/an, voire 2 mg/l/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

-Agricole : agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 2/3 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel

-Urbaine : rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente les 2/9 des apports.

-Industrielle : rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports.

1-5-3-H- L'azote ammoniacal :

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniac qui correspond aux formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3) de cette forme d'azote. L'ammoniac constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH_4^+). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

1-5-3-I- Le Phosphore :

Le phosphore peut exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrique sont considérés comme étant des orthophosphates.

L'hydrolyse en milieu acide fait apparaître le phosphore hydrolysable et minéralisation, le phosphore organique. Chaque fraction (phosphore en solution ou en suspension) peut être séparée analytiquement en orthophosphates, phosphore hydrolysable et phosphore organique.

1-5-3-J - Le sulfate :

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration. Sont utilisées, par ailleurs, les propriétés réductrices des sulfites dans les eaux de chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous ; l'injection dans le circuit se fait habituellement en continu à la concentration de 20 mg/l. Cependant un excès d'ions sulfites dans les eaux de chaudières peut avoir des effets néfastes car il abaisse le pH et peut alors développer la corrosion. En cas de rejet dans l'environnement, les sulfites se combinent à l'oxygène en donnant des sulfates.

1-5-4- Paramètres bactériologiques :

Les eaux usées peuvent contenir des organismes (virus, bactéries, protozoaires, helminthes...) qui peuvent être pathogènes. Il est d'usage de se contenter de mesurer des germes tests qui comprennent les coliformes du genre *Escherichia coli* et les streptocoques fécaux.

Pour l'irrigation des cultures destinées à être consommées crues, des terrains de sport, des jardins publics, le nombre des Coliformes fécaux dans 100 ml d'eau doit être <1000 [11].

I-6- Principe des procédés de dépollution :

I-6-1 – Eaux propre :

Les eaux de purges de coolings towers et les condensats vapeur qui n'ont pas été mis en contact avec les fluides procédés peuvent être rejetés directement dans l'environnement. On prévoira simplement un bassin de contrôle avec une rétention de plusieurs heures pour pouvoir stocker ces rejets en cas de pollution accidentelle (percement d'un échangeur, par exemple).

Par contre les eaux de régénération des chaînes de déminéralisation devront subir deux types de traitement avant rejet :

Une neutralisation pour ramener le ph dans la fourchette autorisée (5.5-8.5). Cette neutralisation se fera par injection contrôlée soit d'acide, soit de base selon la qualité de l'eau brute à déminéraliser. La qualité de cette neutralisation dépendra de la représentativité des points de mesure de ph utilisés dans la chaîne de contrôle de l'injection du neutralisant.

Une décantation des sels en suspension résultant de la régénération des résines échangeuses. Dans le cas où les résines cationiques sont régénérées à l'acide sulfurique, il y aura en particulier une grande quantité de précipités de sulfates de calcium et de magnésium très peu solubles dans l'eau.

Ces deux traitements sont réalisés dans une fosse de neutralisation qui sera suffisamment dimensionnée pour permettre une bonne décantation des matières en suspension. L'effluent de neutralisation rejoindra le bassin de contrôle des eaux propres.

I-6-2 – Eaux huileuses :

Les HC se présentent sous une multiplicité d'états qu'il est difficile de caractériser analytiquement mais dont il faut bien retenir les quatre formes suivantes pour comprendre le traitement :

Les HC libres : flottant en nappe dans les caniveaux ou entraînés en pistons (slug) dans les conduites.

I-6-2-1- Les émulsions mécaniques :

Les HC en émulsion mécanique dite primaire dont la taille des gouttelettes peut représenter quelques dizaines de microns. Ils ont une stabilité au repos limitée à quelques heures.

Les HC en émulsion mécanique dite secondaire qui est stable indéfiniment en raison de la taille submicronique des particules, qui sont assimilables à des colloïdes.

I-6-2-2- Les émulsions chimiques :

Les HC en émulsion chimique dans laquelle, soit la présence d'un tiers polluant (savons, soude, Na, détergents), soit la nature des HC (composés asphalténiques) modifient la tension superficielle et stabilisent chimiquement la dispersion.

I-6-2-3- Les HC en solution :

Les HC moléculairement dissous tels que les aromatiques.

Les HC solubilisés de par leur origine particulière (acides naphthéniques liés à l'acidité organique du brut).

Il faut aussi citer les HC insolubles enrobés sous forme de film autour de MES grossières dont ils peuvent sensiblement modifier l'aptitude à la décantation ou à la flottation en constituants des agglomérats indécantables.

Industriellement, dans l'impossibilité de classer les HC de façon simple en laboratoire, on les sépare en trois grandes catégories dont chacune est traitable par une voie d'épuration spécifique :

Prédésuilage qui élimine les HC libres et la fraction la plus grossière des émulsions mécaniques.

Epuration physico-chimique qui élimine la fraction résiduelle des émulsions mécaniques ou la totalité des HC en émulsion chimique.

Epuration biologique qui élimine la réaction biodégradable des HC dissous ou solubilisés.

Les HC solubles non biodégradables constituent une quatrième catégorie qui ne fait l'objet que de traitements peu fréquents mais efficaces : stripage à la vapeur si les concentrations sont élevées ou percolation sur charbon actif en grains si les concentrations concernées sont faibles.

On peut donc préciser le domaine d'action général des trois étapes qui théoriquement ont été organisées au bénéfice des seuls HC et qui sont maintenant complétées d'une quatrième.

I-6-2-a – Prédéshuilage :

Élimination de la pollution en suspension :

MES granuleuses (sables, argiles, gravillons).

HC libres, en nappes, en gouttelettes de 100 à 200 microns.

I-6-2-b - Épuration physico-chimique :

Élimination de la pollution colloïdale :

MES fines (limons, produits de corrosion).

HC en émulsion mécanique ou chimique.

Cette étape est appelée physico-chimique parce qu'elle combine l'emploi d'un réactif coagulant et d'une séparation gravitaire des MES ou HC floculés.

I-6-2-c - Épuration biologique :

Élimination de la pollution dissoute et biodégradable :

Composés oxygénés (acides, aldéhydes, phénols, solvants).

Composés du soufre tels que $S_2O_3^{2-}$ (effet enzymatique).

HC aromatiques, en partie.

NH_4 (nitrification/dénitrification).

I-6-2-d - Épuration "tertiaire" :

Elle est ainsi appelée par analogie avec l'épuration des ERU qui suit leur épuration biologique dite secondaire et dont le but est l'amélioration de l'élimination de P. En raffinage comme en pétrochimie, cette étape, de plus en plus fréquente, peut avoir pour but soit de satisfaire à des normes de rejets plus sévères (COT, MES, DCO, N- NH_4), soit de recycler les eaux.

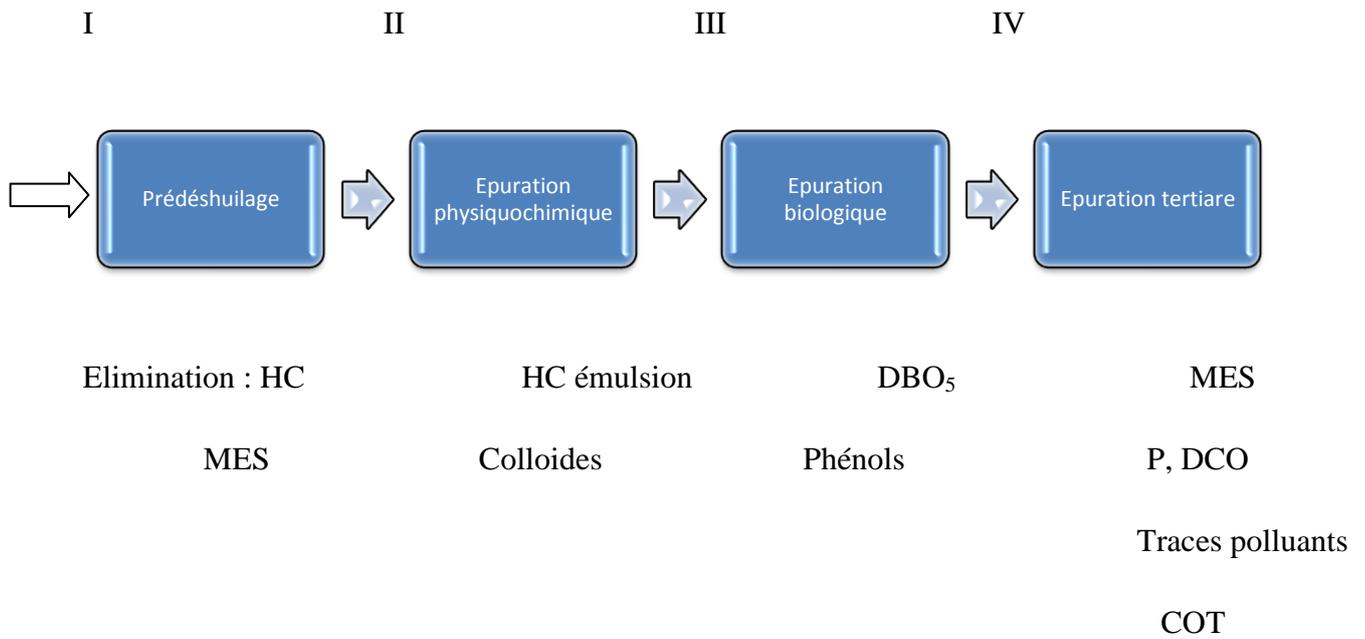


Fig. I-2 : Les étapes de traitement des eaux.

I-7- Impact sur l'environnement et sur la santé humaine :

I-7-1- Influence de la pollution sur l'environnement :

Les rejets d'eau industriels sans traitement dans l'environnement ont des impacts très négatifs. Il peut s'apprécier au regard des élévations de température des modifications de PH, des modifications de turbidité et des consommations d'oxygène, qu'ils peuvent induire dans le milieu, ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant ou groupe de polluants [12]

I-7-1-a- Température :

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces. En général la température de l'eau diminue avec la profondeur, car plus la profondeur est importante moins les rayons du soleil pourront pénétrer. La plupart des organismes aquatiques ont une tolérance limitée au changement de température, donc lorsqu'un changement soudain de température arrive, cela a des effets significatifs sur les performances et la survie des organismes aquatiques.

I-7-1-b- PH :

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis. Par ailleurs, il est souvent difficile d'établir des critères précis en ce qui concerne la vie et la reproduction des poissons (on retient parfois comme zone optimale celle délimitée par les pH extrêmes de 6,5 et 8,5). En général,

les effets du pH se font surtout sentir par l'influence qu'exerce ce paramètre sur les équilibres entre les autres composés du milieu (azote ammoniacal, sulfure de sodium, acide cyanhydrique, etc.) lorsqu'ils ont une toxicité variable selon qu'ils se trouvent ou non sous forme ionisée.

I-7-1-c-Turbidité :

La lumière du soleil ne peut pénétrer dans l'eau que jusqu'à une profondeur d'environ 30 mètres sous la surface. Les producteurs ont besoin de la lumière du soleil pour produire de l'oxygène et les autres substances nécessaires à la survie des consommateurs. La production ne peut donc se faire que dans la zone où les rayons du soleil peuvent pénétrer. La matière en suspension peut interférer avec la pénétration de la lumière, ce qui peut diminuer la taille de cette zone où la production a lieu.

L'oxygène de l'écosystème aquatique provient de l'atmosphère et de la production du phytoplancton. L'importance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Les effets mécaniques des matières en suspension sont également importants. Les matières en suspension sont de nature à engendrer des maladies chez le poisson et même l'asphyxie par colmatage des branchies. Par ailleurs, les matières décantables sédimentent dans les zones de frayes et réduisent les possibilités de développement des végétaux et des invertébrés de fond (agissant ainsi sur l'équilibre global de la chaîne alimentaire du système aquatique).

I-7-1-d-Consommation d'oxygène :

La consommation de l'oxygène du milieu peut être estimée au vu des valeurs de la demande biochimique en oxygène, de la demande chimique en oxygène et de la teneur en azote réduit des eaux résiduaires rejetées. En particulier, on rappellera que la consommation d'oxygène consécutive à la minéralisation de l'azote ammoniacal par les bactéries nitrifiantes du milieu (non prise en compte ni dans l'expression de la demande biochimique en oxygène sur cinq jours, ni dans celle de la demande chimique en oxygène) est très importante puisque l'oxydation de 1 mg d'azote ammoniacal en nitrates s'accompagne d'une consommation de l'ordre de 4,5 mg d'oxygène. Dans ces conditions, des rejets présentant une charge élevée en azote réduit peuvent engendrer des phases d'asphyxie du milieu lorsque la dilution est insuffisante. Enfin, par l'intermédiaire du phénomène d'eutrophisation, les rejets d'azote et de phosphore sont indirectement de nature à entraîner de fortes variations journalières du taux d'oxygène du milieu aquatique : en effet, ce taux peut significativement chuter la nuit, où une consommation élevée d'oxygène due à une biomasse surabondante se substitue à sa production photosynthétique diurne. En plus le rejet d'eau plus ou

moins chaude diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau et elle pousse aussi les organismes vivants dans l'eau à respirer plus rapidement. Beaucoup d'organismes meurent par manque d'oxygène, ou deviennent plus sensibles aux maladies.

I-7-1-e-Azote :

Les nitrates en eux-mêmes semblent peu toxiques vis-à-vis de la faune aquatique. L'azote des nitrates avec, dans une moindre mesure, celui des nitrites et de l'ammoniaque, est l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux, dans lesquels il est métabolisé pour fournir essentiellement des protéines, des acides nucléiques et les polymères des parois cellulaires. Les nitrates constituent un facteur d'eutrophisation mais, pratiquement, on estime qu'ils n'induisent pas de développement d'algues gênantes en dessous d'une teneur de 2 à 5 mg/l dans le milieu récepteur. Dans le milieu naturel, sa toxicité se manifeste à faible dose. L'azote ammoniacal se trouve dans les eaux sous forme ionisée (NH_4^+), peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique, ou sous forme hydratée (NH_3) qui, en revanche, peut entraîner de graves conséquences sur les milieux récepteurs du fait de sa toxicité. L'ammoniaque provoque, même à de faibles concentrations, des lésions branchiales qui limitent les échanges entre le sang et le milieu extérieur. Souvent, on admet comme teneur maximale en azote ammoniacal non dissocié la valeur de 0,025mg/l, voire 0,005 mg/l afin d'écartier tout risque d'effet toxique à long terme. Le rapport $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ décroît lorsque le pH et la température augmentent.

Dans la plupart des eaux superficielles, dont le pH est compris entre 6,5 et 8,5, la plus grande partie de l'azote ammoniacal se trouve sous forme ionisée, donc peu toxique.

I-7-1-f- Phosphore :

Les ortho-phosphates présentent rarement une toxicité vis-à-vis du poisson et sont d'ailleurs utilisés en pisciculture pour augmenter la biomasse planctonique. Cependant, en trop grandes quantités, ils favorisent l'eutrophisation.

A ce titre, outre la réduction du taux d'oxygène du milieu aquatique la nuit, on rappellera que les principales nuisances liées à l'eutrophisation sont :

- Une modification de l'équilibre carbonique et une élévation du pH le jour par accroissement de la photosynthèse, ce qui peut provoquer des phénomènes de toxicité aiguë de l'ammoniac ;
- Une gêne pour la production d'eau potable du fait de la prolifération de phytoplancton, qui perturbe la décantation et la filtration ;
- Sécrétion de substances toxiques par certaines algues, qui confèrent un goût désagréable à l'eau ;

- Un risque de relargage de substances indésirables ou toxiques (hydrogène sulfuré, métaux lourds, ...) par le dépôt de matière organique dans le lit des cours d'eau et le fond des lacs ;
- Une toxicité pour le poisson dans les cas extrêmes, soit par colmatage direct des branchies, soit en raison des sécrétions des algues. Pour les eaux douces, le phosphore est généralement considéré comme le facteur limitant sur lequel il est possible d'agir efficacement pour combattre l'eutrophisation, tandis que l'azote serait limitant pour l'eutrophisation des eaux marines.

