

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي لعين تموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut de Technologie
Département de Génie de l'eau & de l'environnement



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Filière : HYDRAULIQUE
Spécialité : HYDRAULIQUE URBAINE
Thème

**La réutilisation des eaux de la STEP (U27 raffinerie
d'Arzew) dans la production de vapeur.**

Soutenu : le 29/06/2019

Présenté Par :

Mr : Youcef OUAFI

Mr : Kouider OULHASSI

Devant les jurys composés de :

Mr : A. NEHARI

MAA CUBBAT

Président

Mr : K.BENMIA

Cadre Technique

Examineur

Mr : H.ABABOU

Cadre Technique

Examineur

Mme : H.BENCHEKOR

MAA CUBBAT

Encadreur

Mme : S.AINOUS

Cadre Technique RA1Z

Co-Encadreur

Année universitaire 2018/2019



Remerciements



En premier lieu, nous tenons à remercier le Bon Dieu de nous avoir donné la force, la santé et la patience pour accomplir ce modeste travail.

*En deuxième lieu, On tient à remercier évidemment notre encadreur, Mlle **H. BENCHEKOR**, et notre Co-encadreur Mlle **S. Ainous** pour leurs précieux conseils et ses explications pédagogique qui nous ont permis d'aboutir à ce résultat.*

Aussi on tient à remercier vivement les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont apporté à ce modeste travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leur critiques, ainsi que tous les enseignements de Centre Universitaire Belhadj Bouchai et en particulière ceux du département d'hydraulique.

Un grand merci pour tout le staff, les ingénieurs, les opérateurs et tout le personnel de la raffinerie RA1Z pour leur collaboration active à la réalisation de ce mémoire, en particulier :

*Mr **Senaina.H** (Ing de département technique), Mlle **Ainous.S** (Ing de département technique), Mr **B. KARIM** (Chef département zone 3), Mr **Mokdem.A** (Ing zone 27), Mr. **M. SIDI IKHLEF** (chef département zone 27), Mr **MOULAY** (chef de département de formation), Mr **RAOUF** (Ing département technique), Mr **K. HUSSEIN** (Ing zone 3),*

Un grand merci pour tout le staff, les ingénieurs, les opérateurs et tout le personnel de la raffinerie RA1Z pour leur collaboration active à la réalisation de ce mémoire.

YOUCEF & KOUIDER





Dédicace



J'ai l'immense honneur de dédier ce mémoire

A

Mes très chers parents au premier lieu qui étaient présents durant toute ma vie et leur support pendant toutes les périodes.

Mes frères et sœurs, surtout ma sœur Djamilfa laquelle m'as accueillie pendant tout mon séjour a Ain T'émouchent, A mon Bon Frère Abdel Djaliil que Dieux vous garde vos enfants WALID, HOUSSEM Et YOUNES

Mes très chers amis : SIDHOUM ABDEL KADER, BERRAIS REDHA, AZZOUZ AMINE, TLEMSANI FAIZA et LACEN NACER RWICHA

L'âme de mon oncle MOHAMED que dieu puisse l'accueillir dans son vaste paradis

A tous mes connaissances.

A tous mes enseignants qui on fait leur possible pour nous donner le maximum d'information concernant nos études.

A tous la promotion d'hydraulique master 2 (2018-2019).



OUAFI YUCEF

Dédicace

Je dédie ce travail en témoignage de ma gratitude

A

*Mes parents en premier lieu,
Tous les membres de ma famille
Ma femme et mon fils Wail*

*Egalement à mon enseignante et mon encadreur Mll. H.
BENCHEKOUR,*

A tous mes enseignants

*A tous la promotion d'hydraulique Master 02 (2018 -2019)
surtout à mon binôme Y. OUAFI.*



OVALHASSI KOUIDER

Sommaire

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATION

INTRODUCTION

CHAPITRE I : POLLUTION DES EAUX : ORIGINE ET LUTTE

I.1. POLLUTION DES EAUX.....	3
I.2. LES ORIGINES DE LA POLLUTION DES EAUX	3
I.2.1. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS URBAINS.....	3
I.2.2. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS AGRICOLS	4
I.2.3. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS INDUSTRIELS.....	4
I.3. LES DIFFERENTS TYPE DE POLLUTION.....	4
I.3.1. LA POLLUTION MICROBIOLOGIQUE	5
I.3.2. LA POLLUTION PHYSIQUE	5
❖ Pollution thermique.....	6
❖ La pollution radioactive.....	6
❖ Pollution mécanique.....	6
I.3.3. LA POLLUTION CHIMIQUE.....	6
❖ Pollution minérale	6
❖ Pollution organique	7
I.4. PARAMETRES DE MESURE DE LA POLLUTION.....	7
I.4.1. PARAMETRES ORGANOLEOTIQUES	8
I.4.2. PARAMETRES PHYSIQUES	8
I.4.3. PARAMETRES CHIMIQUES	9
I.3.4. AUTRES PARAMETRES	10
I.5. EPURATION DES EAUX USEES	11
I.5.1. DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION :.....	11
I.5.2. DIFFERENTES ETAPES D'UNE STATION D'EPURATION :.....	12
❖ Les Prétraitement :	12
❖ Traitement primaire (Traitement physico-chimique) :.....	14
❖ Les traitements secondaires :	15
❖ Les traitements tertiaires :	16

1.5.3. LES DIFFERENTS PROCEDES DE L'EPURATION	16
❖ Les procédés intensifs :	16
❖ Procédé extensif :	18

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA RAFFINERIE D'ARZEW

II.1. HISTORIQUE DE LA RAFFINERIE.....	21
II.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE	21
II.3. OBJECTIFS DU COMPLEXE	22
II.4. CAPACITÉ DE TRAITEMENT.....	22
II.5 CAPACITÉ ANNUELLES DE PRODUCTION.....	23
II.6. BILAN ÉNERGÉTIQUE.....	24
II.7. BILAN HYDRIQUE	24
II.8. PRÉSENTATION DES PRINCIPALES DEPARTEMENT DE RA1Z	25
II.8.1. DEPARTEMENT DE SÈCURITÉ	25
❖ Laboratoire de contrôle :	25
❖ Département de sécurité industrielle :	25
❖ Service prévention :	25
❖ Service intervention :	25
II.8.2. LES DEPARTEMENT DE PRODUCTION.....	26
II.9. ORGANIGRAMME DE DIFFÈRENTS PROCÈDÈS UTILISÈS DE RA1Z	28
II.10. UTULISATION DE L'EAU DANS L'INDUSTRIE DE RAFFINAGE	29
II.10.1. UTULISATION DE L'EAU DANS LA RAFFINERIE	29
❖ L'eau brute :	30
❖ Les eaux de dessaleur de pétrole brut :	30
❖ Les eaux de refroidissement :	31
❖ Les eaux de chaudières :	34
🚦 Utilisation de la vapeur dans une raffinerie :	35
II.10.2. LES PERSPECTIVES D'AMELIORATION	37

CHAPITRE III : DESCRIPTION DE LA STATION DE TRAITEMENT "unité 27"

III.1. DESCRIPTION DU PROCÈS DE L'UNITÉ 27.....	38
III.1.1. SITE D'IMPLANTATION DE L'UNITÉ 27.....	38
III.1.2. LES ÉTAPES DE TRAITEMENT DANS L'UNITÉ 27.....	39

III.2. PROCÈDE DE TRAITEMENT DE L'UNITÉ 27.....	40
III.2.1. AMENÉE DES EAUX USEES.....	40
❖ Déversoir d'orage	40
❖ Bassin d'orage (27BA-01)	40
❖ Bassin tampon (27T-01).....	41
II.2.2. LES PRÉTRAITEMENTS	41
❖ Déshuileur API 27 BA-06 A/B (Antiparallèle Plaques Intercepteurs).....	41
II.2.3. TRAITEMENT PRIMAIRE (PHYSICO-CHIMIQUE).....	42
❖ Unité de flottation (27K-05) :	42
❖ Bac de rétention (27T-02) :	43
II.2.4. TRAITEMENT SECONDAIRE.....	44
❖ Réacteurs biologiques séquentiels RBS (27T-03 A/B) :	44
II.2.5. TRAITEMENT TERTIAIRE	51
II.2.5. TRAITEMENT DES BOUES	54
❖ Epaisseur (27T-04) :	54
❖ Déshydratation des boues :	54
❖ Incinérateur de boue :	55

CHAPITRE IV: PARTIE LABORATOIRE

IV.1. NATURE ET COMPOSITION PHISICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EFFLUENTS:	57
IV.2. ANALYSES ET CONSTATS	58
IV.2.1. LES PARAMETRES ANALYSES	59
IV.2.2. MODE D'ECHANTILLONNAGE	59
IV.2.3. METHODES ET NORMES D'ANALYSES.....	60
❖ Mode opératoire :	66
IV.3. RESULTATS ET DISCUSSION	68
IV.3.1. INTERPRETATION DES RESULTATS.....	70
IV.4. ETUDE DE LA POSSIBILITÉ DE REUTILISER LES EAUX DE L'UNITÉ 27 COMME EAU D'APPOINT POUR LA PRODUCTION DE VAPEUR.....	71
IV.4.1. CONDITION DE LA QUALITÉ DES EAUX ÉPURÉES DANS LE BUT DE LES RÈUTILISER.....	71
❖ Interprétation	74
❖ Interprétation :	78

CHAPITRE V: PARTIE DIMENSIONNEMENT

V.1. METHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	80
❖ V.1.1. CHOIX DU DIAMETRE DE REFOULEMENT.....	80
❖ V.1.2. CALCUL DE LA VITESSE.....	81
❖ V.1.3. HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE (HMT).....	82
❖ Estimation des pertes de charges.....	82
❖ Pertes de charges linéaires H_L	83
❖ Pertes de charges singulières (H_S) :.....	84
❖ Pertes de charges totales (H_t) :.....	84
V.2.LE CHOIX DES POMPES.....	84
❖ V.2.1. DETERMINATION DE LA PUISSANCE DE LA POMPE.....	85
❖ Energie consommée par la pompe.....	85
V.3. CALCUL DE LA PRESSION NOMINALE DE LA CONDUITE.....	86
V.4. CALCUL DE NPSH.....	88
V.5. ETUDE DE COUP DE BELIER.....	89
❖ V.5.1. Célérité de l'onde élastique :.....	89
V.5.2.Valeur numérique de coup de bélier :.....	89
V.6. EVALUTION ECONOMIQUE.....	91
V.6.1. ESTIMAION DE PROJET.....	92
V.6.2. CONCLUSION.....	93