I-7-1-g- Hydrocarbures :

L'impact écologique de la pollution par les hydrocarbures se traduit par trois grands types de phénomènes :

- Régissions des peuplements par mortalité et dégénérescence.
- Mise en place d'une succession secondaire à la suite de l'apparition d'espaces non occupés et la modification de certains paramètres écologiques.
- Perturbations de paramètres biologiques (taux de fécondité, croissance). Ces trois phénomènes ne se mettent pas en place simultanément mais apparaissent successivement dans le temps. Cette échelle temporelle peut se doubler d'échelle spatiale, encore faut-il distinguer le type d'organisme auquel on à faire. Le risque dû aux hydrocarbures est plus ressenti par l'écosystème aquatique que tout autre. En effet, une fois étalés à la surface ou en émulsion dans l'eau, les hydrocarbures occasionnent diverses nuisances :
 - Une modification des échanges gazeux entre l'air et l'eau, d'où une diminution de la quantité d'oxygène dissous.
 - Une réduction de la photosynthèse due à une augmentation de la réflexion des rayons solaires à la surface de l'eau, provoquant à moyen et long terme la destruction de l'habitat sous-marin, par la mort de la flore marine.

A leur tour les hydrocarbures volatils sont fortement impliqués dans les phénomènes perturbants des équilibres terrestres. Avec le NOX et le CO ,les hydrocarbures volatils évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée en particulier par une production d'ozone troposphérique qui entre dans la formation du smog .Ils interviennent également dans le processus de l'effet serre ,la formation des pluies acides et la destruction de la couche d'ozone , qui sont des problèmes difficiles à résoudre et pourraient même être irrécupérables .Sur le littoral, des écosystèmes entiers sont vulnérables à la pollution pétrolière à commencer par le réactif corallien, les marais salants et

les mangroves. Les hydrocarbures qui s'infiltrent dans les sédiments peuvent réduire considérablement la capacité de production des habitats de poissons pendant des années, voire des décennies. Il faut noter que sur le plan économique, la pollution pétrolière peut également endommager les élevages piscicoles du littoral (notamment les élevages de saumons et les parcs à huîtres, ainsi que souiller les marinas et les plages des balnéaires).

La contamination des sols par les hydrocarbures peut également causer de nombreux problèmes en raison de leurs mobilités et de leurs persurances dans l'environnement, parmi lesquels :

- La réactivité chimique et la volatilité des hydrocarbures peuvent entraîner un danger d'incendie, ou d'explosion. Ce danger est d'autant plus important que si les vapeurs pénètrent dans un espace clos.
- Les hydrocarbures légers sont mobiles, et peuvent être transportés sur de grandes distances, dans les nappes d'eau souterraine ou dans l'air.
- Les hydrocarbures lourds persistent longtemps dans le sol, et provoquent une toxicité certaine pour la santé humaine, et pour l'environnement.
- Les hydrocarbures peuvent dégrader la qualité du sol, en perturbant la rétention et la transmission de l'eau ou le cycle des substances nutritives des plantes, ils peuvent aussi affecter le degré d'aération du sol.
- Les hydrocarbures présents sur, ou dans le sol peuvent causer des problèmes d'ordre esthétique, notamment une odeur, un goût, ou une apparence désagréable.

Enfin, on retiendra que les effets de toxicité des hydrocarbures, outre leur origine intrinsèque, sont souvent en grande partie liés aux additifs qui ont été incorporés au stade de leur fabrication industrielle (phénols, amines aromatiques, ...)

I-7-2-Impact sur l'environnement :

Les effets sur l'environnement peuvent se manifester par une pollution marine due à l'utilisation du furfural dans l'unité de production de lubrifiants dans une raffinerie de pétrole, il peut y avoir plus au moins des déperditions de produit, pendant une opération de nettoyage. Alors le furfural perdu se trouve dans les eaux de rejet vers la mer.

La vapeur de furfural dans l'air est considérée comme polluant atmosphérique. La valeur limite de la concentration des vapeurs de furfural dans l'air a été fixée par les hygiénistes américains en 1974 à 5ppm soit mg /m³. [13]

I-7-3- Impact de la pollution sur l'homme :

Le rejet des effluents de la raffinerie dans l'air (évaporation d'hydrocarbure (dont le benzène, torchage, etc.) et dans l'eau peut causer :

- Trouble du système nerveux
- Leucémie ;
- Problèmes respiratoires
- Asphyxie Elle représente les risques de déséquilibre et de dégradation de l'écosystème aquatique parmi ces risques :
- L'effet toxique d'élément agissant seuls ou en synergie (métaux lourds, substances radioactives) ;
- Les hydrocarbures s'accumulent dans les organismes marins et ils ont de graves effets.

I-8-Les sources de pollutions :**Tableau I-1 les sources de pollutions**

Substances	Origines	Effets
Hydrocarbures Essences, huiles, fioul	Transports routiers, industries, accidents pétroliers, fuites lors des déchargements des pétroliers, lessivage par la pluie des zones urbaines (parking, route)	Altération des mécanismes physiologiques de tous les organismes vivants
Métaux lourds	Transports routiers, industries métallurgiques et pétrochimiques, peinture et carénage des bateaux	Affectent surtout les animaux Ralentissement de la croissance Altération des organes Classement par ordre de nocivité croissante : Hg>Ag>Cu>Cd>Zn>Pb>Cr>Ni>Co
Pesticides et Insecticides	Utilisation domestique, agriculture	Trouble du métabolisme et du système neurologique Altération des processus enzymatiques

[CHAPITRE I : ORIGINE D'EAU USÉE INDUSTRIELLE]

Composés azotés et phosphatés	Agriculture, aquaculture, industries agroalimentaires, eaux usées domestiques	Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation
Détergents	Eaux usées domestiques, industries	Affectent les plantes et les algues Effet amplifié si combinaison avec des hydrocarbures
Matières en suspension MES	Eaux usées domestiques, lessivages des sols, industries	Diminution apport de lumière

I-9 Conclusion :

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

L'eau est nécessaire dans le processus de fabrication des produits manufacturés et au cœur de la plupart des activités industrielles, qui produisent des eaux usées qu'il s'agit de traiter dans le respect de l'environnement.

Les eaux usées industriel se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

Alors dans le chapitre suivant nous discutons sur les techniques et méthodes de traitements.

CHAPITRE II : TECHNIQUES ET METHODES DE TRAITEMENTS

II-1 Méthodes chimiques de traitement des eaux usées et industrielles

II-1-1-Introduction :

Sans traitements chimiques ou physiques, de nombreuses substances ne peuvent pas être éliminées des eaux usées industrielles. Selon la composition des effluents, le procédé de traitement chimique et physique des eaux usées peut comprendre plusieurs étapes. Souvent, des solutions de filtrage efficaces ne peuvent être obtenues qu'en combinant différentes étapes dans un ordre précis.

Si les eaux usées contiennent des substances insolubles dans l'eau ou des colloïdes, par exemple, des étapes de sédimentation, de filtration ou de séparation par force centrifuge deviennent nécessaires pour obtenir un système d'assainissement efficace des eaux polluées. Afin de retenir des éléments solides, nous utiliserons par exemple d'autres méthodes de filtration, ou encore des processus de flottation ou de séparation. Nos traitements chimiques permettent de séparer plus facilement les substances nocives dissoutes dans les eaux usées [14].

II-1-2- Procédés chimiques

II-1-2- 1-Neutralisation

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH (par acidification ou par alcalinisation) à une valeur fixée en fonction des besoins. En effet, suivant l'utilisation de l'effluent la valeur du pH peut sensiblement varier :

On désigne par le terme de neutralisation, les traitements de correction du pH qui consistent à ramener le pH de l'effluent à une valeur voisine de la neutralité et en tout cas à l'intérieur d'une zone de valeurs bien définies.

Ces traitements concernent :

- La neutralisation des effluents dans la plage des pH correspondant aux normes réglementaires, avant rejet au milieu naturel ;
- La correction du pH avant un stade de traitement ultérieur qu'il soit physico-chimique (ajustement du pH de coagulation par exemple) ou biologique (pour éviter d'altérer la croissance bactérienne).

La neutralisation de l'alcalinité des effluents est généralement réalisée en les mélangeant avec les acides sulfuriques ou chlorhydriques, réactifs industriels avec lesquels les réactions sont pratiquement instantanées

L'acidité des eaux résiduaires industrielles est neutralisée en mélangeant les effluents avec des réactifs alcalins comme la soude (NaOH) ou la chaux éteinte Ca(OH)_2 sous forme de lait de chaux, ou encore en procédant à leur filtration sur un produit alcalino-terreux : marbre, *Neutralité*(1) dolomie calcinée, etc. [15]

II-1-2-2 Oxydation

Procédé d'oxydation Nombre de polluants ne sont pas dégradables biologiquement et ne peuvent donc être éliminés au moyen de procédés biologiques. C'est par exemple le cas de nombreux hydrocarbures chlorés. Suite à des traitements inadéquats, on retrouve ces matières en de nombreux endroits des eaux souterraines, ce qui représente une menace pour l'Homme et l'environnement. Le procédé d'oxydation constitue une méthode efficace pour éliminer ce type de matières de l'eau. Il existe, pour traiter l'eau, une multitude de procédés d'oxydation différents. Ce que l'on appelle les « procédés d'oxydation avancés » sont en particulier de plus en plus utilisés ces dernières années. Ce qui caractérise en premier lieu ces procédés est la formation de radicaux OH très réactifs. Ces radicaux font partie des oxydants les plus puissants et sont ainsi en mesure d'oxyder pratiquement n'importe quelle matière. On peut générer des radicaux OH en irradiant de l'eau oxygénée (H_2O_2) avec de la lumière UV. On utilise à cet effet de préférence des rayonnements UV-C d'une longueur d'onde de 254nm. [15]

II-1-2-3 Précipitation

La précipitation chimique regroupe un certain nombre de procédés qui réalisent tous l'application de la loi de Bertholet : on ajoute à l'eau un réactif soluble qui, par permutation ou combinaison avec les ions indésirables préexistants, forme un composé insoluble ou très peu soluble qui précipite jusqu'à sa limite de solubilité (déterminée par le produit de solubilité, cette dernière grandeur pouvant subir des variations importantes en fonction de la température, de la force ionique, de la nature des autres ions dissous, etc.).

L'aboutissement de ces réactions de précipitation combinées souvent avec une neutralisation des rejets, est toujours une séparation solide-liquide, mettant en œuvre des traitements classiques de décantation, flottation, voire filtration. [15]

II-1-2-4 Coagulation / Flocculation

C'est un procédé physico-chimique qui a pour but de déstabiliser les matières colloïdales (particules qui ne s'agglomèrent pas naturellement). L'eau reçoit un réactif destiné à provoquer l'agglomération de ces particules en suspension en agrégats floconneux, dont l'ensemble forme une masse qu'on appelle le —floc. Les réactifs utilisés sont généralement des sels de fer ou d'aluminium. Chaque réactif coagulant n'étant actif que dans une certaine zone de pH, un ajustement du pH peut s'avérer nécessaire. Sous l'effet de son propre poids, le floc se dépose lentement. [15]

II-1-2-5 Désinfection

Cette étape, commune à tous les traitements, est la plus importante. Elle a pour but de neutraliser tous les virus et bactéries pathogènes. Elle n'est efficace que si l'eau a été préalablement bien traitée, notamment dans le cas des eaux de surface. Bien que les eaux souterraines soient souvent naturellement exemptes de microorganismes, la désinfection prévient le risque d'une contamination par infiltration dans la ressource et dans le réseau.

Elle peut être effectuée :

- par des procédés chimiques : oxydation chimique avec des agents chlorés (chlore gazeux, eau de Javel, bioxyde de chlore) et ozone, ou rayonnements ultraviolets.
- La désinfection par oxydation chimique [15]

La chloration est actuellement le procédé de désinfection le plus fréquemment rencontré, à la fois pour le prix de revient du chlore et pour sa simplicité de mise en œuvre. Le chlore gazeux est injecté à des doses précises ; un temps de contact suffisant doit être respecté afin d'assurer une efficacité maximale de l'oxydation. La combinaison du chlore et de la matière organique, lorsqu'elle est incomplètement éliminée au cours des étapes précédentes, conduit à la formation des composés sapides (qui donnent un goût) et de produits organo-chlorés potentiellement cancérigènes, pour lesquels la réglementation impose une teneur maximale admissible (limite de qualité. [15]

- **L'ozone** est très fréquemment utilisé par les usines de production d'eau potable à partir d'eaux de surface, pour son grand pouvoir désinfectant, notamment vis à vis des virus et des spores bactériennes, et ses autres propriétés en traitement d'affinage. Cependant, fabriqué sur le site, l'ozone est coûteux et sa mise en œuvre est relativement complexe. [15]

II-1-2-6 Electrolyse

L'application d'une différence de potentiel entre deux électrodes plongées dans un bain électrolytique (solution contenant des ions) crée un champ électrique orienté dans lequel les ions se mettent en mouvement : les cations se dirigent vers la cathode, les anions vers l'anode. Quand la tension appliquée est suffisante, les réactions suivantes se produisent aux interfaces électrolyte-électrodes : [15]

-Définition et principe de l'électrolyse

L'électrolyse est un processus d'échange au cours duquel l'énergie électrique est transformée en énergie chimique. La réaction a lieu dans une solution d'eau salée: l'électrolyte. Les ions doivent pouvoir circuler librement dans l'eau pour passer d'une électrode à l'autre. Les deux électrodes sont reliées par l'électrolyte et par un générateur de courant électrique. Cette unité est présentée dans le graphique ci-dessous:

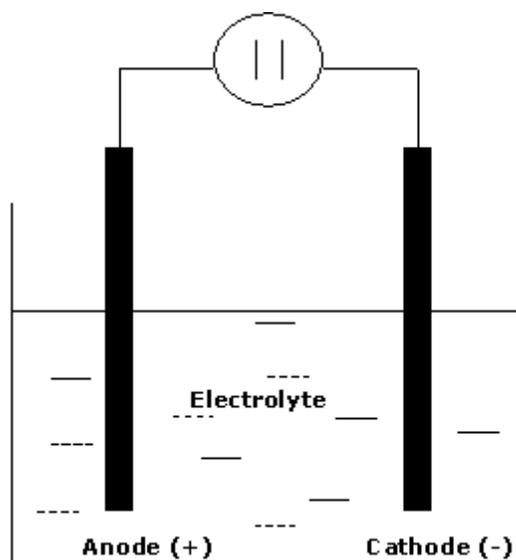


Fig. II-1 Schéma de principe d'électrolyse

Si l'on applique un courant électrique entre les deux électrodes, les ions positifs migrent jusqu'à la cathode pendant que les ions négatifs se déplacent en direction de l'anode. Les ions positifs sont appelés cations alors que les ions négatifs sont eux appelés anions. Les cations sont capables, en raison de leur valence, de capter des électrons. Lors du contact entre les cations et la cathode ces derniers redeviennent un élément stable en perdant des électrons. Les anions réagissent de manière opposée: en cas de contact avec l'anode ils vont céder leurs électrons pour devenir un

élément stable. Au niveau de l'électrode les cations sont réduits et les anions oxydés. Selon la nature des ions, le produit formé peut se dégager ou se déposer sur l'électrode.

Pour contrôler les réactions dans l'unité d'électrolyse il est possible de choisir entre différents matériaux pour les électrodes. De la même manière il est possible de sélectionner un type d'électrolyte pour promouvoir une réaction plutôt qu'une autre. L'électrolyte contient les ions qui conduisent le courant.

-Galvanisation de pièces métalliques pour les protéger contre la corrosion:

Un métal altérable est protégé contre la corrosion grâce au dépôt par électrolyse d'un métal inaltérable. L'objet à recouvrir est relié au pôle négatif d'un générateur et plongé dans un bain électrolytique.

Électrolyse "purificatrice":

Pour produire du cuivre très pure il faut installer une anode de cuivre polluée qui sera nettoyer par électrolyse. Le cuivre est oxydé en ions Cu^{2+} et précipite ensuite sur la cathode pour donner une couche de cuivre plus pure qu'auparavant. Voir sur le schéma suivant illustrant le raffinage du cuivre.

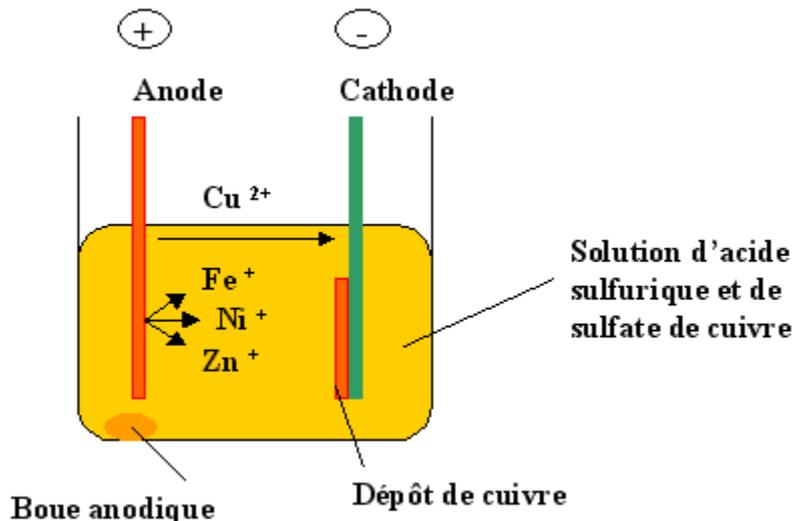


Fig. II-2 Schéma de principe d'électrolyse purificatrice

Les métaux nobles ne réagissent pas comme le cuivre. En effet ils tombent à la surface et forment un dépôt anodique. Les métaux avec un potentiel standard positif peuvent être, tout comme le cuivre, nettoyés par électrolyse (argent par exemple). [15]

Séparation : une solution contenant un certain nombre d'ions différents (par exemple Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , tous sous forme de chlorures) est passée au travers d'une colonne de billes de résine. Les ions sont séparés et émergent par ordre croissant d'affinité pour la résine. [15]

Élimination : en utilisant une combinaison de résine échangeuse de cations (sous forme H^+) et de résine échangeuse d'anions (sous forme OH^-), tous les ions sont enlevés et remplacés par de l'eau (H^+OH^-). La solution est ainsi **déminéralisée**. Cela est en réalité une variante particulière de la substitution. [15]

II-2-Méthodes physiques de traitement des eaux usées et industrielles

II-2-1-Introduction

Les méthodes physiques de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être envisagées pour les traitements primaires, secondaires et tertiaires [14]. Ils sont le plus souvent associés aux procédés chimiques et biologiques, Procédés physiques

II-2-2-Le stripping

Le « stripping » (ou aération forcée des molécules volatiles) consiste à transférer dans l'air les composés organiques devenus volatils. Cette opération peut être effectuée en simple cuve d'aération, mais on obtient de meilleurs résultats dans un appareil spécifique, nommé tour d'aération. L'air ainsi chargé d'éléments indésirables est ensuite filtré avant d'être rejeté dans l'atmosphère.

Les eaux usées (industrielles de même que municipales) contiennent souvent des concentrations d'ammoniac assez élevées. Le NH_3 peut être séparé des eaux usées par un procédé de stripping à l'air (dégazage des éléments volatiles), suivi de l'absorption de l'ammoniac dans un absorbeur; ces deux unités (colonne de stripping NH_3 , complétée d'un absorbeur) font partie d'un procédé ayant déjà fait ses preuves. L'ammoniac (ou NH_3) est d'abord séparé de l'eau dans une colonne de stripping. L'appareil utilisé pour ce procédé de stripping est très similaire à un laveur de gaz, faisant partie de la technologie pour le traitement des rejets gazeux industriels : une colonne de stripping NH_3 est une tour à garnissage (avec internes et garnissage à l'intérieur) très similaire aux tours de lavage pour le traitement des émissions gazeuses industrielles. L'eau préchauffée contenant de l'ammoniac est introduite dans la colonne de stripping par le haut, tandis que de l'air est introduit par le bas, à contre-courant. Du $NaOH$ est ajouté pour obtenir une valeur de pH correcte, afin de pouvoir dissocier l'ammoniac de l'eau par le procédé du stripping. L'eau ainsi traitée sera collectée en bas de la colonne de stripping NH_3 , les gaz dorénavant chargés d'ammoniac seront évacués par le haut de la colonne, pour traitement ultérieur dans l'absorbeur NH_3 .

Dans l'absorbeur, les gaz chargés d'ammoniac seront traités avec de l'acide sulfurique, afin d'absorber le gaz ammoniacal. Les gaz sortants sont recirculés pour économiser l'énergie.

II-2-3-La filtration

-La filtration : c'est l'élimination des particules invisibles, en suspension. Elle s'effectue le plus souvent sur une couche de sable et sera d'autant plus efficace que les grains seront fins. L'usage d'une couche de sable très fin, permet un écoulement plus lent pour favoriser le développement d'un biofilm (voile d'algues ou de bactéries) à la surface du sable. L'activité épuratrice de ce bio film permet la dégradation de la matière organique.

Elle est réalisée sur matériaux classiques (sable) ou sur membranes (cas des eaux souterraines karstiques).

II-2-3-a- La filtration sur lit de sable (lit filtrant) : une couche de sable retient les particules et laisse passer l'eau filtrée. Le filtre peut jouer un double rôle suivant les conditions d'exploitation : d'une part, il retient les matières en suspension par filtration et d'autre part, il constitue un support bactérien permettant un traitement biologique, c'est à dire une consommation des matières organiques et de l'ammoniac, ou du fer et du manganèse, par les bactéries qui sont développées sur le sable. Le filtre à sable nécessite un nettoyage périodique afin d'éliminer les matières retenues entre les grains qui ralentissent le passage de l'eau. La filtration sur lit de sable, efficace, simple et peu coûteuse, s'est imposée, en raison des énormes volumes d'eau à filtrer.

II-2-3-b- La filtration sur membranes (microfiltration notamment) [16] est de plus en plus fréquemment utilisée, mais elle reste encore onéreuse. Elle est fondée sur l'utilisation de membranes de faible épaisseur, comportant des pores réguliers de très petites dimensions. Ces membranes, sortes de barrières physiques, peuvent être d'origine organique ou minérale.

L'eau circule sous pression à travers des membranes, constituées de longues fibres creuses et poreuses d'1 mm de diamètre sur 1,30 m de long et assemblées en faisceaux dans une cartouche cylindrique. Elles peuvent être de nature organique (polymère de synthèse) ou de nature minérale (type céramique).

Il existe quatre procédés membranaires classés selon le diamètre des pores sur les parois des fibres:

II-2-3-c- Les membranes de microfiltration (de l'ordre de 100 nanomètres) permettent la rétention des bactéries, des parasites, des levures, des particules à l'origine de la turbidité (eau trouble en raison de matières en suspension).

II-2-3-d- Les membranes d'ultrafiltration (de l'ordre de 10 nanomètres) arrêtent en plus les virus, les colloïdes.

II-2-3-e- Les membranes de nano filtration (de l'ordre de 1 nanomètre) retiennent le calcium et la plupart des pesticides.

II-2-3-f-Les membranes plus denses (de l'ordre de 0,1 nanomètre) stoppent aussi les ions métalliques. Cette dernière technique est appliquée au dessalement de l'eau de mer et à la production d'eau ultra pure et d'eau de processus.

II-2-4-Désinfection

A l'instar des procédés chimiques d'autres procédés physiques peuvent être utilisés, les rayonnements ultraviolets et la filtration sur membrane.

Les rayons ultraviolets ont un pouvoir germicide élevé et les procédés à membrane empêchent théoriquement tout microorganisme de pénétrer dans le réseau de distribution. Tout comme l'ozone, ces procédés n'ont pas d'action rémanente, c'est-à-dire qu'ils ont une action limitée dans le temps. Leur utilisation nécessite donc une injection de désinfectant chloré en aval afin d'éviter toute contamination par le réseau de distribution.

Parmi leurs avantages on note :

- Aucune modification des caractéristiques organoleptiques de l'eau (goût, odeur, couleur, pH) - L'utilisation ne nécessite pas l'ajout d'autres produits chimiques - L'utilisation des UV ne crée pas de sous-produits toxiques dans l'eau - Les systèmes UV sont compacts et faciles à installer. - La maintenance est simple et rapide - La consommation électrique pour les UV est souvent inférieure à celle d'ampoules domestiques.

II-2-5-Décantation :

Ce sont des procédés physiques intervenant après la coagulation-floculation.

L'eau coagulée et floculée entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences. Les floccs se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée en surface. A l'inverse, la *flottation* consiste à favoriser la clarification par entraînement des particules en surface, grâce à la génération de bulles d'air, qui s'accrochent aux matières en suspension et aux floccs. Les flottants sont récupérés en surface par bras racleur.

II-2-6-Flottation

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des agrégats dont la masse volumique est inférieure à celle du

liquide qui les contient, ces agrégats étant recueillis, in fine, sous forme d'écumes (boues flottées) à la surface supérieure de l'appareil.

La flottation est dite **naturelle** si la différence de masse volumique entre les agrégats et l'eau est naturellement suffisante pour une séparation.

La flottation est dite **assistée** si elle met en oeuvre des moyens extérieurs (du gaz, air, azote, gaz naturel éventuellement avec réactifs) pour améliorer la séparation de particules naturellement flottables (mais avec une vitesse de séparation insuffisante).

La flottation est dite **provoquée** lorsque la masse volumique de la particule, à l'origine supérieure à celle du liquide, est artificiellement réduite pour provoquer sa flottation. Elle tire alors parti de l'aptitude qu'ont certaines particules solides (ou liquides) à s'unir à des bulles de gaz (de l'air ou l'azote en général) pour former des «attelages» [particule-gaz] moins denses que le liquide dont elles constituent la phase dispersée. Le phénomène mis en oeuvre est donc de nature triphasique (gaz-liquide-solide) et va dépendre des caractéristiques physico-chimiques des trois phases, en particulier de l'affinité de leurs interfaces (plus ou moins grande hydrophobie).

La terminologie usuelle qualifie de moyennes les bulles de 2 à 4 mm, de fines les bulles de quelques centaines de μm à 1 mm et enfin de microbulles celles de 40 à 70 μm .

Dans le domaine du traitement de l'eau, il est d'usage de réserver le terme de flottation (au sens strict) à la flottation provoquée en utilisant des microbulles, semblables à celles présentes dans « l'eau blanche » débitée par le robinet d'un réseau d'eau riche en gaz dissous sous forte pression. Ce procédé est la **flottation à gaz dissous**.

II-2-7- Centrifugation

La centrifugation est un procédé de séparation qui utilise l'action d'une **force centrifuge** pour provoquer la **décantation accélérée des particules** d'un mélange solide-liquide.

Dans l'enceinte de centrifugation se forment deux phases distinctes :

- un culot de centrifugation (appelé **sédiment**). Ce culot n'a pas une structure homogène car il y a classification des particules selon leur masse volumique ;
- un liquide surnageant (appelé **centrat** ou **centrifugat**). Ce liquide n'est pas toujours bien clarifié (notamment en cas de présence de colloïdes). Il peut aussi comporter deux phases en cas de présence d'une phase plus légère que l'eau (huiles par exemple).

Dans le cadre du traitement de déchets, elle est utilisée afin de séparer les diverses phases en vue d'un traitement spécifique. Par exemple, des boues humides ainsi traitées donneront une phase

liquide et des boues sèches qui iront chacune sur une chaîne de traitement particulière (épuration pour la phase aqueuses et valorisation pour les boues).

II-2-8-Adsorption sur charbon actif

L'adsorption est un processus où un solide est employé pour enlever une substance soluble de l'eau. Dans ce process, le charbon actif est le solide. Le charbon actif est produit spécifiquement pour couvrir une surface interne très grande (entre 500 et 1500 m²/g). Cette grande surface rend le charbon actif idéal pour l'adsorption. Il existe deux formes de charbons actifs: le charbon actif en poudre (PAC) et le charbon actif granulaire (GAC). Le GAC est, la plupart du temps, employé dans le traitement de l'eau **Principales applications**

Les charbons actifs sont employés :

- **en traitement d'affinage** des eaux potables ou des eaux industrielles de haute pureté ; le charbon actif fixe alors les composés organiques dissous qui ont échappé à la dégradation biologique naturelle (autoépuration des cours d'eau), puis aux traitements physico-chimiques amont. En fait, ils ont tout d'abord été utilisés pour améliorer les qualités organoleptiques d'une eau en éliminant les matières organiques responsables de goûts, d'odeurs et de couleur. Avec l'accroissement de la pollution, leur emploi s'est étendu à l'élimination de nombreux polluants et micropolluants tels que les phénols, les hydrocarbures, les pesticides, les détergents et même certains métaux lourds qui ne sont pas totalement éliminés par la clarification. Ils participent également à l'élimination des précurseurs de **THM** et des sous-produits de désinfection ;
- **en traitement d'eaux résiduaires industrielles**, lorsque l'effluent n'est pas biodégradable ou lorsqu'il contient des éléments toxiques organiques interdisant l'emploi de techniques biologiques. Dans ce cas l'emploi de charbon actif peut permettre de retenir sélectivement les éléments toxiques et, par suite, de retrouver un effluent normalement biodégradable ;
- **en traitement « tertiaire »** des eaux résiduaires ou industrielles. Le charbon fixe les composés organiques dissous, réfractaires au traitement biologique situé en amont, et permet ainsi d'éliminer une plus ou moins grande proportion de la **DCO** résiduelle (DCO « dure ») ;
- pour réduire les oxydants

Une propriété des charbons actifs est leur action réductrice des oxydants (chlore, dioxyde de chlore, permanganate, chloramines, ozone...).

II-3-Méthodes biologiques de traitement des eaux usées et industrielles

II-3-1-Procédés bactériologiques (Aérobies)

L'épuration biologique est, et restera sans doute encore longtemps, le mode de traitement le plus utilisé pour assurer l'élimination de la pollution organique biodégradable des effluents urbains, car de loin le plus économique en exploitation. Elle peut être envisagée sous deux formes intensive et extensive.

II-3-2 Techniques intensives

II-3-2-1 Boues activées

Le principe des boues activées réside dans une intensification des processus d'auto-épuration que l'on rencontre dans les milieux naturels.

Le procédé —boues activées| consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases —eaux épurées| et —boues épuratrices| sont séparées.

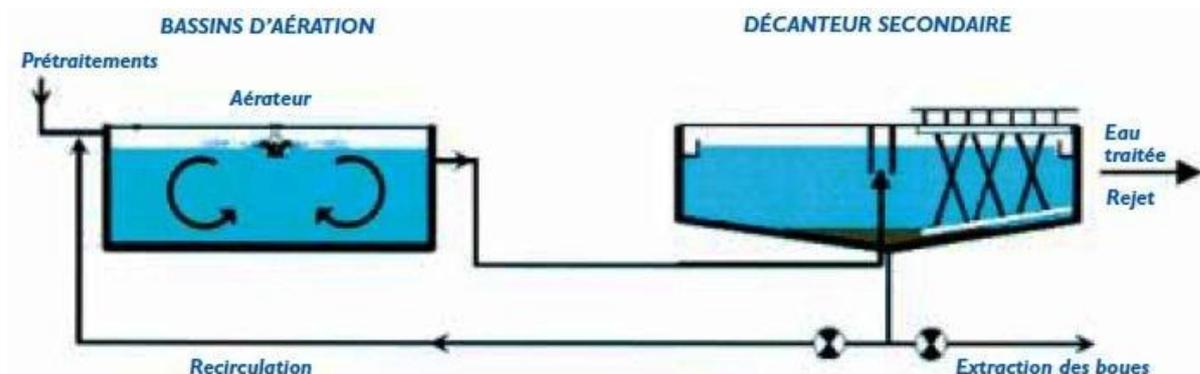


Fig. II-3: Synoptique d'une boue activée - aération prolongée [16]

II-3-2-2-Disques biologiques :

C'est une technique qui fait appel aux cultures fixées sur des disques biologiques tournants.

Les micro-organismes se développent et forment un film biologique épurateur à la surface des disques.

Les disques étant semi-immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée.