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES FIGURES

ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

pH: potentiel d'hydrogène

TA: titre alcalimétrique

TAC: titre alcalimétrique complet

TH: titre hydrométrique (dureté)

DCO: demande chimique en oxygène

DBO5: demande biologique en oxygène pendant cinq jours

HC: hydrocarbures

MOX: matières organiques oxydable

COT: Carbone organique total

NTK: Azote total de KJELDAL

PT: Phosphore total

ERI: eaux résiduaires industrielles

MES: matières en suspension

RBS : Réacteurs biologiques séquentiels

BRA: Brut Réduit Atmosphérique

BRI : Brut Réduit Importé

RSV: Résidu Sous Vide

LGO : Light Gas Oil

VGO : Vacuum Gasoil

SPO : Spindle Oil

MVO: Medium Viscous Oil

VO: Viscous Oil

SAE: Society of Automotive Engineers

BS: Bright Stock

DAO: De-Asphalted Oil

API: Antiparallèle Plaques Intercepteurs

HP: Haute Pression

MP: Moyen Pression

BP: Basse Pression

GIR : Groupe d'Intervention de Réserve

HB3 : Huile de Base 3

HB4 : Huile de Base 4

Résumé

Dans cette étude, une comparaison des caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux traitées à la sortie de la station de traitement des effluents « unité 27 » et celles de l'eau d'appoint qui alimente actuellement les chaudières provenant de station de dessalement « KAHRAMA » aux normes de qualité des eaux exigées pour la réutilisation dans la production de vapeur ont été effectuées. Il en ressort les conclusions suivantes :

- ◆ La qualité des eaux traitées au niveau de l'unité 27 répond aux normes algériennes des rejets industrielles
- ◆ Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de ces eaux épurées répondent à la qualité exigée par la norme de réutilisation d'eau comme appoint dans les circuits de production de vapeur.
- ◆ Une évaluation économique a été effectuée dans le but de déterminer le gain réalisé après l'opération de recyclage de cette quantité appréciable d'eau traitée qui est de l'ordre de 3000 m³/j coûtant environ 120 million de dinars annuellement avec un faible cout d'investissement de 6.3 million Dinars.

Cette étude nous a montré que la réutilisation des eaux permet également de respecter les règlementations, de protéger l'environnement et d'optimiser la consommation d'eau.

Mots-clés : unité 27, KAHRAMA, Normes algériennes des rejets, Production de vapeur.

Sommary

In this study, a comparison of the physicochemical and biological characteristics of treated water leaving the effluent treatment plant "unit 27" and those of the make-up water currently fed to the boilers from the desalination plant " KAHRAMA "to the water quality standards required for reuse in the production of steam have been carried out. The following conclusions emerge:

- ◆ The quality of treated water at Unit 27 meets Algerian standards for industrial discharges
- ◆ The physicochemical and biological characteristics of these purified water meet the quality required by the water reuse standard as a booster in steam production circuits.
- ◆ An economic evaluation was conducted to determine the gain achieved after the recycling operation of this significant amount of treated water which is of the order of 3000 m³ / d, costing about 120 million dinars annually with a low investment cost of 6.3 million dinars.

This study showed us that reusing water also helps to comply with regulations, protect the environment and optimize water consumption.

Keywords : unit 27, KAHRAMA, Algerian standards for industrial discharges.

ملخص

في هاته الدراسة، مقارنة بين الخصائص الفيزيائية والبيولوجية للمياه المعالجة المطروحة من محطة معالجة النفايات السائلة "الوحدة 27" وتلك الخاصة بمياه الغلايات التي يتم تغذيتها حالياً من محطة تحلية المياه " كهرماء " مع معايير جودة المياه اللازمة لإعادة استخدامها في إنتاج البخار. تظهر الاستنتاجات التالية:

- نوعية المياه المعالجة في الوحدة 27 تلبى المعايير الجزائرية للتصريف الصناعي.
- تفي الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لهاته المياه النقية بالجودة التي تطلبها معايير إعادة استخدام المياه كداعم في دوائر إنتاج البخار.

- تم إجراء تقييم اقتصادي لتحديد المكاسب التي تحققت بعد عملية إعادة التدوير لهاته الكمية الكبيرة من المياه المعالجة والتي تبلغ 3000 متر مكعب في اليوم، ربح حوالي 120 مليون دينار سنوياً بتكلفة استثمار منخفضة تقدر ب 6.3 مليون دينار جزائري.

كلمات مفتاحية: في الوحدة 27 محطة تحلية المياه " كهرماء " المعايير الجزائرية للتصريف الصناعي.

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est un élément essentiel dans l'industrie du raffinage et de la pétrochimie. En outre cette industrie recouvre une gamme d'utilisations de l'eau extrêmement variables, tant en quantité qu'en qualité. L'eau possède des propriétés physico-chimiques particulières et peut ainsi être utilisée pour réaliser de nombreuses opérations industrielles importantes. Par ailleurs, Cette utilisation peut causer une pollution des eaux vue que les rejets industrielles des raffineries sont composés de substances chimiques, de métaux lourds et des hydrocarbures. Par conséquent, ces eaux usées une fois rejetées dans la nature causent une menace sur l'environnement et la santé humaine. A cet effet, les exigences croissantes en matière de protection des ressources et de l'environnement (norme de rejet, taxes...etc.) imposent aux industriels une gestion plus rigoureuse à leur utilisation en eau.

C'est dans ce contexte que notre étude s'est focalisée sur le traitement des rejets de la raffinerie d'Arzew d'une part et d'autre part leur réutilisation dans les différents procès du raffinage tout en réduisant la consommation en eau et en minimisant les couts d'investissement.

L'objectif de notre étude est d'étudier la possibilité de réutiliser ces eaux épurées comme eau d'appoint pour la production de la vapeur dans la zone 3 afin de minimiser l'approvisionnement d'eau provenant de la station de dessalement KAHRAMA.

Notre travail se compose de deux volets :

Le premier volet décrit la partie théorique qui comporte trois chapitres :

- Chapitre I : pollution des eaux, Ces origines et moyens de lutte.
- Chapitre II : Présentation de la raffinerie d'Arzew, Sans oublier un aperçu sur l'utilisation de l'eau dans l'industrie de raffinage.
- Chapitre III : Description de la station de traitement des effluents industriels « unité27 ».

INTRODUCTION

Le deuxième volet décrit la partie pratique qui comporte d'une part le suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques caractérisant la qualité de l'eau traitée à la sortie de la station de traitement des effluents de la raffinerie « unité 27 et une comparaison des résultats obtenus avec :

- ❖ Les normes algériennes des rejets industriels
- ❖ Les normes de réutilisation

Et pour étudier la possibilité de réutiliser ces eaux traitées comme eau d'appoint on a réalisé des analyses pour vérifier notre constatations et les comparés avec :

- ❖ Les critères de qualité des eaux de chaudières (design).

Après le suivi de la qualité des eaux traitées à l'unité 27 qu'il faut introduire comme eau d'appoint dans le circuit de production de vapeur, nous allons faire une étude technico économique pour dimensionner la conduite d'adduction pour alimenter cette eau avec le bac de stockage de l'eau brut T603.

CHAPITRE I**POLLUTION DES EAUX : ORIGINES ET LUTTE**

L'eau est indispensable à la vie humaine pour assurer les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie. Cependant, Malgré les progrès scientifiques et technologiques, les conséquences du rythme accéléré de la croissance démographique ne sont pas toutes contrôlées. Ainsi, toute activité humaine conduisant à la détérioration de l'état original d'une eau naturelle constitue une menace potentielle de pollution de cette eau. Ces eaux polluées peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques et des composés organiques issus de divers rejets polluants [1]. Cependant, quelle que soit la nature ou le type d'eau considérée la pollution n'en épargne aucun. En effet, les engrais, les pesticides, les herbicides et les rejets d'eau résiduels (urbains, agro-alimentaires et industriels) avec leur charge toxique répandue en surface, menace l'écosystème aquatique [2].

1.1. POLLUTION DES EAUX

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique [3], [4] En outre c'est une dégradation de l'eau en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques par des rejets ou dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables (les produits toxiques, les déchets industriels tels que hydrocarbures, les microorganismes ...etc.) On trouve ces pollutions dans le milieu naturel (cours d'eau, mer). Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines.

1.2. LES ORIGINES DE LA POLLUTION DES EAUX [5]***1.2.1. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS URBAINS***

Résultant de la collecte et du traitement des eaux usées des ménages, des activités domestiques, artisanales, les eaux de lavage, ainsi que du ruissellement des eaux pluviales qui sont généralement chargées de graisses, de débris organiques et de détergents.

I.2.2. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS AGRICOLS

Résultant de la percolation des eaux de pluie dans les sols et de son ruissellement, de l’usage massif d’engrais chimiques (nitrates et phosphates) sur les sols, des activités maraîchères et des élevages.

I.2.3. POLLUTION DES EAUX CAUSEES PAR LES REJETS INDUSTRIELS

La fabrication des produits industriels génère très souvent des rejets d’eau polluée par les ateliers de production. Ils sont appelés effluents industriels. Ces effluents doivent impérativement être traités car la pollution qu’ils contiennent peut être très concentrée, ou avoir un effet toxique sur les organismes vivants et ainsi nuire au pouvoir d’autoépuration de l’eau. Ils peuvent aussi induire l’accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, radioactivité, substances toxiques...). Les rejets d’eaux chaudes peuvent aussi perturber tout l’écosystème d’une rivière le cas de l’industrie chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...etc.