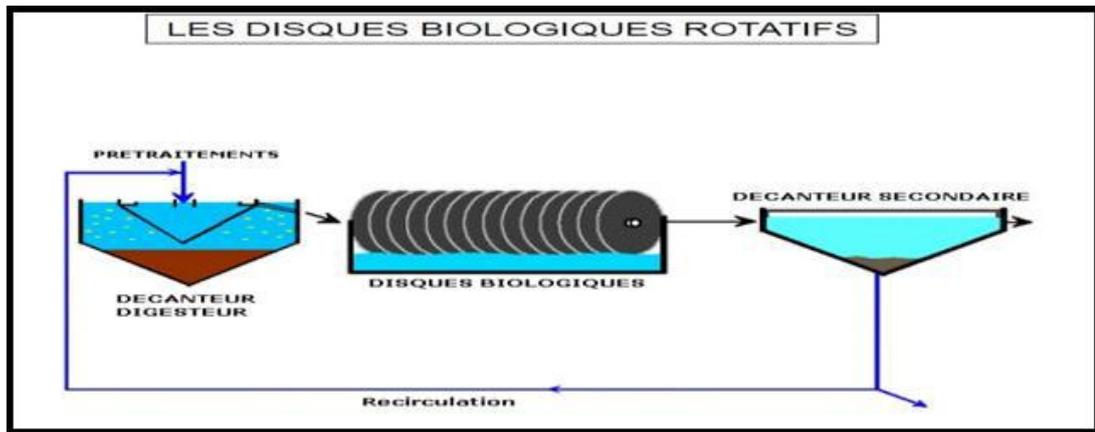


Fig. II-4-Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique [16]

II-3-2-3-Les biofiltres :

La biofiltration qui a eu un développement industriel récent sous la forme de systèmes à lits granulaires fixes est une technique qui vise à réaliser simultanément, dans le même ouvrage, la réaction biologique de dégradation aérobie de la pollution par la biomasse épuratrice et la clarification par filtration de l'effluent traité. Le procédé permet de s'affranchir d'un clarificateur aval.

L'ouvrage est un filtre garni en matériau de granulométrie suffisamment faible pour obtenir un effet de filtration efficace.

Le matériau sert simultanément de support à la biomasse épuratrice de type fixé que l'on maintient dans des conditions aérobies dans le filtre. Dans un tel système. L'accroissement de biomasse et les matières en suspension de l'effluent, retenues dans le matériau vont colmater progressivement le lit. On assure cycliquement sa régénération en utilisant des technologies mises en œuvre dans la filtration sur sable (lavage à l'eau en contre-courant).

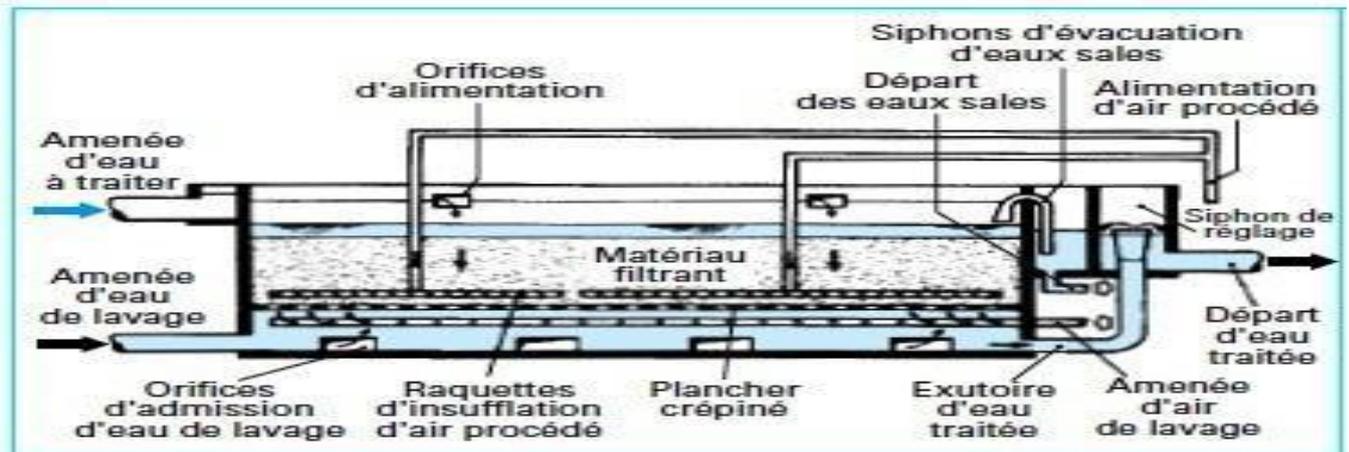


Figure . - Biofiltre à flux descendant *Biocarbonate®* (Degrémont)

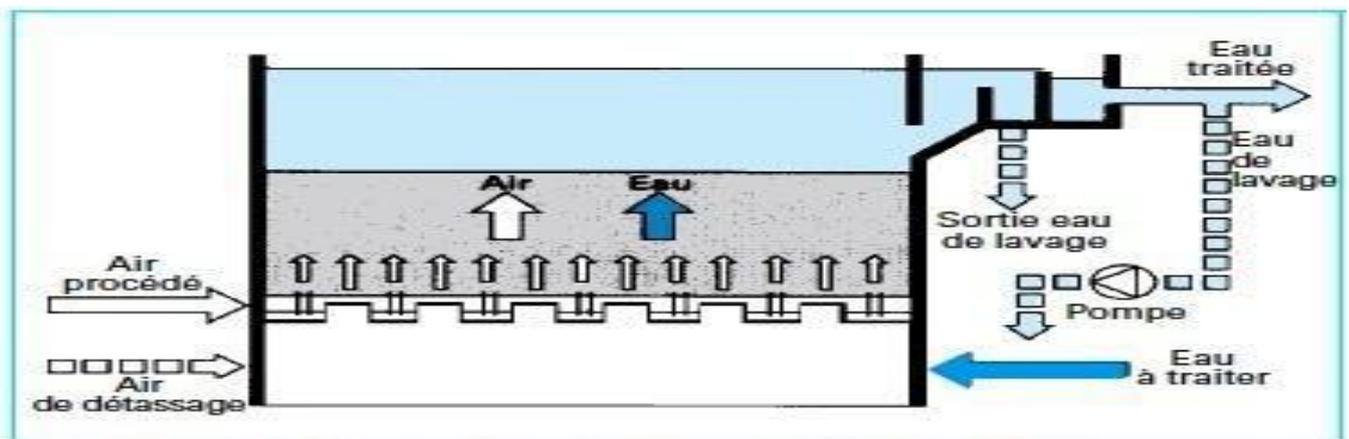


Figure - Biofiltre à flux ascendant *Biofor®* (Degrémont)

Fig. II-5-Biofiltre à flux ascendant Biofor (Degrémont)

II-3-2-3-a-Avantages :

Bien que les filtres biologiques aient une structure superficielle simple, leur hydrodynamique interne ainsi que la biologie et l'écologie des microorganismes sont complexes et variables. Ces caractéristiques confèrent de la robustesse au procédé. Autrement dit, il a la capacité à conserver ou à regagner rapidement son rendement à la suite d'une période d'arrêt, d'une période d'utilisation intense, d'un choc toxique ponctuel, d'un lavage du matériau (procédés de biofiltration rapide), etc.

La structure du biofilm protège les microorganismes contre des conditions ambiantes difficiles et conserve la biomasse à l'intérieur du procédé, même lorsque les conditions ne sont pas optimales à sa prolifération. Les procédés de biofiltration offrent les avantages suivants:

Puisque les microorganismes sont retenus dans le biofilm, la biofiltration permet leur prolifération à des taux de croissance relativement faibles;

Ces procédés sont moins sensibles aux charges variables ou intermittentes et aux chocs hydrauliques;

Les coûts d'exploitation sont habituellement inférieurs à ceux associés à l'utilisation d'une boue activée;

Le résultat final du traitement est moins influencé par la séparation de la biomasse, car la concentration de la biomasse dans l'effluent est beaucoup moins élevée que dans le cas de procédés utilisant une biomasse en suspension;

La biomasse associée devient plus spécialisée (concentration plus élevée d'organismes d'intérêt) à un stade donné de la chaîne de procédés en raison de l'absence de retour de biomasse.

II-3-2-3-b-Inconvénients

Comme la filtration et la croissance de la biomasse entraînent une accumulation de matière dans le matériau filtrant, ce type de procédé fixe présente des risques de colmatage et de formation de chemins préférentiels. Selon le type d'application et de matériau utilisé pour assurer la prolifération microbienne, des méthodes physiques ou chimiques peuvent contrôler le colmatage. Dans la mesure du possible, un lavage à contre-courant à base d'air ou d'eau peut être mis en œuvre pour dégager la biomasse excédante du lit bactérien et rétablir le débit. Il est également possible d'avoir recours à des produits chimiques oxydants (peroxyde, ozone) ou à des agents biocides.

II-3-2-4 Lits bactériens

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

L'effluent contenant la pollution ruisselle sur le support et pénètre dans le biofilm alors que l'air chemine naturellement à travers le lit qui repose sur une grille. Le décrochage de la biomasse est spontané par une augmentation de la phase endogène, par l'action des larves et par la vitesse de passage du fluide. Une décantation secondaire est indispensable.

La hauteur du lit bactérien est de 1 à 3 m pour un garnissage classique et de 6 à 12 m pour des garnissages plastiques.

Une aération permanente s'établit de bas en haut (lit plus chaud que l'air ambiant, effet de cheminée).

La distribution régulière de l'effluent est réalisée par des éléments fixes (rigoles, rampes fixes) ou mobiles (sprinklers rotatifs).

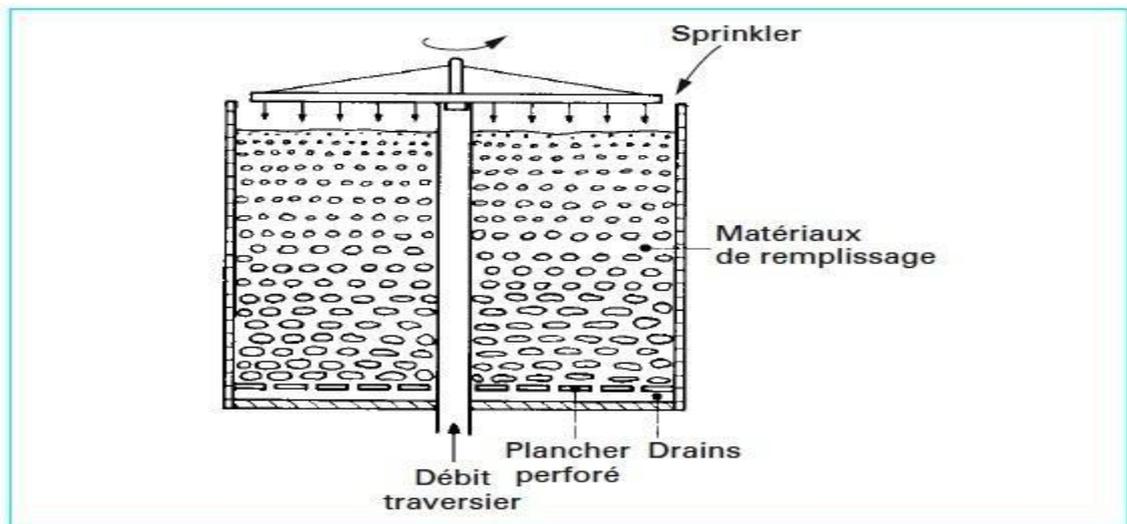
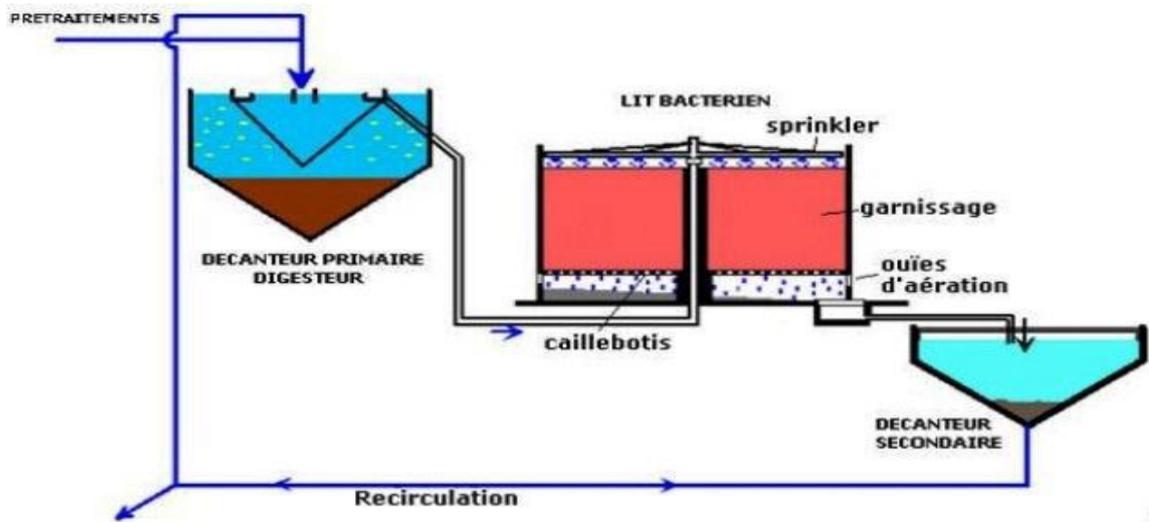


Fig. II-6-Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien [16]

II-3-3 Techniques extensives

II-3-3-1 Les cultures fixées sur support fin

Les techniques dites extensives sont des procédés qui réalisent l'épuration à l'aide de cultures fixées sur support fin ou encore à l'aide de cultures libres mais utilisant l'énergie solaire pour produire de l'oxygène par photosynthèse. Le fonctionnement de ce type d'installation sans électricité est possible, excepté pour le lagunage aéré pour lequel un apport d'énergie est nécessaire pour alimenter les aérateurs ou les matériels d'insufflation d'air.

a- L'infiltration-percolation sur sable

L'infiltration-percolation d'eaux usées est un procédé d'épuration par filtration biologique aérobie sur un milieu granulaire fin. L'eau est successivement distribuée sur plusieurs unités d'infiltration. Les charges hydrauliques sont de plusieurs centaines de litres par mètre carré de massif filtrant et par jour. L'eau à traiter est uniformément répartie à la surface du filtre qui n'est pas recouvert. La plage de distribution des eaux est maintenue à l'air libre et visible.

Une autre variante intéressante de l'épuration par le sol est constituée par les filtres à sable horizontaux ou verticaux enterrés. Ces techniques utilisées, avant tout, pour les situations relevant de l'assainissement autonome restent intéressantes pour l'assainissement autonome regroupé concernant quelques centaines d'équivalents-habitants. Pour un filtre à sable vertical enterré, un dimensionnement de 3,5 m² / hab est nécessaire et une alimentation basse pression recommandée

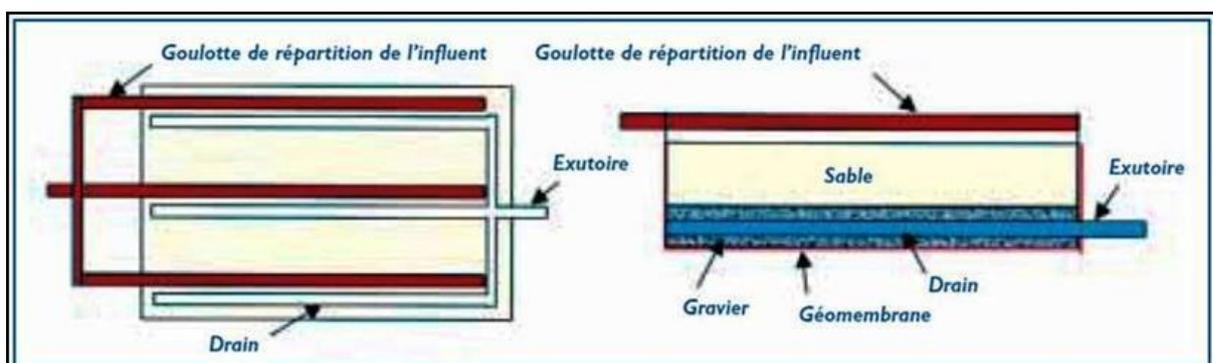


Fig. II-7-Infiltration-Percolation étanchée et drainée [16]

b- Les filtres plantés à écoulement vertical

Les filtres sont des excavations, étanchées du sol, remplies de couches successives de gravier ou de sable de granulométrie variable selon la qualité des eaux usées à traiter.

Contrairement à l'infiltration-percolation précédemment évoquée, l'influent brut est réparti directement, sans décantation préalable, à la surface du filtre. Il s'écoule en son sein en subissant un traitement physique (filtration), chimique (adsorption, complexation...) et biologique (biomasse

fixée sur support fin). Les eaux épurées sont drainées. Les filtres sont alimentés en eaux usées brutes par bâchées. Pour un même étage, la surface de filtration est séparée en plusieurs unités permettant d'instaurer des périodes d'alimentation et de repos.