I.3. LES DIFFERENTS TYPE DE POLLUTION

On distingue généralement trois grandes familles :

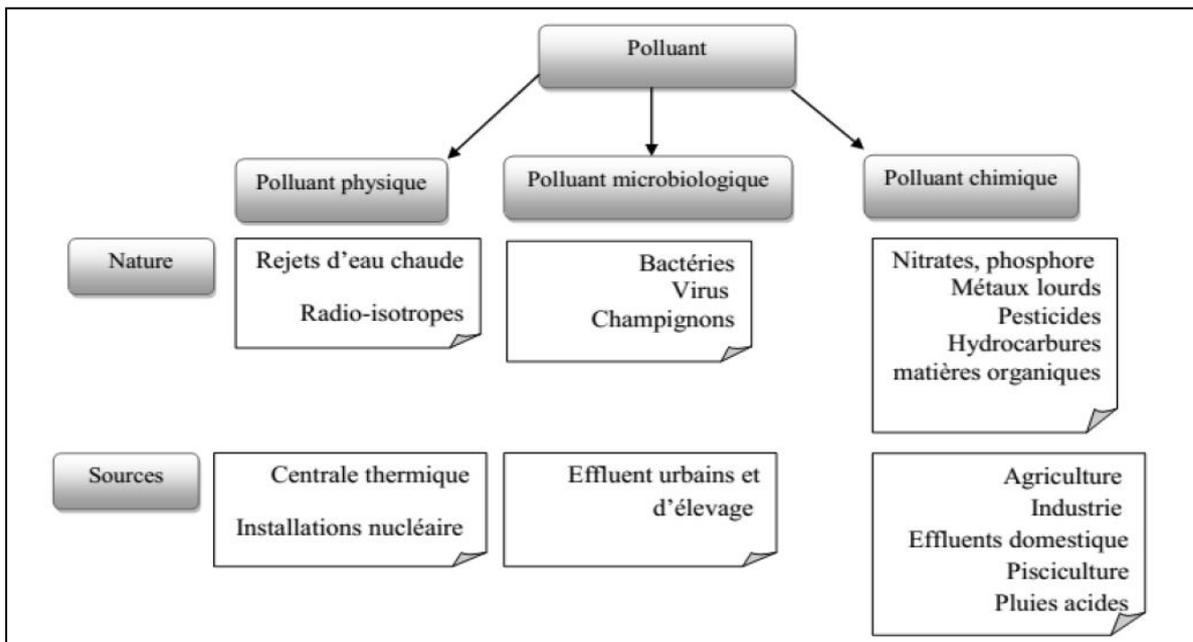


Figure I.1: La nature de produit polluants et leurs origines.

I.3.1. LA POLLUTION MICROBIOLOGIQUE

La pollution microbiologique est le rejet des eaux résiduaires urbaines chargées en germes intestinaux dont beaucoup sont pathogènes [6]. Elle est causée quand un effluent de matières organiques humaines ou animales pénètre dans un milieu aquatique, les germes pathogènes se diluent dans ce dernier. Bien que ces germes intestinaux soit habitué à un milieu riche en matière organique, ils peuvent se développer dans différents horizons aquatiques en eaux superficielles ou souterraines [6]. Ils ont obtenues des possibilités de résistance dans ces conditions défavorables, ils sont souvent aérobie/anaérobie. Ces germes sont l'origine des maladies infectieuses (choléra, hépatite virale, peste...etc.).

I.3.2. LA POLLUTION PHYSIQUE

C'est la modification de la qualité physique du milieu ; les trois principaux agents de cette pollution sont : [7]:

- La chaleur,
- Les éléments solides entrainés par l'eau,
- La radioactivité.

❖ Pollution thermique

C'est la résultante des rejets d'eaux à température trop élevée (comme l'eau de refroidissement) [7], [8] qui influent la solubilité de l'oxygène et l'équilibre biologique du milieu [8] ainsi elle provoque un bouleversement dans l'environnement parce qu'elle agit sur un facteur écologique essentiel qui est la température [7]. (En effet, les poisons les plus résistants meurent à 35°C) [8].

❖ La pollution radioactive

A cause de la radioactivité artificielle des rejets de l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales nucléaire, exploitation de mines d'uranium, Le traitement des déchets radioactifs ...) [9], [8].

En fait la particularité de cette pollution est que l'observation humaine quotidienne n'est pas perceptible [10]... En outre, La radioactivité de certains isotopes dure plusieurs siècles c'est pourquoi l'élimination des déchets radioactifs est dangereuse et pose un réel problème.

❖ Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les Eaux Résiduaires Industriels, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES. [11]

I.3.3. LA POLLUTION CHIMIQUE

Cette pollution est provoquée à cause du déversement des substances chimiques, organiques ou minéraux d'origine industrielle (tels que les hydrocarbures, les métaux lourds, les détergents, etc.) Ou agricole comme les pesticides.

❖ Pollution minérale

La pollution minérale due essentiellement aux rejets industriels qui modifient la composition minérale de l'eau. Cette pollution est causée par les métaux lourds (comme le Plomb Le mercure Le cadmium le chrome et l'arsenic... etc.) qui présentent un poison pour tous les organismes vivants car ils bloquent les métabolismes, ou l'utilisation de Phosphore qui est l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [12]. Et le Furfural qui est utilisé comme un solvant pour l'extraction du raffinage des huiles lubrifiantes, car il est très efficace pour éliminer les composés contenant de l'oxygène ou du soufre. L'ingestion accidentelle du furfural peut causer la mort et son absorption par la peau pourrait endommager le système nerveux et les poumons des êtres humains [13].

❖ Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentation anaérobie (dépôts de matières organiques au fond des rivières) [12], [14]. Parmi ses substances on distingue, les produits chimiques qui entraînent la pollution chimique comme les détergents, Les phénols ou bien les hydrocarbures.

✚ Pollution par les hydrocarbures :

Les hydrocarbures sont des substances peu solubles dans l'eau est difficilement biodégradable, leurs densités inférieures à celle de l'eau les fait surnager et leurs vitesses de propagation dans le sol sont 5 à 7 fois supérieures dans l'eau. Ils entraînent des risques de pollution (accidentelle et chronique) pour l'environnement pouvant influencer

l'équilibre écologique et parfois entraîner la destruction de l'écosystème [9], [15]. Ces composés sont produits en quantité importante par l'activité humaine, et notamment dans les processus de pyrolyse et de combustion [15]. Les cours d'eau et les nappes phréatiques peuvent être contaminée par les hydrocarbures, qui viennent de l'industrie (raffineries) ou encore des vidanges automobiles. L'émission de ces derniers composés lourds se retrouve en surface et ils sont susceptibles d'infecter le réseau d'assainissement et le réseau de distribution de l'eau potable [9]. Les hydrocarbures occupent au sein des préoccupations environnementales, une place particulière [16]. Cet intérêt est dû à leur rémanence dans l'environnement et à leur toxicité (mutagène et cancérigène) [9], [16].

Tous les types de pollution que nous venons de définir existent au niveau du golfe d'Arzew.

I.4. PARAMETRES DE MESURE DE LA POLLUTION

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents [17], [18]. Parmi ces paramètres on cite les plus importants:

I.4.1. PARAMETRES ORGANOLEOTIQUES

❖ Couleur :

La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes [19], [18].

❖ Odeur :

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [18].

I.4.2. PARAMETRES PHYSIQUES

❖ Température :

Elle joue un rôle important de la solubilité des sels dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. Elle agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [18], [20].

❖ **pH :**

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) [19], [20].

❖ **Turbidité :**

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence de MES.

Tableau I.1: classes de turbidité usuelles.

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement
NTU > 30	Eau trouble

❖ **Matières en suspension :**

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les eaux résiduaires industrielles. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C [17], [21].

I.4.3. PARAMETRES CHIMIQUES

❖ **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h [22], [23].

❖ **Demande biologique en oxygène (DBO5) :**

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation

d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées.

L'épuration biologique aérobie complète d'une eau résiduaire industrielle exige en fait un temps de 21 jours (DBO 21 dit ultime) nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables, ou de 28 jours sinon 35 jours, qui représentent le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures. Le rapport DCO/DBO5 est l'indice de la biodégradabilité d'une eau. Pour qu'une pollution soit dégradable le rapport est inférieur à 2,5 [19], [23].

❖ **Carbone total organique COT :**

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous.

Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [19],[20].

❖ **Azote total de KJELDAL « NTK » :**

Ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les Eaux résiduaires industriels recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL [17], [19].

❖ **Phosphore total PT :**

Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes de:

- Orthophosphate, soluble PO₄H₂⁻ ;
- Polyphosphate qui a tendance à s'hydrolyser en orthophosphate;
- Phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie [19].

I.3.4. AUTRES PARAMETRES**❖ Hydrocarbures :**

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents [19].

❖ Les Micropolluants :

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités [19].

Les principaux micropolluants sont :

- Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg);
- Composés phénoliques, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques ;
- Certains dérivés nitrés.

I.5.EPURATION DES EAUX USEES

Les eaux usées nécessitent d'être traitées et épurées avant leurs évacuations dans le milieu récepteur pour la protection de l'environnement. Le principe de l'épuration des eaux usées est basé dans la plupart des cas sur la dégradation biologique aérobie des pollutions présentes dans les eaux usées après avoir subi plusieurs traitements physiques, chimiques.

I.5.1. DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION :

Une station d'épuration peut s'apparenter à une usine de dépollution des eaux usées avant leur rejet en milieu naturel, généralement en rivière. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur passent par des différentes étapes (Le prétraitement, Le traitement secondaire et Le traitement tertiaire). Chacun de ces étapes conçu pour extraire au fur et mesure les différents polluants contenus dans les eaux. Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte des

effluents (eaux usées domestiques et urbaines et, par extension, les eaux usées industrielles ou agricoles) et juste en amont de la sortie des eaux qui seront épurées. Voici ci-dessous une vue d'ensemble d'une station d'épuration ainsi qu'un schéma représentatif des différents traitements d'épuration [32].



Figure I.2 : Représentation d'une station d'épuration domestique : vue d'ensemble.

I.5.2. DIFFERENTES ETAPES D'UNE STATION D'EPURATION :

❖ Les Prétraitements :

Les prétraitements constituent un ensemble d'opérations physiques et mécaniques qui sert à éliminer les éléments solides les plus grossiers susceptibles de gêner les traitements ultérieures ou d'endommager les équipements [24-25]. Ils se composent de :

✚ Le dégrillage :

Consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés qui retiennent les éléments les plus grossiers. Les barreaux sont placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontal [25]. Le choix d'espacement des barreaux de la grille est défini par la taille et la nature des déchets acceptés par la STEP. Un espacement de 10mm (dégrillage fin) maximum est utilisé pour protéger les filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm

pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel [11].

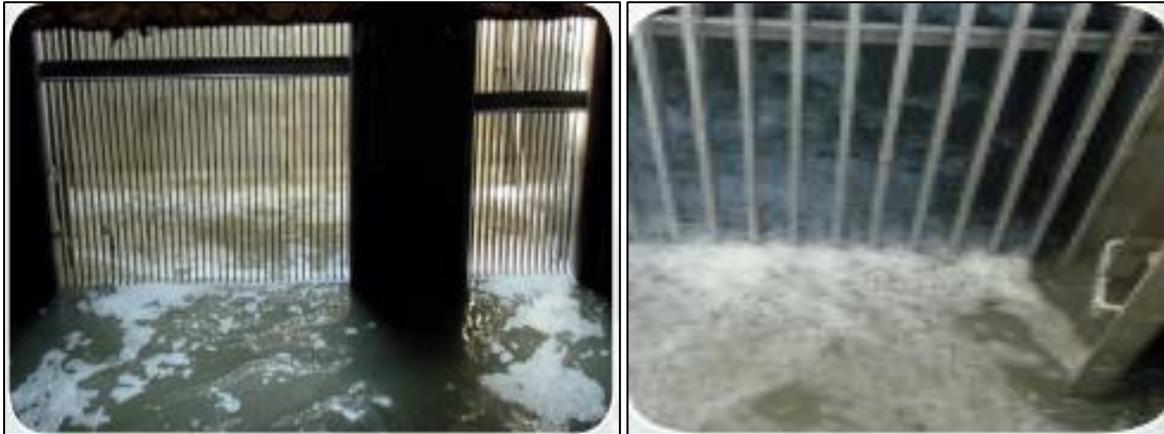


Figure I.3 : Dégrilleur manuel.