Le principe épuratoire repose sur le développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol reconstitué relatif aux cultures fixées sur support fin). L'oxygène est apporté par convection et diffusion. L'apport d'oxygène par les racelles des plantes est, ici, négligeable par rapport aux besoins.

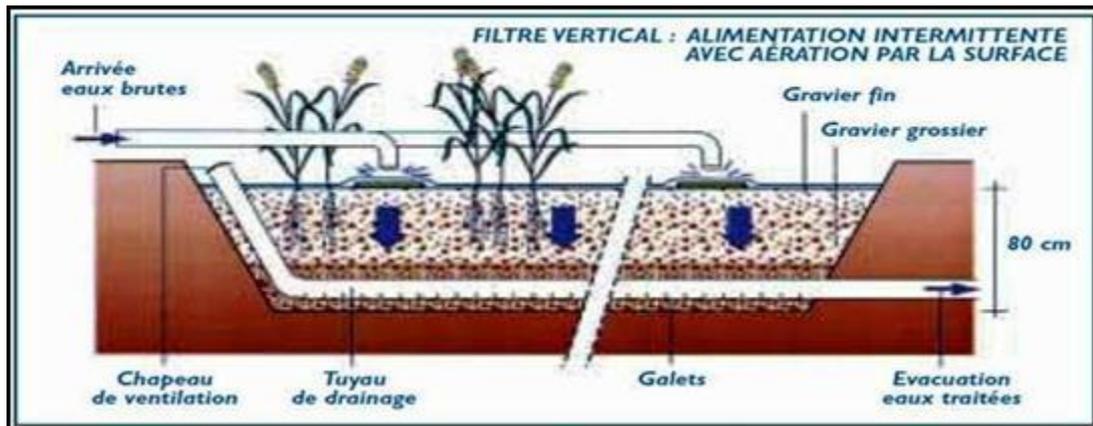


Fig. II-8-coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical [16]

c- Les filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal

Dans les filtres à écoulement horizontal, le massif filtrant est quasi-totalement saturé en eau. L'effluent est réparti sur toute la largeur et la hauteur du lit par un système répartiteur situé à une extrémité du bassin ; il s'écoule ensuite dans un sens principalement horizontal au travers du substrat. La plupart du temps, l'alimentation s'effectue en continu car la charge organique apportée est faible.

L'évacuation se fait par un drain placé à l'extrémité opposée du lit, au fond et enterré dans une tranchée de pierres drainantes. Ce tuyau est relié à un siphon permettant de régler la hauteur de surverse, et donc celle de l'eau dans le lit, de façon à ce qu'il soit saturé pendant la période d'alimentation. Le niveau d'eau doit être maintenu environ à 5 cm sous la surface du matériau. En effet, l'eau ne doit pas circuler au-dessus de la surface pour ne pas court-circuiter la chaîne de traitement ; il n'y a donc pas d'eau libre et pas de risque de prolifération d'insectes.

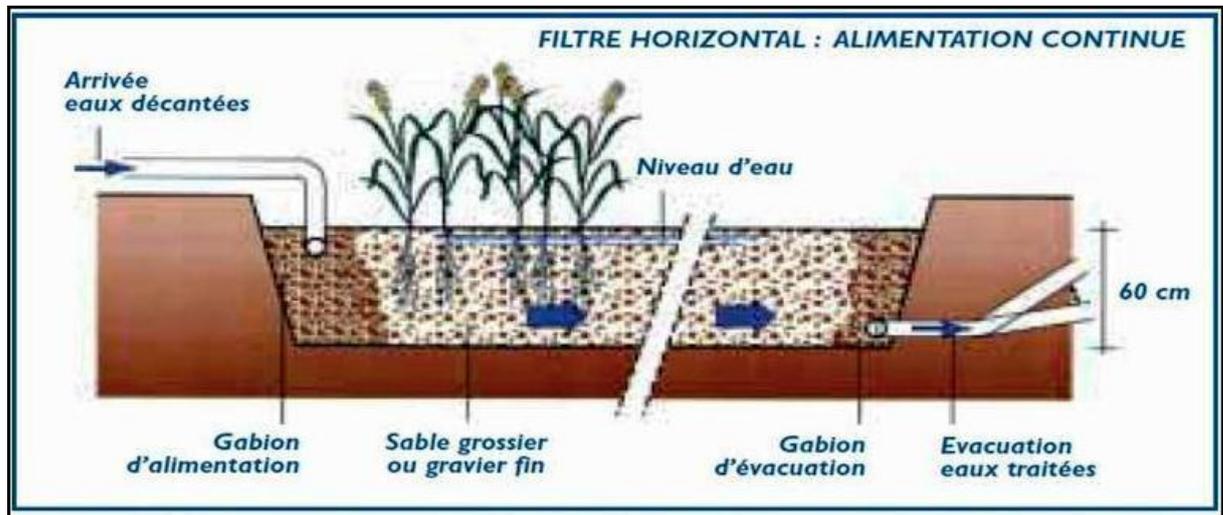


Fig. II-9-coupe transversale d'un filtre planté à écoulement horizontal [16]

II-3-3-2-Cultures libres

a-Lagunage naturel

L'épuration est assurée grâce à un long temps de séjour, dans plusieurs bassins étanches disposés en série. Le nombre de bassin le plus communément rencontré est de 3. Cependant, utiliser une configuration avec 4 voire 6 bassins permet d'avoir une désinfection plus poussée.

Le mécanisme de base sur lequel repose le lagunage naturel est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique.

Le gaz carbonique formé par les bactéries, ainsi que les sels minéraux contenus dans les eaux usées, permettent aux algues de se multiplier. Il y a ainsi prolifération de deux populations interdépendantes : les bactéries et les algues planctoniques, également dénommées. —Microphytes—. Ce cycle s'auto-entretient tant que le système reçoit de l'énergie solaire et de la matière organique.

En fond de bassin, où la lumière ne pénètre pas, ce sont des bactéries anaérobies qui dégradent les sédiments issus de la décantation de la matière organique. Un dégagement de gaz carbonique et de méthane se produit à ce niveau.

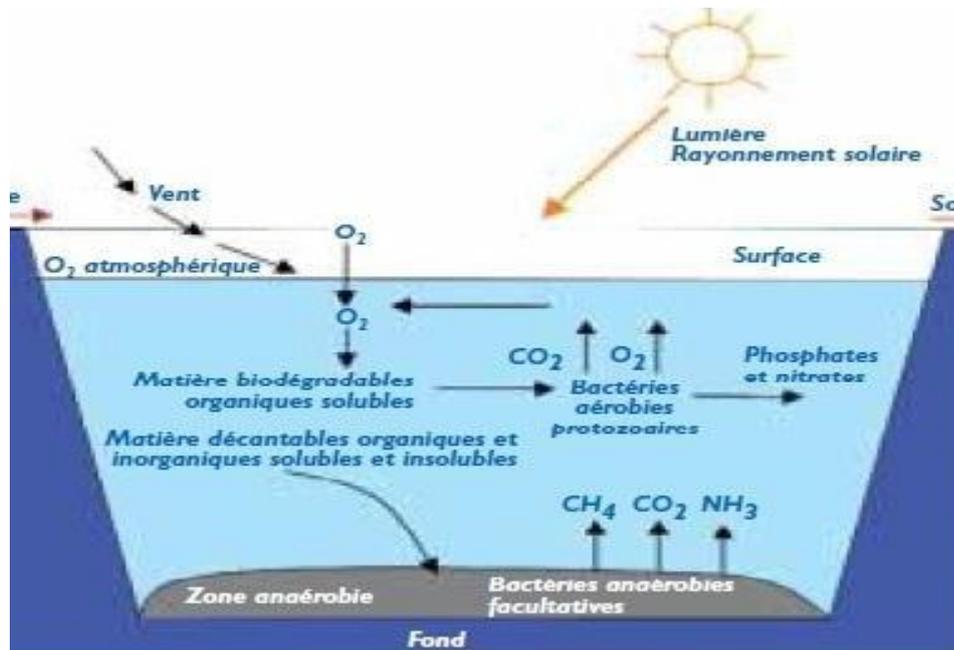


Fig. II-10-Les mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel [16]

b-Lagunage à macrophytes

Il est caractérisé par la présence de plantes visibles à l'œil nu, il est constitué de plantes immergées ou émergées enracinées ou non telles que les roseaux, les massettes, les joncs, les scirpes, les laiches, les lentilles d'eau ou les jacinthes d'eau. Les bassins sont alors généralement de plus faible surface et moins profond (0.6 à 0.8m) ou la charge polluante est plus faible. Au de la de son intérêt esthétique, l'utilisation des macrophytes peut améliorer significativement la qualité de l'effluent mais leur biomasse ne produit guère de bénéfices supplémentaires. L'effet épuratoire est du principalement à la faculté de ces plantes d'extraire les éléments nutritifs de la colonne d'eau et au support que leurs racines et feuilles offrent aux microorganismes susceptibles de dégrader les matières organiques et nitrifier l'azote ammoniacal. L'effet sur la dégradation de la matière organique passe principalement par la création d'une zone de rhizomes servant comme support pour le biofilm pouvant dégrader. Cet effet est cependant minimisé par la diminution de la ré-aération de la colonne d'eau. Par contre l'ombrage de l'eau du à la présence des macrophytes diminue fortement la quantité de rayonnements UV qui atteignent l'eau et l'efficacité épuratoire vis-à-vis des espèces pathogènes indicatrices (coliformes et streptocoques). De plus l'utilisation des macrophytes entraîne une augmentation des coûts de fonctionnement du fait d'un entretien plus lourd (faucardage et arrachage).

c-Lagunage aéré

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par

l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO5 éliminée).

II-3-3-3-Procédés bactériologiques (anaérobie)

II-3-3-3-a-Procédés bactériologiques (anaérobie)

La **digestion anaérobie** ou **méthanisation** est un processus biologique naturel qui, réalisé au sein de procédés maîtrisés, permet de traiter efficacement la pollution organique et de produire du **biogaz** dont le composé majoritaire, le **méthane**.

La méthanisation transforme la matière organique, sous forme soluble ou solide, conduisant à la formation de biogaz, mélange gazeux composé principalement de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2). Elle est réalisée en absence d'oxygène par une communauté microbienne diverse dans des écosystèmes naturels variés : les sédiments marins et d'eau douce, les tractus digestifs d'animaux, les décharges, les sols, etc. Elle est notamment à l'origine de phénomènes spontanés tels que les feux follets ou les émissions de gaz des marais.

- Décanteur-Digesteur

Le décanteur-digesteur assure :

- le dépôt des particules en suspension contenues dans les eaux usées préalablement prétraitées par simple séparation gravitaire,
- la digestion anaérobie de la fraction organique de ces dépôts progressivement accumulés. Ces deux fonctions bien distinctes nécessitent la mise en œuvre de deux ouvrages physiquement séparés. Dans la majorité des cas, ces deux ouvrages sont superposés afin de réduire le génie civil et l'équipement. On dénomme l'ensemble "décanteur-digesteur" ou "fosse IMHOFF".

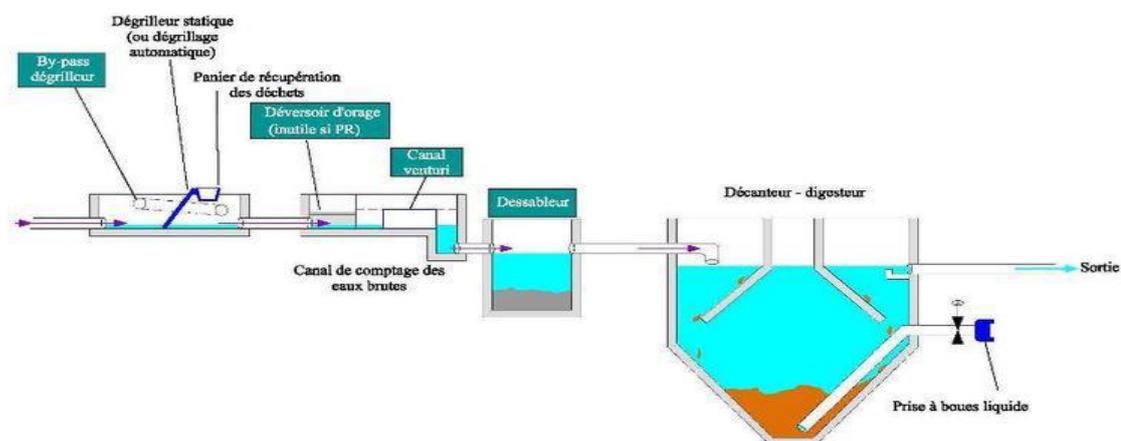


Fig. II-11-Schéma de principe de l'installation d'un Décanteur-Digesteur [17]

II-3-3-3-b-Comparaison entre les deux modes (Aérobie et anaérobie) :**Avantage :**

- Pas d'équipement d'aération (faible consommation d'énergie 25%)
- Faible besoin d'espace (2 à 5 fois moins qu'en aérobie)
- Les boues n'ont pas besoin de stabilisation
- Traitement de fortes charges (1 à 30 g/l)
- Production de méthane pour fourniture d'énergie
- La biomasse peut demeurer sans alimentation en substrat jusqu'à 3 semaines
- Besoin de peu d'éléments nutritifs ou de produits chimiques pour le fonctionnement
- Adaptation des bactéries pour la destruction de nombreux produits toxiques.
- Bonne efficacité obtenue dans la dépollution à débits élevés ;
- Adaptation aux faibles températures
- Simplicité et flexibilité du système
- Faible production de boues (2 à 30 fois moindre qu'en traitement aérobie) ;

Inconvénients :

- Temps de séjour important (gros volume de réacteur requis)
- Mauvaises odeurs (H₂S)
- Températures élevées requises (350 C)
- Sédimentation de la biomasse anaérobie plus difficile que celle des boues activées (surface et coût plus élevés)
- Opération plus sensible aux chocs (charge, pH)
- Pour atteindre une bonne épuration, nécessité d'un traitement aérobie ultérieur
- Ensemencement long (8-12 semaines)
- Risque inhérent au biogaz (incendie explosion)
- Difficulté d'enlever les nutriments ou les cellules pathogènes

— Longue période de démarrage

II-4-Conclusion :

La présentation des différents procédés disponibles (physiques, chimiques, biologiques) a contribué à une description globale d'une filière de traitement.

Sans procédés chimiques ou physiques ou biologique, de nombreuses substances ne peuvent pas être éliminées des eaux usées industrielles. Selon la composition des effluents, le procédé de traitement chimique et physique, biologique des eaux usées peut comprendre plusieurs étapes.

Le traitement biologique a suscité un intérêt particulier, elle est restera sans doute encore longtemps, le mode de traitement le plus utilisé pour assurer l'élimination de la pollution organique biodégradable des effluents urbains, car de loin le plus économique en exploitation.

CHPITRE III : DESCRIPTION DE CENTRE CARBURANT 1147 TIARET

III-1- Introduction :

NAFTAL étant la seule société algérienne responsable de la distribution et la commercialisation des produits pétroliers, elle est liée à des décrets qu'il faut les respecter :

- Décret exécutif n° **06-141** du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.
- Décret exécutif n°**09-209** du 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

Donc, elle est obligée de traiter ces effluents et dans ce chapitre nous allons voir comment se fait le traitement.

III-2- Définition de la société NAFTAL :

III-2-1- NAFTAL :

NAFTAL est une société algérienne, filiale à 100 % de SONATRACH. Elle est chargée de la distribution des produits pétroliers sur le marché algérien.

Par transfert du monopole et de biens et personnels détenus ou gérés par SONATRACH, le 6 avril 1981 par décret N° 80/101, il est créé une entreprise nationale dénommée « Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers » par abréviation (E.R.D.P), entreprise socialiste à caractère économique.

Entrée en activité le 1^{er} janvier 1982, elle est chargée de l'industrie du raffinage des hydrocarbures liquides et de la distribution des produits raffinés sur le territoire national. Le 5 février 1983, par décret n°83-112, il est procédé à la modification de la dénomination de l'entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers d'E.R.D.P en *NAFTAL*.

En date du 25 août 1987, promulgation du décret n°87-190 portant création, par transfert de l'activité raffinage de NAFTAL, de l'Entreprise nationale de raffinage des produits pétroliers sous le sigle « NAFTEC »; Naftal est désormais chargée de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés.

Le 18 avril 1998, elle change de statut avec la transformation de NAFTAL en société par actions au capital social de 6 650 000 000 DA, filiale à 100 % du holding SONATRACH Valorisation des Hydrocarbures.

III-2-2- Activité :

NAFTAL a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national. Elle intervient dans les domaines :

De l'enfûtage GPL.

De la formulation de bitumes.

De la distribution, stockage et commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux.

Du transport des produits pétroliers.

Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, Naftal met à contribution plusieurs modes de transport :

Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts.

Le cabotage et les pipes, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.

La route pour livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail.

III-2-3- Infrastructures :

Infrastructures opérationnelles :

47 dépôts carburants terre.

42 Centres et mini-centres GPL.

09 Centres vrac GPL.

47 Dépôts relais.

30 Dépôts aviation.

06 Centres marine.

15 Centres bitumes.

24 Centres lubrifiants & pneumatiques.

Un Réseau de Transport pipelines d'une longueur de (2 720 km).

Un Parc roulant de 3 300 unités.

Un Réseau de stations-service de 674 dont 338 stations-service en gestion directe. NAFTAL dispose de deux (02) centres de formation d'entreprise qui accompagnent les plans annuels et pluriannuels de formation.

III-2-4- Produits et services :

III-2-4-a- Professionnel :

Aviation.

Marine.

Bitumes.

Produits Spéciaux.

III-2-4-b- Particulier :

Carburants terre.

GPL.

Lubrifiants.

Pneumatiques.

Sirghaz.

Stations-service.

III-2-5- Environnement :

Depuis l'année 2000, l'entreprise participe avec le ministère chargé de l'environnement au programme du plan national d'action environnementale adhérant ainsi aux principes d'une croissance économique durable d'un point de vue environnemental.

La protection de l'environnement constitue un axe stratégique de la politique de développement de NAFTAL, eu égard à la dangerosité des produits manipulés, stockés, transportés et commercialisés.

La maîtrise des risques liés à ces opérations vise la sécurité des personnes, des biens et la protection de l'environnement.

Les exigences strictes en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement pour un développement durable.

III-2-6- Objectifs :

Améliorer sa qualité de service.

La modernisation et la réhabilitation de ses infrastructures de stockage.

La mise en conformité de ses installations avec les normes de protection de l'environnement et de la sécurité industrielle.

La modernisation et l'extension de son réseau de stations de services.

Le renouvellement de ses moyens de transport par route et de son matériel de manutention.

L'augmentation de ces capacités de transport par pipe.

III-2-7- La macrostructures de NAFTAL :

Dans cette partie, nous trouverons la hiérarchie suivante :

Le président directeur général « PDG ».

A ces cotés un conseiller et un directeur de projet central ainsi qu'un chef de projet.

Les trois branches principales de la société que sont :

La branche carburant.

La branche GPL.

La branche commercialisation.

Avec des départements aux seins de chaque branche que sont :

Administration, finances, ressources humaines, audit, juridique, santé et sécurité, système d'information, communication, maintenance et engineering.

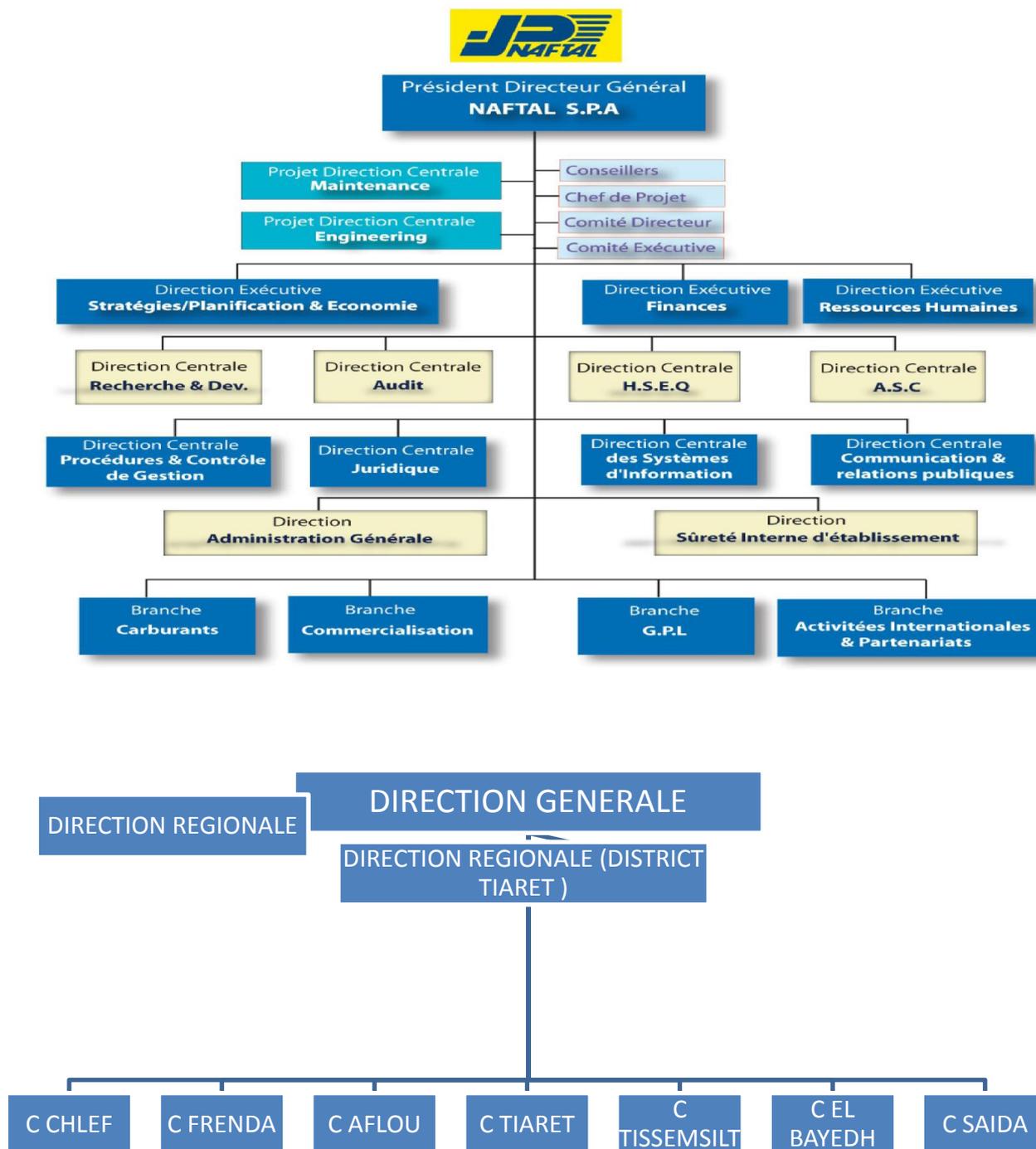


Figure III-3 : Organigramme de la société NAFTAL.

III-3- Centre 1147 de TIARET**III-3-1- fiche technique : Centre carburants 1147 Tiaret :**

DISTRICT : CBR TIARET

LOCALITE : TIARET

CODE CENTRE : 1147

ANNEE DE MISE EN EXPLOITATION : 1994

SOURCE APPROVISIONNEMENT RAFF D'ARZEW, CENTRE CBR ORAN P/C 1317

MOYEN APPROVISIONNEMENT PAR CAMION

ZONE D'INFLUENCE : TIARET –TISSEMSILT –AFLOU-FRENDA

SITUATION JURIDIQUE : Propriété NAFTAL (SPA)

SUPERFICE TOTAL ASSIETE : 189800M²SUPERFICE TERRAIN BATIE : 27667 M²

CLOTURE : En Dur

Infrastructure :01 BATIMENT ADMINISTRATIF (SUPERFICE) 459M²01 HANGAR LUBRIFIANT (SUPERFICE) 4080M²01 HANGAR PNEUMATIQUE (SUPERFICE) 5280M²01 POSTE DE CONTROLE R+1 25M²01 LOCAL D'ENTRETIEN (SUPERFICE) 1200M²01 BLOC VESTIERE SANITAIRE 120M²

01 CUVETTES DE RETENTION VOILES EN BETON

01 POSTE DE LIVRAISON

03 SOUS-STATIONS ELECTRIQUE (65-66-67)

01 UNITE DE TRAITEMENT DES EAUX HUILLEUSE :

01 BASSIN D 'ORAGE DE 60 M³

02 BASSIN DE RECUPERATION (SEPARATEURS)

02 POMPES A VIS 20 M³/H

01 CUVE DE RECUPERATION DE 20 M³/H

III-3-2- Installation :

III-3-2-a- Pompes carburants

PRODUIT	300 m ³ /h	150 m ³ /h	60 m ³ /h	Nbre Total Pompes
ESS.S/PLAN		05	/	
G.O	03	08	02	18 POMPES

III-3-2-b- Poste de chargement camions :

03 poste de chargement camions à double voies avec 17 bras perolo diamètre :4 "

III-3-2-c- Poste de déchargement camions :

04 postes de déchargement camions

III-3-2-d- Réseau anti-incendie :

Le centre 147 TIARET est muni d'un réseau anti-incendie maille :

01 Bac eau incendie 1200 m³

01 Réservoir mousse 16 m³

Centrale anti-incendie

02 Electropompes eau incendie 200 m³/h

01 Motopompe eau incendie 400 m³/h

01 Electropompes mousse 13 m³/h

01 Motopompes mousse 13 m³/h

01 Electropompes jockey 30 m³/h

Camion anti-incendie

Capacité :

- Eau 4000 Litres
- Mousse 1000 Litres
- Poudre 1000 KG



- 1-Poste des agents
- 2-Administration
- 3-Poste de charge et décharge
- 4-Bac de stockage
- 5-Bassin API

Figure III-2 Centre district carburent

III-4- Unité de traitement des eaux huileuses :

III-4-1- Générale :

Une unité de traitement est un ensemble d'ouvrage dimensionnée et conçue suivant un procédé, et un mode de fonctionnement comprenant:

Le bassin d'orage.

La station de pompage.

Le séparateur API. (2 bassins de séparation - un écrémeur –une cuve de récupération).

L'unité se trouve dans le cercle d'installation de stockage du centre 1147 Tiaret.

Situation géographique :

a)- Région : SUD-OUEST.

- Altitude : 1050 m.

b)- Distances par rapport aux grands centres :

6 à 7 km du Centre de Tiaret.

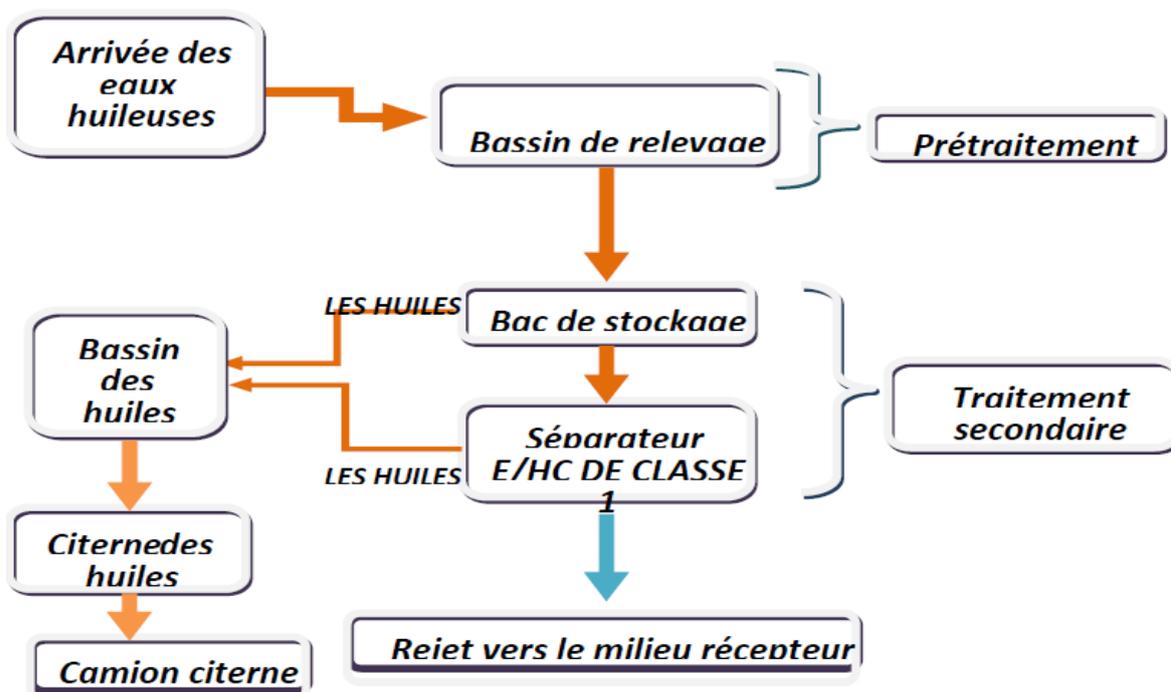


Figure III-3 : Filière de traitement l'unité des effluents liquides industriels.

III-4-2- Description technique :

III-4-2-a- Qualité et origine des eaux huileuses :

Les résiduares, qui se produisent sur l'espace d'installation de stockage, s'accumulent à l'aide de deux systèmes des canalisations :

Canalisation des eaux huileuses.

Canalisation de la pluie.

Ces systèmes des canalisations sont tout à fait séparés et les eaux se mélangent après l'épuration.

Canalisation des eaux huileuses collecte les eaux pouvant contenir des hydrocarbures (eaux pluviales, est anti-incendie et eaux ou hydrocarbures provenant des équipements), en particulier :

Eaux pluviales, anti-incendie et de lavage sur aires dallée ou bitumé (unités, pomperies, postes de chargement, ateliers et zones d'entretien ou déposé d'équipement).

Eaux pluviales et anti-incendie sur aires des cuvettes des parcs réservoirs de stockage d'hydrocarbures et des toits de réservoirs.

Eaux de lavage, eaux d'essais hydrauliques des équipements

Ces eaux peuvent se conduire jusqu'à dispositifs pour traitement :

Non contrôlé des surfaces.

Contrôlé des bassins protégé.

L'eau huile paraît ordinaire après chaque pluie, à cause de vidange des cuvettes, après chaque lavage des surfaces et des dispositifs etc.

Les pollutions, qui peuvent paraître dans l'eau, sont : pétrole et ses dérivés, essences, huile de graissage etc.

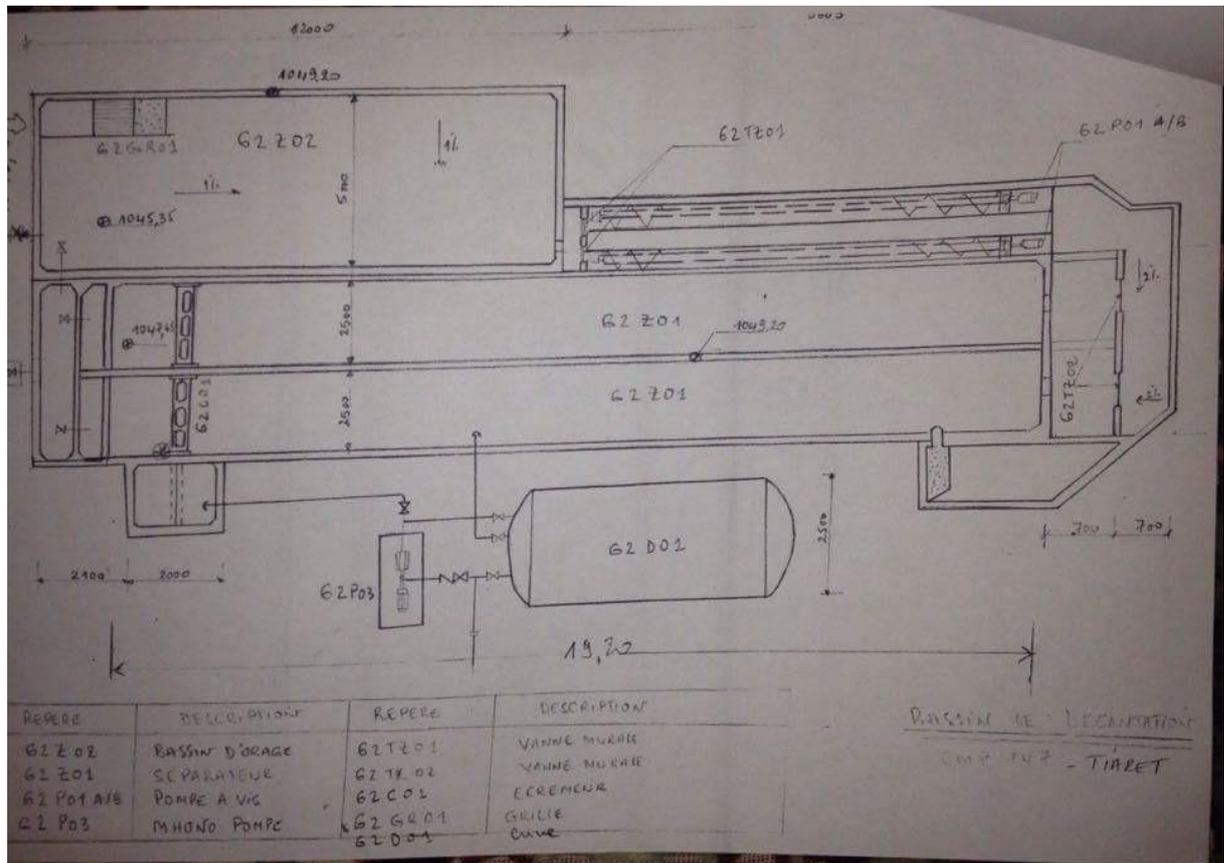


Figure III-4 : Plan du bassin API.