Le dessablage :

Ce traitement est constitué d'un bassin où la réduction de vitesse d'écoulement permet la décantation des sables. Par ce processus, sont enlevés de l'eau les éléments grossiers et les sables de dimension supérieure à 200 microns dont la vitesse de chute est inférieure à 0,3 m/s. Il faut 60 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation [11].

Le déshuilage-dégraissage :

Il se base également sur la réduction de vitesse d'écoulement des eaux afin de faire flotter les graisses. Cette flottation est accélérée par l'injection de microbulles d'air par le fond. Les graisses sont ensuite raclées en surface. Cette technique permet d'éliminer 80 à 90% des graisses et matières flottantes (soit 30 à 40 % des graisses totales) [32].

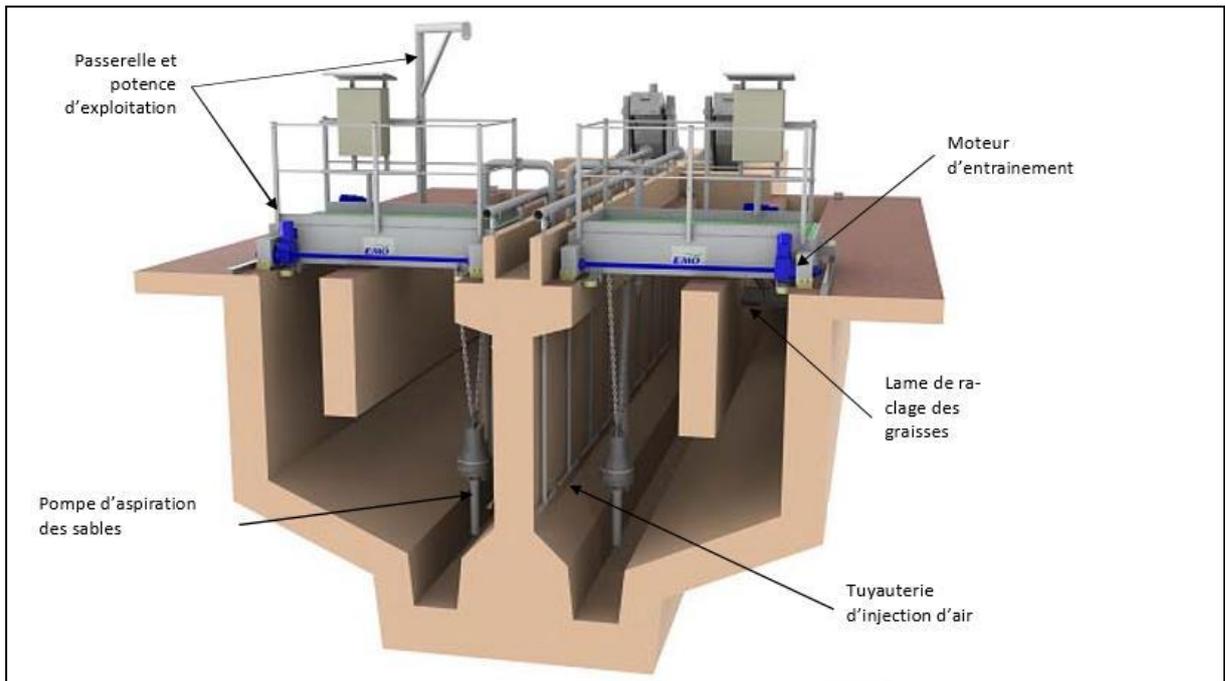


Figure I.4 : Dessableur déshuileur [34].

❖ **Traitement primaire (Traitement physico-chimique) :**

Dans certains cas, afin d'améliorer le rendement de la sédimentation, un traitement physico-chimique est également réalisé. Il comporte classiquement deux phases :

- Une phase de coagulation/ floculation ;
- une phase de séparation.

✚ **Coagulation / Floculation :**

La coagulation est un processus physique par lequel les charges électriques à la surface des particules solides en suspension sont neutralisées par celles, de signe opposé, d'additifs coagulants. Elle est suivie d'une étape de floculation, qui provoque l'agrégation des petites particules déchargées et la formation de floes plus gros et plus denses. En provoquant l'agglomération mutuelle des particules «extrafines», et ça sert à accélérer leur séparation et à parfaire la clarification des effluents [26], [27]. La séparation s'applique soit par décantation ou flottation.

 La décantation :

Les traitements primaires sont constitués par des techniques physiques de séparation par décantation gravitaire des matières solides du liquide qui les contenait, processus faisant appel à la grosseur et au poids spécifique des particules [28].

Types de décanteurs :

- Les décanteurs statiques sans raclage sont généralement à flux vertical constitués de bassins cylindro-coniques.
- Les décanteurs primaires les plus communément employés sont des appareils circulaires ou rectangulaires équipés d'un raclage mécanique des boues.
- Les décanteurs lamellaires.

 La flottation :

La flottation est une technique d'extraction solide liquide, de clarification et d'épaississement, permettant de séparer les particules en suspensions dans l'eau. On distingue trois principaux schémas de flottation :

- Flottation par l'air dissous avec pressurisation partielle ou totale du débit d'alimentation ;
- Flottation par l'air dissous avec pressurisation d'un débit de recyclage ;
- Flottation par l'air induit, l'introduction de l'air est réalisée à l'aide de diffuseurs [11].

 La neutralisation :

La neutralisation a pour objet de modifier le PH d'une eau résiduaire pour l'amener à une valeur déterminée pour favoriser un traitement ultérieur ou permettre le rejet dans un milieu récepteur [11].

❖ Les traitements secondaires :

C'est l'étape essentielle d'une station d'épuration. Elle consiste à réduire ou éliminer la pollution organique d'eau usée par oxydation biologique au moyen de micro-organismes, bactéries principalement. Les micro-organismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floes et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes [14].

Ces traitements font diminuer la DCO (Demande Chimique en Oxygène), la DBO5 (Demande Biologique En Oxygène pendant Cinq jours) et les MES [34].

❖ **Les traitements tertiaires :**

Les traitements tertiaires permettent d'éliminer les matières azotées et phosphorées présentes dans l'eau quand la station est en zone plus stricte. Ces traitements permettent également d'augmenter les rendements d'élimination de la pollution carbonée et de désinfecter l'eau traitée lorsque qu'elle est rejetée à proximité des zones de baignade. En outre il peut être nécessaire d'effectuer des traitements complémentaires de différents types : filtration sur lit de sable, désinfection par le chlore et d'autres produits oxydants (ozone...), élimination de l'azote, élimination du phosphore... [36].

1.5.3. LES DIFFERENTS PROCEDES DE L'EPURATION

❖ **Les procédés intensifs :**

Il consiste à décomposer de façon biochimique par oxydation les matières non séparables par décantation et qui n'ont pas pu être éliminées par des procédés mécaniques des eaux usées. Parmi ces procédés, on distingue :

✚ **La boue activée :**

C'est un procédé 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. En effet, ce procédé est le plus efficace pour éliminer la pollution azotée et phosphorée. Et pour éliminer le phosphore, un traitement par précipitation avec ajout de réactif (du chlorure ferrique $FeCl_3$) est en général requis pour atteindre des bons rendements [32]. Ce type comprend :

- le bassin d'activation (ou bassin d'aération) ;
- le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues ;
- l'évacuation des eaux traitées ;
- les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs.

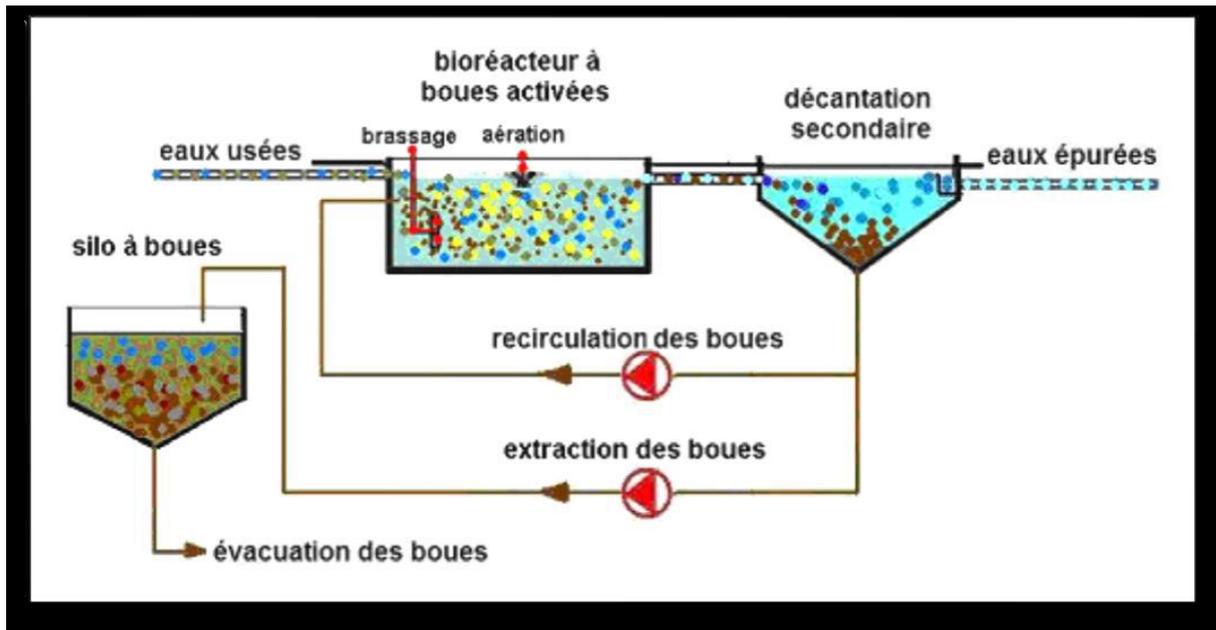


Figure I.5 : Schéma d'épuration par boues activées [33].

✚ Disques biologiques :

C'est une technique faisant appel aux cultures fixées est constituée par les 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. L'effluent est préalablement décanté afin d'éviter tout colmatage des matériaux supports. Les boues qui se décrochent sont ensuite séparées de l'eau traitée par décantation dans un clarificateur) [29].

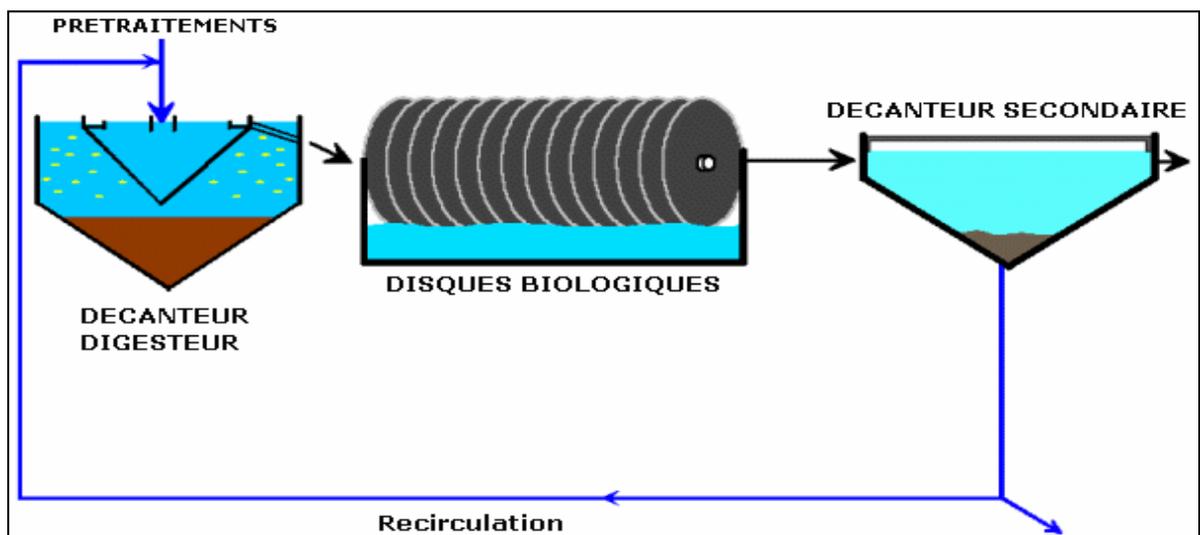


Figure I.6 : Disque biologique [32].

✚ Le lit bactérien :

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 où les micro-organismes (bactéries) épurateurs peuvent se fixer. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Puis l'eau va aller dans un décanteur qui va séparer l'eau traitée et les boues [29].

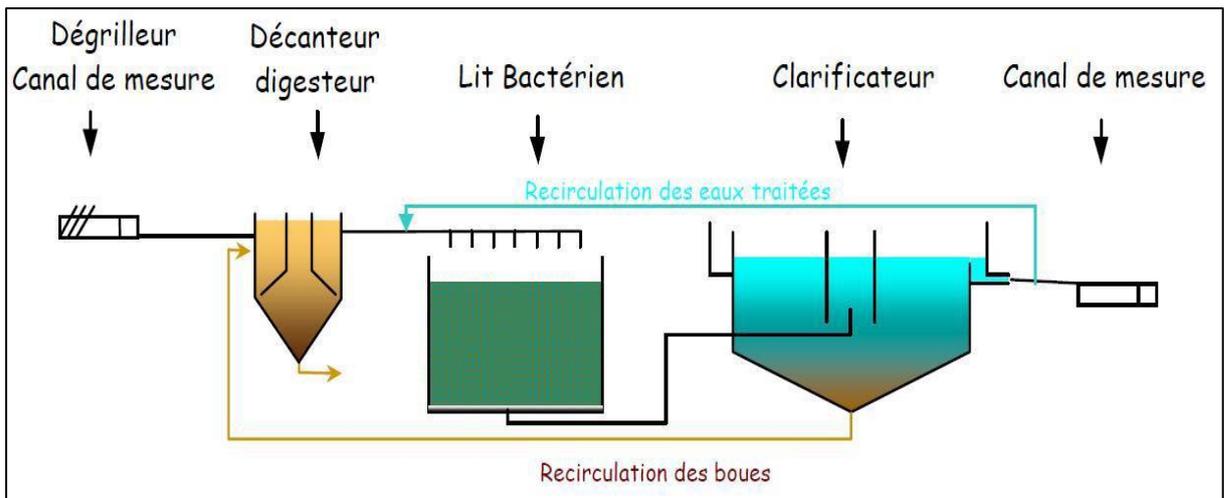


Figure I.7 : Principe de fonctionnement d'une station à lit bactérien [32].

❖ Procédé extensif :

On distingue :

✚ Le lagunage (procédé à culture libre) :

C'est une technique d'épuration qui met en œuvre des bassins naturels dans lesquels séjourne l'eau à épurer pendant une période plus ou moins longue. Ci-après on a les différences variantes de lagunage.

➤ Le lagunage naturel :

La technique de l'épuration par lagunage consiste à faire circuler lentement un effluent, préalablement dégrillé, dans une succession de bassins peu profonds, appelés lagunes. Les lagunes sont au nombre minimum de trois et sont connectées en cascade. 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 aération. 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. 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 [32].

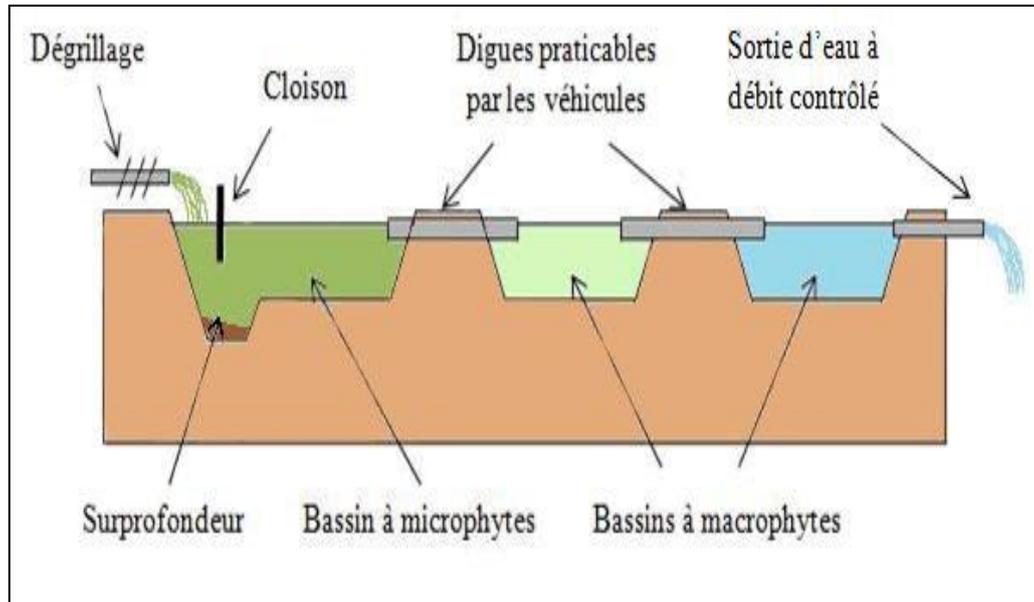


Figure I.8 : traitement par lagunage naturel [34].

➤ Le lagunage aéré :

Regroupe l'ensemble des processus que peut subir une eau résiduaire en vue d'un traitement par oxydation forcée de la matière organique (insufflation d'air) et minéralisation des boues issues du traitement. Il succède à un lagunage primaire pour la décantation. C'est une succession de trois ou plus bassins successif peu profonds. L'oxygène est apporté par des échanges avec l'atmosphère au niveau de la surface de l'eau et par la photosynthèse de micro algues. La pollution est détruite par les bactéries présentes dans l'eau, et certains germes par le rayonnement solaire. Fréquemment utilisé en communes rurales ou pour le traitement de la DCO d'origine agro-alimentaire.

Ce traitement biologique aérobie reste moyennement efficace, il élimine 80 à 90% de la DBO et 20 à 30% de l'azote il faut $\pm 10\text{m}^2$ pour traiter 60 g de DBO5 par jour, soit un EH. (Équivalent habitant). La durée du traitement peut aller jusqu'à 60 jours [34].

✚ Filtres plantés de roseaux :

Le principe d'épuration par les filtres plantés de roseaux est basé sur le principe du développement d'une biomasse aérobie fixée sur un sol artificiel. Il existe de nombreuses combinaisons possibles mais la filière principale est la filière classique qui comporte deux étages verticaux en série. Le premier étage est alimenté avec des eaux brutes simplement dégrillées. En effet, les systèmes de traitement primaire ne sont pas nécessaires. Le colmatage des filtres par les dépôts est évité grâce à l'action mécanique des tiges des roseaux sous l'action du vent. Les lits du deuxième étage apportent un complément de traitement dont le but est d'assurer une dégradation complète de la pollution azotée.

Ce type de traitement a, en général, un coût plus élevé que les stations à lagunage. L'entretien consiste à couper les roseaux annuellement. Il n'y a pas d'évacuation de boues liquides, les boues déshydratées (assimilables à du compost) sont évacuées tous les dix ans environ. Cette filière est actuellement la plus utilisée en milieu rural du fait de sa facilité d'entretien et de son faible coût [32].