III-4-2-b- Description de la technologie de purification :

L'installation de purification des eaux huileuses comprend :

Le bassin d'orage.

La station de pompage.

Séparateur API.

Pour la purification de l'eau huileuse est prévu un séparateur gravitaire étudié suivant les recommandations d'API séparateur (American Petroleum Institute).

III-4-2-b-1- Bassin d'orage :

L'eau huileuse est récupérée dans le bassin d'orage servant de prise d'eau en débit d'eau maximum et permet une marche continue à l'unité.

À l'entrée du bassin est installée une grille des dimensions 1000*2300 mm au nettoyage manuel, la troue 30 mm, qui devrait écarter les matériaux flottants grossiers. La pente de grille est 30° (par rapport au vertical) ce qui permet le nettoyage des matériaux récupérés. Prés de grille est installé une cuve perforée de filtrage dans laquelle à l'aide des raclettes, se met le matériau séparé. Le

bassin est dimensionné à l'averse maximale ou bien au débit d'eau maximal et son volume est de 60 m^3 .



Figure III-5 : Bassin d'orage.

III-4-2-b-2- Station de pompage :

Le niveau de sortie tuyauteries huileuses est au 4.1 m au-dessous du niveau du sol et il est nécessaire prévoir devant le séparateur une station de pompage avec les pompes à vis. Les pompes à vis ont également la fonction de régler le débit d'eau ou bien de protéger le séparateur de la surcharge éventuelle lors du vidange des cuvettes. La station de pompage est équipée par 2 pompes à vis dont chacune est dimensionnée à la capacité maximum de sorte que l'une représente la réserve active pour l'autre.

Les pompes à vis sont convenables à ce but de la raison d'autorégulation de débit d'eau et d'emulgateur négligeable des eaux et elles ne sont pas sensibles à l'apparition des matériaux solides suspendus en fluide.

La station de pompe fonctionne complètement automatique c'est-à-dire la marche de pompe est dirigée par des contacteurs du niveau, à savoir :

Pour le niveau bas déclenchement la pompe.

Pour le niveau haut enclenchement la pompe.

Pour le niveau très haut qui alternativement enclenche la pompe de secours et signale à l'opérateur le défaut dans la station de pompage.

À l'entrée de la station de pompe se trouvent les vannes murales qui lors du défaut de la pompe permettent le déclenchement de cette pompe (empêchent le débit d'eau) et l'accès au pallier lisse inférieur.

L'accès aux pompes est permis à l'aide des escaliers à béton et la partie inférieure est couverte avec une grille pour marcher pour commander plus facilement avec des vannes murales.



Figure III-6 : Pompes à vis.

III-4-2-b-3 Séparateurs API :

Le séparateur huile - eau est dimensionné suivant les recommandations d'API standard et se compose de deux chambres liées avec un canal. À l'entrée de chaque chambre se trouvent des vannes murales avec le mécanisme d'ouverture manuel permettant la marche normale des chambres.

Ceci permet le nettoyage des chambres de boue déposé (de sédimentation) sans interrompre la marche de séparateur.

Etant donné qu'il n'y a pas de débit d'eau continu sur séparateur et l'eau huileuse arrive des surfaces de béton, la quantité de boue est de telle volume qu'il est nécessaire nettoyer le séparateur 1 ou 2 fois par an. À cause de débit d'eau temporaire et de petites quantités de boue sur séparateur n'est pas prévu un dispositif de relage. Avant d'entrer en cellule, l'eau huileuse passe à travers la chambre d'apaisement de cours et aussi à travers des diffuseurs stengl spécialement construits, et ensuite entre dans la cellule pour la séparation d'huile.

La destination de ces éléments est de réduire l'énergie cinétique d'eau et d'assurer que l'écoulement à travers de séparateur soit effectué suivant la loi de STOKES.

Sont prévus par deux éléments par cellule, diamètre 100 mm, ce qui correspond aux recommandations d'API standard.

La partie antérieure du séparateur est prolongée et a pour but de déposer la plus grande quantité de sédiments de boue. À l'exception de boue naturellement des séparateurs. Les cellules des séparateurs sont dimensionnées pour les conditions suivantes :

Débit	20 m ³ /h
Poids spécifique de la composante la plus lourd	0.936 kg/dm ³
Température de calcul	20 °C
Largeur de séparateur	2.5 m
Profondeur d'eau	0.9 m
Longueur de séparateur	20 m

Sur la partie inférieure de séparateur est monté l'écumeur dont le but est d'amener de l'huile séparée jusqu'au puisard à coté de séparateur. Le niveau de skimeur peut être régler manuellement en fonction d'épaisseur de couche d'huile en séparateur. Skimeur est équipé par la vanne manuelle de régulation de sorte que la hauteur peut être déterminée selon le désir et ainsi est assurée la commande de séparateur plus facile et plus sure.

Derrière skimeur se trouve une cloison syphoide avec lame déversoir empêchant l'évacuation d'huile et permettant la régulation de niveau d'eau dans le séparateur.



Figure III-7 : Écumeur.

L'eau purifiée de séparateur passe par un canal ouvert jusqu'au la vanne d'arrêt. Quand cette vanne est fermée, l'eau se dirige vers le bassin d'orage. Si les pompes à vis ne travaillent pas, l'eau peut aller à la surverse.

Les eaux huileuses produit qui dépariassent par lavage des surfaces par l'entretien des véhicules et de garage locotracteur sont emmenées jusqu'au mini séparateur.

Ces eaux apparaissent très rarement et en petites quantités et il n'est pas économique les amener jusqu'au séparateur API.

Les eaux huileuses entrent dans la première chambre de mini-séparateur à travers le tuyau d'entrée et avec d'eau propre. L'huile se sépare de l'eau et flotte vers la surface. L'eau plus propre du fond se verse dans l'autre chambre à travers le tuyau immergé. Dans l'autre chambre se passe le même procédé, mais l'eau se verse dans la troisième chambre comme l'eau propre. À la fin l'eau propre verse et se laisse écouler du tuyau de sortie à la dernière chambre dans les tuyauteries des pluies. L'huile de ces chambres se fait sortie manuellement se verse dans le séparateur API.

III-4-2-b-4- Principe de fonctionnement :

Le principe de cette séparation est basé sur le déplacement d'une gouttelette d'huile dans un milieu aqueux suit la loi de STOKES qui est formulée de la manière suivante :

$$v = \frac{2 * G^2 * g}{18 \mu} (\rho_E - \rho_H)$$

Avec :

V = vitesse ascensionnelle d'une goutte d'huile en cm/s.

ρ_e = masse volumique de l'eau en g/cm³.

ρ_h = masse volumique de l'huile en grammes /cm³.

g = accélération de la pesanteur 981 cm/s².

G = diamètre de la particule d'huile en cm.

μ_c = viscosité absolue de la phase aqueuse en Poises

III-4-2-b-5- Traitement d'huile :

L'huile séparée dans le séparateur, en ajustant l'écumeur est évacuée dans le puisard d'huile. Le niveau d'écumeur doit être réglé de telle manière d'empêcher la pénétration d'eau

dans le puisard ce qui pourrait aggraver le traitement ultérieur. L'huile collectée dans le puisard contient 70 - 80 % d'eau, c'est-à-dire l'huile est emmêlée dans l'eau. La séparation ultérieure sera dans un réservoir fixé d'acier, de volume 30 m³ dans lequel, l'huile de puisard est pompée à l'aide de pompe à vis. Cette pompe est auto-aspirateur et n'est pas sensible aux matériaux suspendus non plus à la présence d'eau et d'hydrocarbure. L'huile sera temporairement perompée dans le réservoir.

Le réservoir est équipé par des connecteurs de débit et de départ d'huile, la récupération d'eau séparée etc.

L'huile séparée est emmenée par des citernes dans la raffinerie pour le traitement et l'eau séparée est retournée dans le séparateur. La vidange de réservoir d'huile est 1-2 fois par an, quand l'huile libérée d'eau sera transportée par des citernes dans la raffinerie pour le traitement.

III-5-Conclusion :

Le but de traitement des eaux huileuses par bassin API est La protection de l'environnement et Récupération des huiles.

Le bassin API représente une solution durable avec un design très simple qui permet d'avoir des eaux décantées très limpide

CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV-1-Introduction :

Après la séparation de l'eau huileuse, il est obligé de faire quelques analyses sur l'eau avant sortie pour connaître son qualité.

Les analyses sont faites par ONEDD (l'observation nationale de l'environnement et du développement durable) à Tiaret.

IV-2-ONEDD :

Est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), créé par décret exécutif n°02-115 du 3 avril 2002.

Le contexte de création de l'ONEDD sur le plan international est relatif au nombreux protocole et/ou conventions que l'Algérie a ratifié et/ou signé, dont l'Agenda 21 pour le développement durable, à l'occasion de la Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le développement durable, tenue à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992 ainsi que la convention de Barcelone (Espagne) et les protocoles y afférents, portant sur la protection de la mer Méditerranée contre la pollution.

L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable a été mis en place afin de répondre aux nombreuses questions sur l'impact grandissant des activités humaines et industrielles sur l'environnement.

Parmi les missions de l'ONEDD, la gestion des réseaux d'observation et de mesure de la pollution et de surveillance des milieux naturels, qui lui confère la possibilité d'assurer le contrôle des rejets liquides déversés par les différentes unités industrielles dans les milieux naturelles et déterminé ainsi la charge de pollution au niveau des cours d'eau, des sédiments et des biotes.[18]

L'ONEDD, en tant qu'instrument technique de contrôle du Ministère de l'Environnement (ME), intervient à travers le territoire national dans les opérations de contrôle et de caractérisations réglementaires des effluents industriels (air, eau, déchets). [18]

IV-2-1-Échantillonnage environnemental et industriel :

Afin de garantir la fiabilité et la validité des essais analytiques pour les matrices (air, eau et solide) nos Laboratoires Régionaux ainsi que nos Stations de Surveillance assurent les travaux de prélèvement et d'échantillonnage par des méthodes de référence. [19]

Principe d'échantillonnage :

Le principe d'échantillonnage consiste à réaliser des prélèvements d'échantillon d'eaux, sédiments et sols dans des endroits ou zones prédéfinis dans l'espace et dans le temps, ces échantillons seront mis dans des flacons en verre ou en plastique avec un volume défini, ces échantillons doivent être bien représentatifs des points de prélèvement.

IV-2-2 Fiche technique :

IV-2-2-a Paramètres mesurés:

Température, pH, Débit, DBO5, DCO, MES, Teneur en plomb, Hydrocarbures totaux

IV-2-2-b Matériel utilisé :

1-Valisette de terrains multi paramètres (pH, température, Oxygène dissous, conductivité spécifique, salinité) (.WTW, MULTILNE P4).



Figure IV -4 : Valisette de terrains multi paramètres.

2- Débitmètre pour le calcul du débit d'écoulement d'eaux.



Figure IV -2 : Débitmètre

4- WTW OxiTop : Méthode manométrique instrument DBO



Figure IV-4 : WTW OxiTop

5- Détecteur des hydrocarbures totaux sur le terrain :



Figure IV -5 : Détecteur des hydrocarbures totaux sur le terrain

IV-3-Solution :

D'après ce qu'on a présenté dans le deuxième chapitre, la meilleure solution est la biofiltration, pour les raisons suivantes :

- Puisque les microorganismes sont retenus dans le biofilm, la biofiltration permet leur prolifération à des taux de croissance relativement faibles.
- Ces procédés sont moins sensibles aux charges variables ou intermittentes et aux chocs hydrauliques.
- Les coûts d'exploitation sont habituellement inférieurs à ceux associés à l'utilisation d'une boue activée.
- Le résultat final du traitement est moins influencé par la séparation de la biomasse, car la concentration de la biomasse dans l'effluent est beaucoup moins élevée que dans le cas de procédés utilisant une biomasse en suspension.
- La biomasse associée devient plus spécialisée (concentration plus élevée d'organismes

d'intérêt) à un stade donné de la chaîne de procédés en raison de l'absence de retour de biomasse

IV-3-1-Définition :

La biofiltration est une technique biologique ayant fait l'objet de nombreuses applications industrielles pour la dépollution des gaz ou de l'eau. Cette technique consiste à forcer le passage du gaz ou de l'effluent à traiter au travers un matériau granulaire sur lequel sont fixés les micro-organismes épurateurs. L'installation est appelée biofiltre.

IV-3-2-Installation du biofiltre :

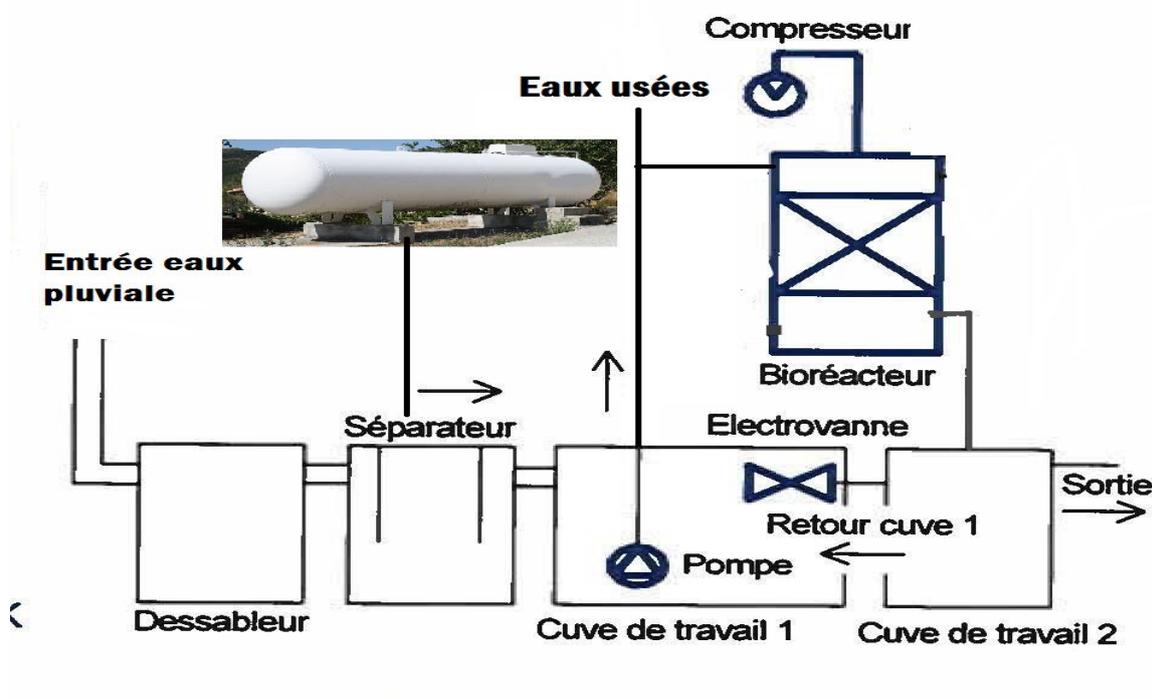


Fig. IV-6-schéma installation d'un biofiltre

IV-3-3- Principe de fonctionnement :

Pour des eaux résiduaires normalement concentrées, toute cellule de biofiltration doit être précédée d'un premier étage de traitement assurant un abattement important de la charge en matières en suspension (par décantation primaire simple ou par procédé physico - chimique , ...) .