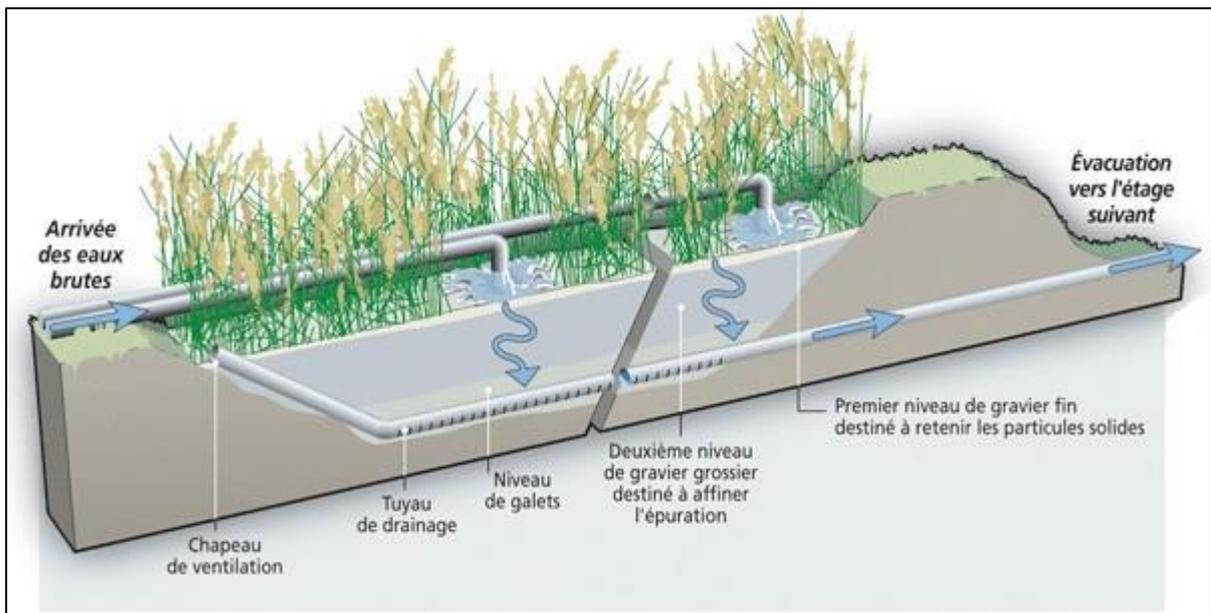


Figure I.9 : Principe de fonctionnement d'une station à filtre plantée de roseaux [32].

CHAPITRE II**PRESENTATION DE LA RAFFINERIE D'ARZEW**

Le raffinage du pétrole désigne l'ensemble des traitements et transformations visant à tirer du pétrole le maximum des produits à haute valeurs commerciale en utilisant différents procédés chimiques et physiques pour la séparation du brut et le traitement de ces produits.

II.1. HISTORIQUE DE LA RAFFINERIE

La raffinerie d'Arzew a été construite dans le cadre du premier plan quinquennal [1970-1973]. La construction du complexe a été réalisée par la société japonaise « JAPAN GAZOLINE COMPANY (JGC) » en collaboration avec l'entreprise Sonatrach. La pose de la première pierre a lieu le 19 juin 1970. Le démarrage des unités a été à partir du mois d'Août 1972 par les utilités. L'ensemble des unités de la raffinerie était mise en service en Mars 1973. En 1978, suite au besoin important, la réalisation d'un ensemble intégré de production d'huiles de base fut lancée [11].

II.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le complexe est implanté dans la zone industrielle d'Arzew sur le plateau d'Al-Mohgoune au carrefour de la route nationale N° 11 (Oran – Arzew) et la route Nationale N°13 (Arzew – Sidi-Bel-Abbès) et à environ 40 km d'Oran.

. Il occupe une superficie de 180 hectares répartis comme suit : 150 hectares correspondants aux anciennes installations construites entre 1970 et 1973, et les 30 hectares restantes correspondent aux installations nouvelles construites entre 1978 et 1983 [37].

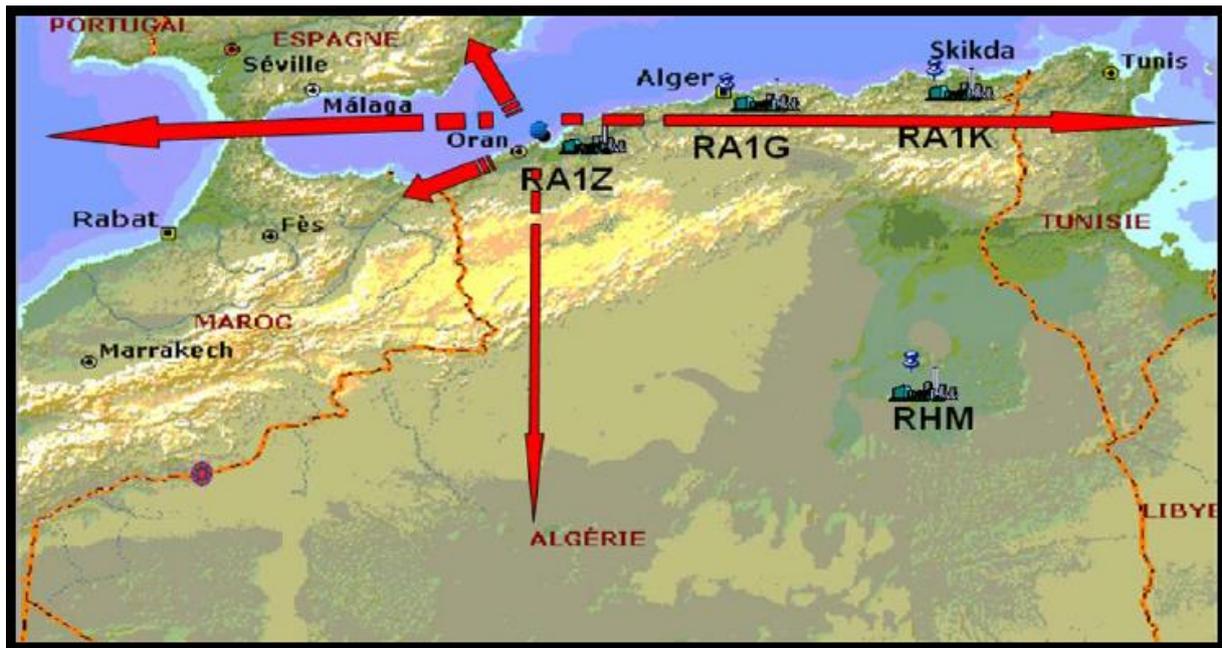


Figure II.1: Citation géographique de la raffinerie d'Arzew.

II.3. OBJECTIFS DU COMPLEXE

Le complexe a été conçu pour répondre aux impératifs suivants :

- Traiter le brut de Hassi Messaoud et le brut réduit importé ;
- Satisfaire la consommation croissante en carburants du marché national ;
- Fabriquer des produits stratégiques tels que les lubrifiants et les bitumes.

II.4. CAPACITÉ DE TRAITEMENT

La raffinerie d'Arzew traite en moyenne 3,75 millions de tonnes par an de pétrole brut et 279000 de tonnes de brut réduit importé (BRI) pour la production de bitumes.

La production de la raffinerie est très diversifiée et se compose de [37] :

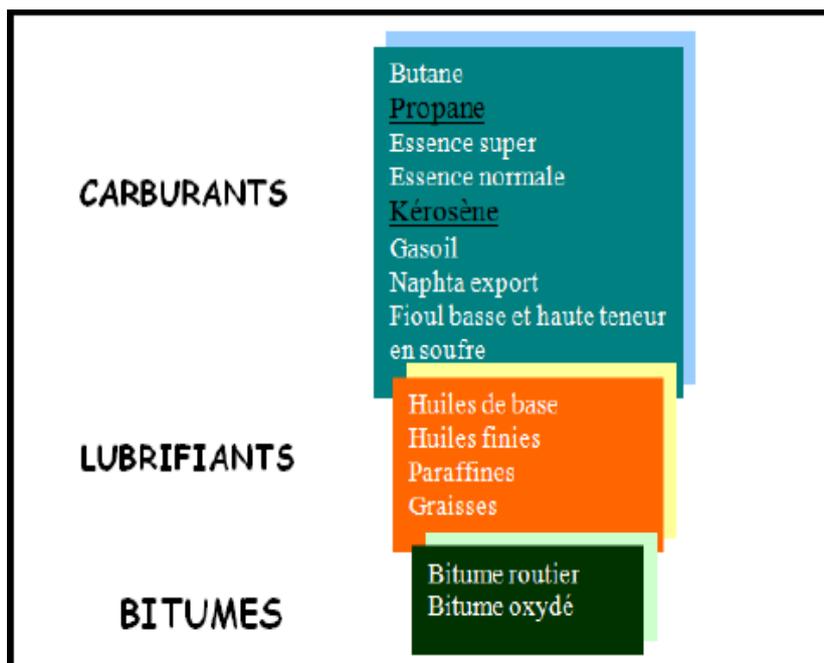


Figure II.2 : Les produits de la raffinerie.

II.5 CAPACITÉ ANNUELLES DE PRODUCTION

Le tableau suivant représente les capacités annuelles de production [38]

Tableau II.1 : Capacités annuelles de production de différentes unités

Nature du produit	Quantité (tonnes)	Unité
Propane	30 000	Zone 4/Unité13
Butane	92 000	Zone 4/Unité13
Naphta	450 000	Zone 4/Unité11
Kérosène	400 000	Zone 4/Unité11
Gas-oil	530 000	Zone 4/Unité11
Essence Normale	390 000	Zone28
Essence Super	103 000	Zone28
Huiles de base	130 000	Zone 7/Zone5
Huiles finies	150 000	Zone6 et Unité 3000
Graisses	1950	Zone6 et Unité 3000
Bitumes routiers	120 000	Zone 10/Unité 14
Bitumes oxydés	20 000	Zone 10/Unité 15

II.6. BILAN ÉNERGÉTIQUE

Le complexe dispose des unités de production d'énergie électrique, mais qui n'assure pas la totalité de la consommation des différentes zones, le reste est assuré par SONELGAZ. La raffinerie a aussi d'une source énergétique qui est le gaz naturel de HASSI R'MEL. La consommation annuelle est présentée dans le tableau suivant [11].

Tableau II.2 : Bilan énergétique

Sources énergétiques	Consommation annuelle	Sources d'alimentation
Gaz	309 000 000 Nm³	Gaz Naturel / Sonatrach SH Gaz Raffinerie
Electricité	74 000 000 KW	SONELGAZ / Turbo générateur (raffinerie)

II.7. BILAN HYDRIQUE

La source d'alimentation en eau pour la raffinerie d'Arzew est :

- Barrage FERGOUG assurée par L'ADE
- Eau dessalée par KAHRAMA.

Le tableau présente un bilan hydrique et la consommation d'eau au sein du complexe dans ces différents circuits [39]:

Tableau II.3 : Bilan hydrique.

	Consommation (m ³ /J)	(m ³ /J)	Rejets (m ³ /J)
	Circuit ouvert (m ³ /J)	Circuit Semi-fermé (m ³ /J)	Circuit Fermé (m ³ /J)
Eaux brutes	5200	10872	2980 1060
Nettoyage et lavage	---	230	---
Domestique/sanitaire	960	---	---
Réseau incendie	---	480	---
Total	6160	11582	4040

II.8. PRÉSENTATION DES PRINCIPALES DEPARTEMENT DE RAIZ

II.8.1. DEPARTEMENT DE SÈCURITÈ

❖ Laboratoire de contrôle :

Durant toutes les étapes de raffinage au niveau des différentes unités, les produits semi-finis et finis sont soumis selon un programme bien défini à un contrôle de qualité rigoureux au niveau du laboratoire. Avant tout transfert ou expédition de produit fini, un certificat de qualité attestant la conformité de ce produit aux spécifications arrêtées est établi. Le laboratoire contrôle aussi la qualité des eaux, les rejets et procède aux analyses des différents échantillons spéciaux.

❖ Département de sécurité industrielle :

Etant donné les dangers, et les risques qui peuvent se présenter dans une raffinerie de pétrole tel qu'explosions, incendies, intoxications, et électrocution. Le rôle du département de sécurité dans ce contexte est primordial pour la préservation du patrimoine humain et matériel. Il comporte 2 services :

❖ Service prévention :

Assure les travaux de maintenance, les animations (photos et conseils sensibilisant sur les lieux de travail), l'hygiène de l'unité, et les statistiques des accidents de travail (en utilisant l'arbre des causes).

❖ Service intervention :

Assure l'entretien des équipements de lutte contre l'incendie (Fixe et mobile), la formation du groupe d'intervention de réserve(GIR), la gestion des produits extincteurs, les travaux de maintenance (ne jours de repos et fériés, quand l'inspecteur n'est pas présent), l'exécution du planning de sauvetage journalier et du programme d'exercices des plans d'attaques contre les incendies

II.8.2. LES DEPARTEMENT DE PRODUCTION

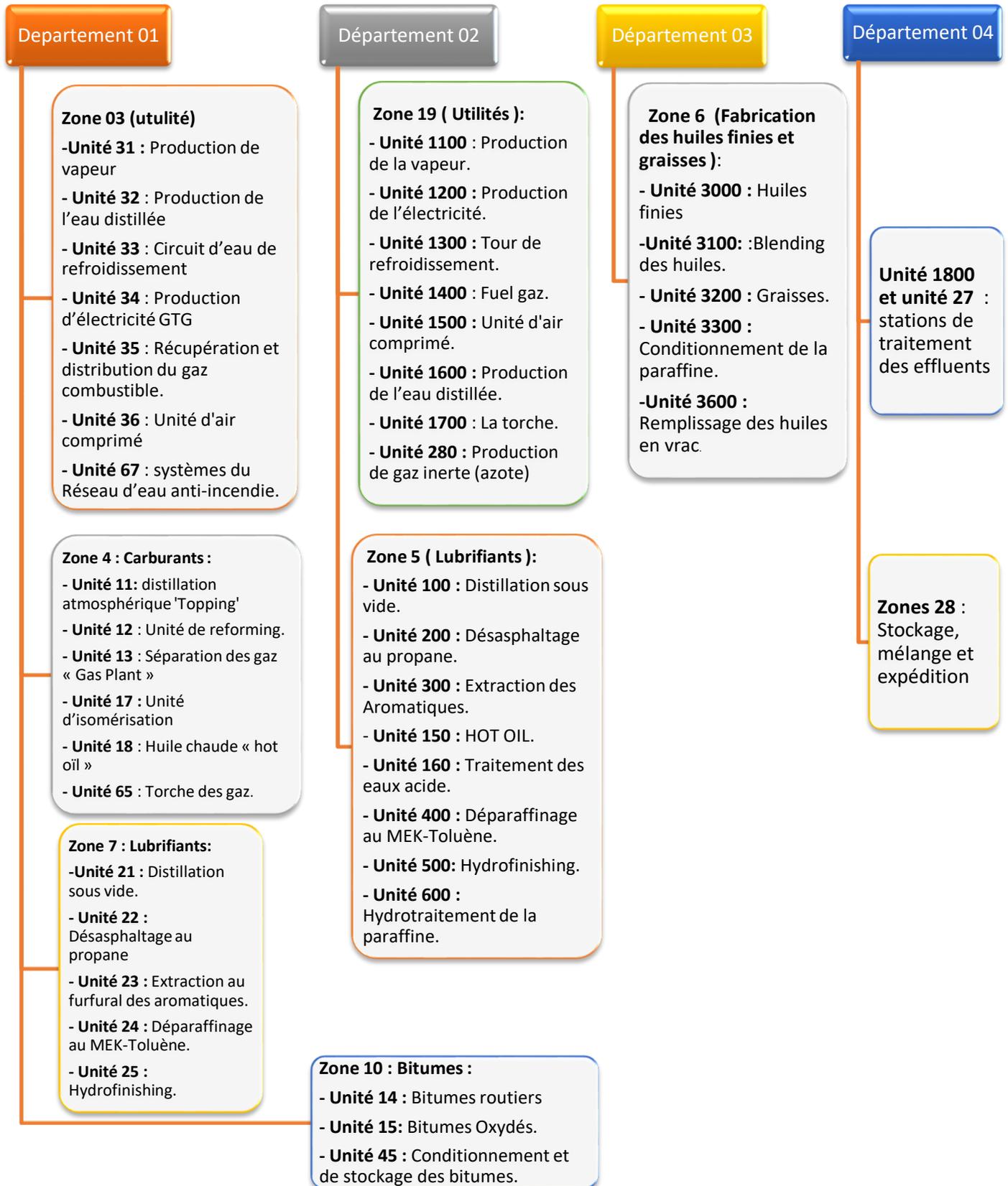


Figure II.3 : Organigramme des zones de production



Figure II.4 : Plan de masse de RA1Z

II.9. ORGANIGRAMME DE DIFFÉRENTS PROCÉDÉS UTILISÉS DE RAIZ

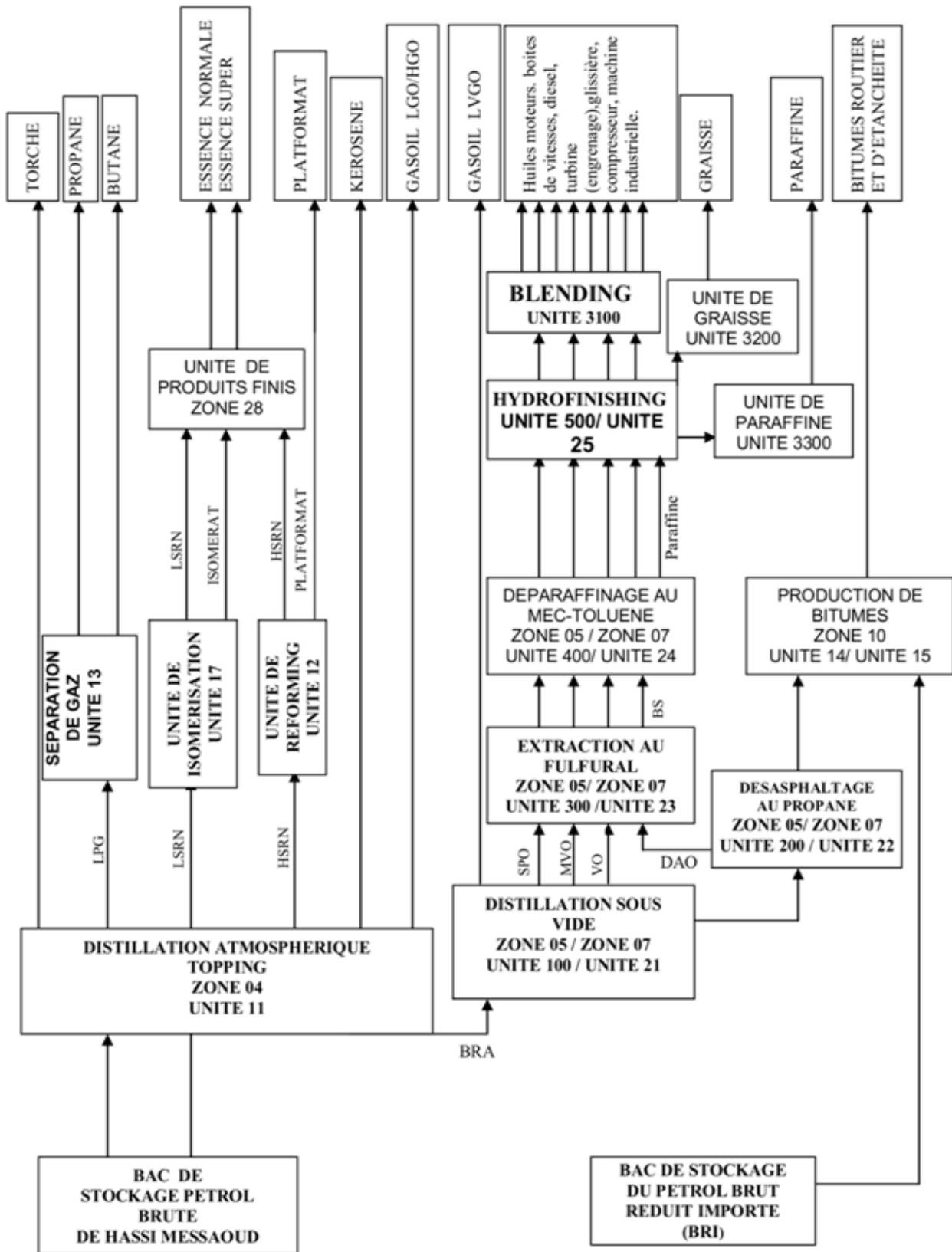


Figure II.5 : Organigramme de différents procédés de raffinage dans la raffinerie d'Arzew

II.10. UTULISATION DE L'EAU DANS L'INDUSTRIE DE RAFFINAGE

L'eau et l'énergie sont intimement liées dans un rapport complexe de production/consommation. L'émergence des préoccupations liées à l'environnement et au stress hydrique provoqué par le changement climatique, a mis la question de ce rapport d'interdépendance au centre des discussions sur la scène internationale. En effet, la croissance de la demande énergétique s'accompagnera inévitablement d'une demande croissante en eau [40]. L'eau réunit un ensemble exceptionnel de propriétés physiques et chimiques : elle peut devenir solvant, fluide thermique ou tout simplement liquide facile à manipuler. C'est ce qui explique pourquoi l'eau est impliquée dans la plupart des fabrications industrielles [41], [42]. La gestion de l'eau est également devenue un sujet d'amélioration indispensable dans le secteur du raffinage. De réels progrès ont déjà été réalisés ces dernières années puisque la consommation en eau moyenne d'une raffinerie est passée de plusieurs m³ par tonne de brut dans les années 80 de 200 à 800 litres par tonne actuellement. Les besoins en eau d'une raffinerie restent importants et indispensables au fonctionnement des unités de transformation du pétrole en carburants.