Une cellule de biofiltration est constituée d'un bassin garni d'un matériau filtrant de faible granulométrie (quelques millimètres) immergé et aéré ou non suivant le type de réacteur . L'alimentation en eau résiduaire se fait par le haut ou par le bas.

La transformation de la matière organique contenue dans l'eau usée est effectuée par des populations bactériennes qui adhèrent au support granulaire, et colonisent le matériau (appelées biofilm par la suite) . Le milieu doit impérativement demeurer en aérobie pour satisfaire les besoins en oxygène des bactéries assurant le traitement du carbone et / ou l'oxydation des composés azotés.

Le massif filtrant se colmatant progressif ment en raison du développement d'un biofilm en surface des grains et de la rétention des matières en suspension entrantes, l'excès de biomasse doit être périodiquement retiré du système pour maintenir ses capacités hydrauliques et épuratoire. Cette opération est effectuée au moyen de lavages à l'eau avec des phases d'injection selon un courant ascendant, ces lavages étant homologues aux extractions de boues dans les stations à boues activées.

Dans un seul ouvrage (réacteur), les deux fonctions épuratoires sont donc réalisées :

- rétention des matières en suspension de l'eau usée par passage à travers le massif filtrant ;
- transformation biologique de la pollution organique dissoute par la biomasse active fixée.



Fig. IV-7 Exemples de supports bactériens pour biofiltres.

IV-4- Résultats et discussion :

IV-4-1- Résultats :

Tableau IV-1: Les résultats d'analyse.

Paramètres	Unités	Résultat	Valeurs limites (1)	Valeur limite A I (2)	Normes
Température	°C	35.5	30	30	Multi paramètres
pH	-	7.34	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	
Débit	l/s	0	-	-	
DBO5	mg/l	20	35	40	ISO: 5815-1:2003
DCO	mg/l	1152	120	130	ISO : 6060 :1989
MES	mg/l	47.2	35	40	ISO : 11923 :1197
Teneur en plomb	mg/l	< 0,2	0,5	0,75	ISO : 8288 :1986
Hydrocarbures totaux	mg/l	330	10	15	ASTM D 7066-04

(1) Valeurs limites des paramètres rejets d'effluents liquides selon le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

(2) valeurs limites anciennes installations.

IV-4-2- Discussion :

D'après les résultats d'analyses présentées dans le tableau ci-dessus, on remarque que ces résultats ne sont pas conformes aux normes présentées au décret national.

On constate que le traitement réalisé avec le bassin API seulement n'est pas assez efficace, sachant qu'il présente :

Une inefficacité pour l'élimination des émulsions stables et de la pollution dissoute (métaux lourds, Hydrocarbures dissous) .

- Accumulation des sédiments au fond du bassin ce qui réduit de volume du ce dernier ainsi que le temps de séjour.
- Risque d'incendie.
- Nécessite un entretien récurrent
- Nécessité de mettre en place des moyens de récupération de brut de la fosse, là où il n'y a pas de

gaz ou d'énergie électrique.

- Nécessite une intervention très rapide sur la pompe d'expédition lorsqu'elle tombe en panne pour éviter le débordement de la chambre de récupération d'huile.

Pour avoir un meilleur résultat on propose :

- Un nettoyage régulier du bassin API s'impose.
- Une configuration de plaques parallèles favorisant la séparation
- Installation d'une unité de biofiltration pour un affinage poussé de traitement

IV-5-Conclusion :

On a développé les matériels et méthodes d'analyses pour connaître la qualité de l'eau traité et on constate que pour avoir des résultats efficaces et conformes aux normes présentées dans le décret national il faut toujours chercher la meilleure technique de traitement.

Conclusion générale

Vu les impacts importants des rejets des eaux polluées issues des différents procédés de traitement des effluents industriels, l'opération d'épuration des effluents constitue un objectif primordial afin de garantir une économie substantielle de l'eau pour sa réutilisation. Aussi la politique de préservation de l'environnement instauré par les normes de concentration minimales des composants (polluants et contaminants...) reste toujours la limite à ne pas dépasser.

A cet effet notre projet s'est concentré sur l'amélioration du système traitement des effluents industriels (NAFTAL TIARET) existant et la proposition d'une unité d'affinage du traitement par biofiltration ce qui permet de rehausser les rendements d'épuration et préserver l'environnement.

- [1]. Sawadogo, B., Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien: cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso. 2018, Thèse de doctorat, Université Montpellier, Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement. p. 9
- [2]. Fella, B. and K. Meriem, traitement des eaux huileuse de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel par la photocatalyse hétérogène. 2017, Mémoire mastère, Université M'Hamed bougera, Boumerdes p. 1, 4,8,24,29,41,42.
- [3] « *Battery Manufacturing Effluent Guidelines* » [archive], EPA, 12 juin 2017.
- [4] EPA (October 1987). "Development Document for Effluent Limitations Guidelines, New Source Performance Standards and Pretreatment Standards for the Organic Chemicals, Plastics And Synthetic Fibers Point Source Category; Volume I." [archive] EPA 440/1-87/009.
- [5] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington, D.C. "Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Steam Electric Power Generating Point Source Category." [archive] Final Rule. 2015-09-30.
- [6] « *Lowering Cost and Waste in Flue Gas Desulfurization Wastewater Treatment* » [archive], sur Power Mag, Electric Power (consulté le 6 avril 2017).
- [7] EPA (2002). "Section 7: Wastewater Characterization." [archive] *Development Document for Final Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category*. Document no. EPA-821-R-02-004. pp. 7-1ff.
- [8] *Guide for the Application of Effluent Limitations Guidelines for the Petroleum Refining Industry*, EPA, juin 1985 (lire en ligne [archive]), p. 5.
- [9] « *Timber Products Processing Effluent Guidelines* » [archive], EPA, 13 mars 2018.
- [10] MARCEL DORE, chimie des oxydants et traitement des eaux, Edition Lavoisier (1989), Tec& Doc ,528p.
- [11]- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. (1989) : L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture : Recommandations à visées sanitaires, série de rapports techniques 778, OMS, Genève
- [12] mémoire de Magister ; traitement des eaux usés Mme Meziane Usto 2005
- [13] U.K. Ghosha, CNarayan. Pradhana, B. Adhikari, Désaliénation 208 (2007) 146-158
- [14]- BOEGLIN, J-C (2002) : Traitements physico-chimiques de la pollution soluble,

<https://www-techniques-ingenieur-fr.snd11.arn.dz/base-documentaire/environnement-securite-th5/gestion-de-l-eau-par-les-industriels-42447210/traitements-physico-chimiques-de-la-pollution-soluble-g1271/>

[15] PolycopieChellaliRachid2021

[16]- Guide : Procédés extensifs d'épuration des eaux usées Office International de l'Eau, 2001

[17]-Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse (2007) cours Epuration 2018/F02_decanteur_digesteur.7p

[18] <https://www.onedd.org/qui-somme-nous>

[19] <https://www.onedd.org/savoir>

[20] Agroalimentaire (2007), « Rapport d'activité de l'Association Nationale des Industries Agroalimentaires », <http://www.ania.net/ania/ressources>.

[21] T. Arnaud (2008), « Traitement des effluents de laiterie de montagne par digestion anaérobie : retour d'expérience de la coopérative laitière d'Entremont le vieux (73) », », L'eau, l'industrie et les nuisances, numéro thématique les traitements anaérobies, 32-34.

[22] Y. Bilik (2006), « La lumière », <http://pourpre.com/couleur/lumiere.php>.

[22] A. Berger et E. Levra (2004), « Rapport sur la filière française », comité permanent de coordinations des inspections, Conseil général du Génie rural, des eaux et des Forêts, Conseil général Vétérinaire, Inspection Générale de l'agriculture, Paris.

[23] S. Brossillon, H. Djelal, N. Merienne, A. Amrane (2008), « Innovative integrated process for the treatment of azo dyes : coupling of photocatalysis and biological treatment », Desalinisation, 222, 331-339.

[24] S. Brossillon, H. Djelal, N. Merienne, A. Amrane (2007), « Traitement de colorants azoïques par une technologie innovante : couplage photocatalyse – biodégradation » Réc. Progr. Génie des Procédés, 96, 1-8.

[24] Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, l'eau (2006), www.environnement.ccip.fr/eau/index.htm

[25] F. Carta-Escobar, J. Pereda-marin, P. Alvarez-Mateos, F. Romero-Guzman, M.M. Duran-Barrantes et F. Barriga-Mateos (2004), « Aerobic purification of dairy wastewater in continuous

regime. Part I : Analysis of the biodegradation process in two reactor configurations », Biochemica Engineering Journal, 21, 183-191.

[26] M. Chander, D. S. Arora (2007), « Evaluation of some white-rot fungi for their potential to decolourise industrial dyes », Dyes and pigments, 72, 192-198.

[27] C. de Campins (2005), « Etude d'un procédé compact de traitement biologique aérobie d'effluent laitiers », Thèse Doctorat de Sciences Ecologies, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénierie, INSA de Toulouse, 198 pages.

[28] T. Corthondo et F. Trepos (2004), « Traitement des effluents laitiers », [http:// www. apesa. fr/iso_album/traitement_effluents_laitiers.pdf](http://www.apesa.fr/iso_album/traitement_effluents_laitiers.pdf)

[29] G. Daufin, G. Gésan-Guiziou, E. Boyaval, P. Buffière, C. Lafforgue et C. Fonade (2000), « Minimisation des rejets de l'industrie laitière par le traitement des effluents à l'aide des procédés à membranes », tribune de l'eau, 600, 4, 25-33.

[30] D. Deepak, K.V. Anand et R. Bhargarva (1994), « Biodegradation kinetics of metal cutting oil : evaluation of kinetic parameters », Chemical engineering journal 56, B91-96.

[31] H. Djelal, M. Perrot et D. Grizard (2007), « Utilisation de champignons spécifiques pour la biodégradation d'effluents industriels », L'eau, l'industrie et les nuisances, 306, 85-91

[32] Boelgin et Roubaty, pollution industriel de l'eau, caractérisation, classification, mesure. 10 Janvier 2007. disponible sur <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/industrialisation-des-procedes-et-usine-du-futur-42602210/pollution-industrielle-de-l-eau-g1210/>

[33] Delporte. Traitement biologique aérobie des effluents industriels, édition technique d'ingénieur, traité environnement(2007), volume G1300 pp1-15.

[34] MARCEL DORE, chimie des oxydants et traitement des eaux, Edition Lavoisier (1989), Tec& Doc ,528p.

[35] Jeppsson, U., 1996 Modelling Aspects of Wastewater Treatment Processes.

-Thèse: Department of Industrial Electrical Engineering and Automation (IEA), Lund Institute of Technology (LTH), Lund University, Sweden.

[36] Jenkins, D., Richard, M.G. and Daigger, G.T., 1986 Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming.

-Water Res., Commision, Pretoria, p 165.

[37] Andreadakis, A. D., 1993 Physical and chemical properties of activated sludge flocs.

-Water Res., Vol 27, 12, pp 1707-1714.

[38] Tixier, N., 2003 Approche des propriétés rhéologiques de suspensions biologiques floculées.

-Thèse : Faculté des Sciences et Techniques de l'eau, Université de Limoges, France.

[39] Berland, J. M., Boutin, C., Molle, P. and Cooper, P., 2001 Procédés extensifs d'épuration des eaux usées.

-Office des publications des communautés européennes, Luxemburg.

[40] Dauphin, S., 1998 Connaissance et contrôle du fonctionnement des stations d'épuration, intérêt et limites des moyens métrologiques actuels : application à la gestion hydraulique d'un décanteur secondaire.

[41]-Thèse : Faculté des sciences et techniques de l'eau, Université Luis Pasteur de Strasbourg, France.

[42] Hadj-Sadok, Z. M., 1999 Modélisation et estimation dans les bioréacteurs ; prise en compte des incertitudes : application au traitement de l'eau.

-Thèse : Faculté des sciences de l'ingénieur, Université de Nice – Sophia Antipolis, France.

[43] Boari, G., Mancini, I.M. and Trulli, E., 1997 Technologies for water and wastewater treatment.

[44]-Séminaires Méditerranéens, Sér. A /n037, Università degli Studi della Basilicata Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell 'Ambiente Potenza, Italy.

[45] Jooste, S., Palmer, C., Kühn, A. and Kempster, P., 2003 The management of complex industrial wastewater discharges.

-Institute for Water Quality Studies, Department of Water Affairs and Forestry, Private Bag X313, Pretoria, South Africa.

[46] Baumont, S., 2004 Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France.

-Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ilede- France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), France.

[47] Ouali, M.S., 2001 Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux.

-Office des publications universitaires, Algérie.

[48] Henze, M., 1992 Characterization of wastewater for modelling of activated sludge processes.

-Wat. Sci. Tech., Vol 25, 6, pp 1-15. Gaid, A., Epuration biologique des eaux usées urbaines.

-Office des publications universitaires, Algérie.

[49] Norström, A., 2005 Treatment of domestic wastewater using microbiological processes and hydroponics in Sweden

-Department of Biotechnology, Division of Applied Environmental Microbiology, Royal Institute of Technology, AlbaNova University Center, Stockholm, Sweden, Printed at Intellecta DocuSys AB, Nacka, Sweden.

[50] Horan, N.J., 1990 Biological wastewater treatment systems, theory and operation.

-John Wiley and Sons.

Tableau IV-1: Les résultats d'analyse.

Paramètres	Unités	Résultat	Valeurs limites (1)	Valeur limite A I (2)	Normes
Température	°C	35.5	30	30	Multi paramètres
pH	-	7.34	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	
Débit	l/s	0	-	-	
DBO5	mg/l	20	35	40	ISO: 5815-1:2003
DCO	mg/l	1152	120	130	ISO : 6060 :1989
MES	mg/l	47.2	35	40	ISO : 11923 :1197
Teneur en plomb	mg/l	< 0,2	0,5	0,75	ISO : 8288 :1986
Hydrocarbures totaux	mg/l	330	10	15	ASTM D 7066-04

(1) Valeurs limites des paramètres rejets d'effluents liquides selon le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

(2) valeurs limites anciennes installations.

Résumé :

Autant les caractéristiques et le traitement des effluents domestiques sont bien connues, autant les rejets industriels posent de gros problèmes de par leur diversité et leur composition. On peut dire ainsi que pour chaque catégorie d'effluents industriels un traitement particulier doit être appliqué. L'objectif de cet article est de présenter les caractéristiques d'effluents industriels sur lesquels nous avons travaillé : les eaux huileuse du district carburant Tiaret et résulta de traitement qui fait par bassin API, ainsi que la proposition de biofiltre comme solution pour la dépollution et d'avoir un traitement très efficace pour l'obtention des eaux purifiées.

Les mots clés : les eaux huileuses, district carburant, bassin API, biofiltre,

Summary:

As much as the characteristics and treatment of domestic effluents are well known, industrial discharges pose major problems due to their diversity and composition. It can thus be said that for each category of industrial effluents a particular treatment must be applied. The objective of this article is to present the characteristics of industrial effluents on which we have worked: the oily water of the Tiaret fuel district and the result of treatment carried out by API basin, as well as the proposal of a biofilter as a solution for depollution and to have a very effective treatment for obtaining purified

Keywords: oily water, fuel district, API basin, biofilter,

ملخص :

بقدر ما تكون خصائص ومعالجة النفايات السائلة المنزلية معروفة جيداً ، فإن التصريفات الصناعية تطرح مشكلات كبيرة بسبب تنوعها وتكوينها. وبالتالي يمكن القول أنه يجب تطبيق معالجة خاصة لكل فئة من فئات النفايات السائلة الصناعية. الهدف من هذه المقالة هو تقديم خصائص النفايات السائلة الصناعية التي عملنا عليها: المياه الزيتية لمنطقة وقود تيارت ونتائج المعالجة التي أجراها حوض API ، بالإضافة إلى اقتراح مرشح حيوي كحل إزالة التلوث والحصول على علاج فعال للغاية للحصول على المياه النقية.

الكلمات الرئيسية : المياه الزيتية، منطقة الوقود، حوض API، المرشح الحيوي.