II.10.1. UTULISATION DE L'EAU DANS LA RAFFINERIE

Vue les réseaux d'eau et leur traitement avant rejet dans une raffinerie on peut distinguer l'utilisation de l'eau comme :

- ✓ Eau brute prélevée qui permet d'alimenter l'ensemble des besoins en eau de la raffinerie
- ✓ Eau déminéralisé pour la production de vapeur par les chaudières
- ✓ Eau de réfrigération qui assure le refroidissement et la condensation des hydrocarbures dans la différente unité de raffinage
- ✓ Eau utilisée dans le dessaleur pour l'élimination des teneurs aux sels de pétrole brut.
- ✓ Les eaux récupérées des condensations de vapeur en contact avec les hydrocarbures dans les procédés de raffinage.
- ✓ L'eau potable dont le réseau est indépendant [40].

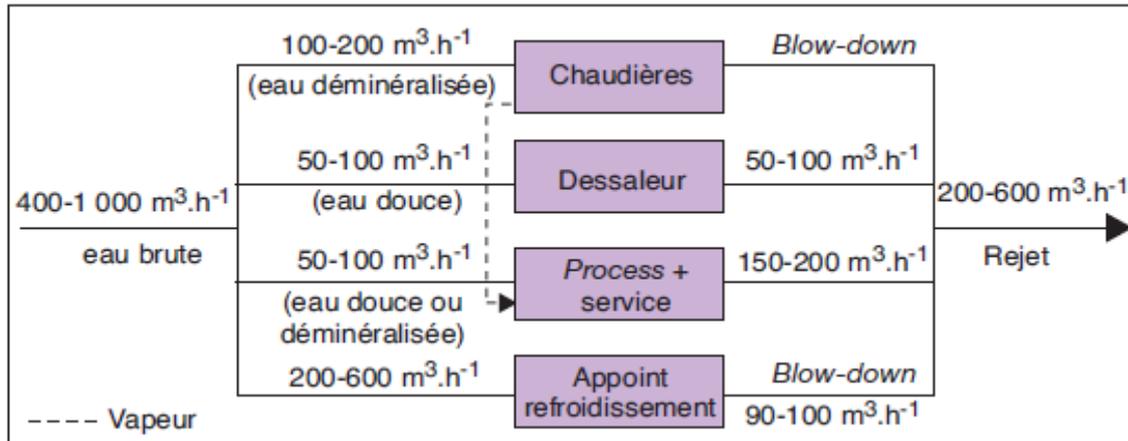


Figure II.6 : Exemple d'alimentation en eau d'une raffinerie [43].

❖ L'eau brute :

Quelle que soit son origine, l'eau d'entrée dans la raffinerie est appelée "eau brute", elle contient des minéraux et des gaz dissous ainsi que de la matière en suspension. L'eau brute va subir plusieurs étapes de traitement avant distribution à l'ensemble de la raffinerie de manière à agir sur son contenu minéral, son contenu organique et les matières en suspension.

❖ Les eaux de dessaleur de pétrole brut :

Le dessaleur permet de limiter la teneur en sels (moins de 1 à 10 mg/l) du pétrole brut avant sa distillation afin de protéger les équipements contre la corrosion. Il s'agit d'un lavage à l'eau pour réaliser la diffusion des sels à l'entrée du dessaleur et le mélange eau/brut s'effectue par la vanne de mélange après on assure la coalescence des gouttelettes d'eau par ajouter de désemulsifiant et aussi l'utilisation d'un champ électrostatique. La séparation de l'eau et le brut s'effectue par la décantation l'eau chargée en sel recueillie au fond du dessaleur tandis que le brut récupérer au sommet est expédié vers le stockage [44]. Le dessaleur est souvent alimenté par des eaux recyclées comme les condensats des unités de craquage après stripping de l'ammoniac et de l'H₂S (retour des condensats). Cela permet d'économiser de l'eau douce et minimise les débits rejetés. Ces condensats proviennent de la condensation de vapeurs qui ont été en contact avec des hydrocarbures et ont principalement les origines suivantes :

- La distillation sous vide ;
- Le vapocraquage ;
- Le réchauffage des produits [11].

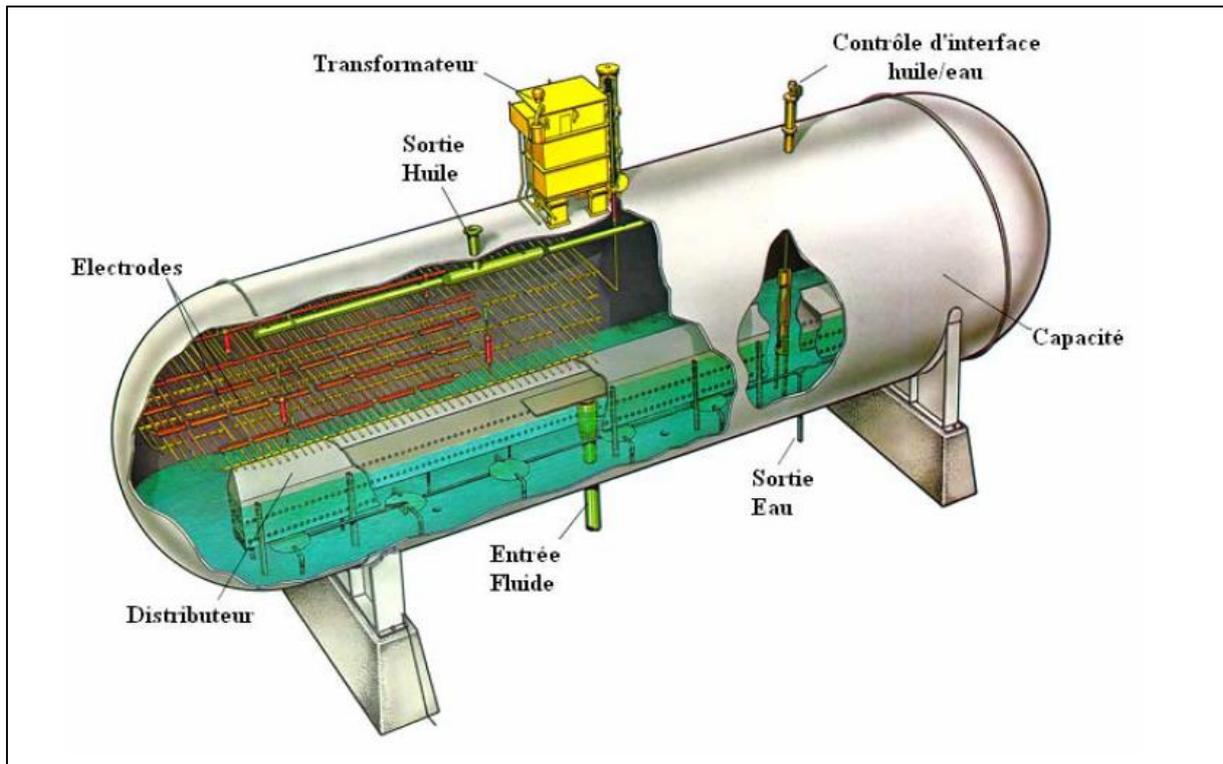


Figure II.7 : Dessaleur électrique [44].

❖ Les eaux de refroidissement :

Dans l'industrie de raffinage le refroidissement des équipements représente une opération principale pour améliorer le rendement de la production par l'extraction de la chaleur d'un procédé ou d'un matériel, cette dernière est transmise à un autre milieu. L'efficacité d'extraction de la chaleur constitue un critère économique dont il faut tenir compte au moment de la conception d'un circuit de refroidissement et l'élément moteur de la transmission de chaleur est l'écart de température entre les deux milieux [45].

On peut résumer l'utilisation de l'eau de refroidissement dans les opérations suivantes :

- Refroidissement des équipements et matériels,
- Eau d'appoint pour les échangeurs thermiques (retour des condensats et extraction de la chaleur de produit),
- alimentation des évaporateurs pour produire l'eau distillée.



Figure II.8 : Tour de refroidissement de RA1Z.

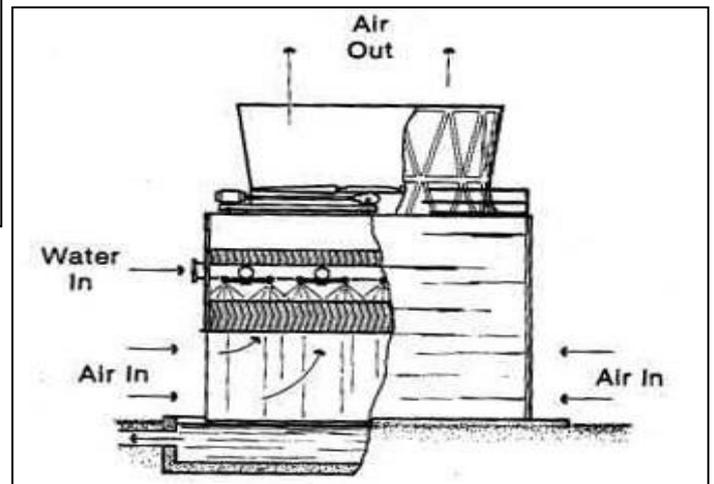
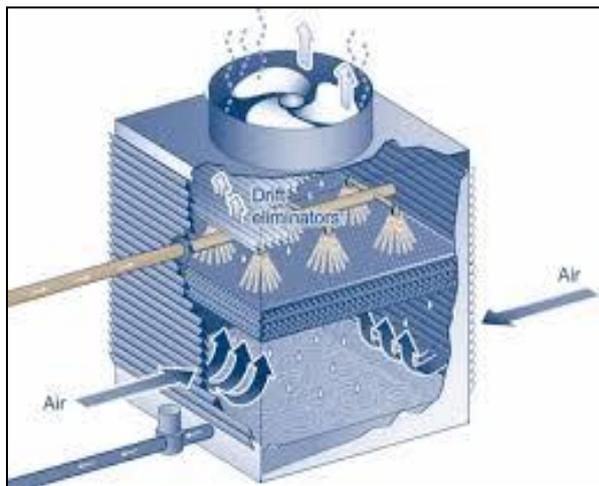


Figure II.9 : Principe de fonctionnement d'une tour de refroidissement

✚ Comment fonctionne une tour de refroidissement ?

Une tour de refroidissement est un échangeur par lequel on prélève de la chaleur de l'eau en mettant cette eau en contact avec de l'air.

Le refroidissement s'effectue au moyen de l'air atmosphérique, que l'on fait circuler à contre-courant avec l'eau à refroidir, finement divisée. L'air, au contact de l'eau, s'échauffe et passe de l'humidité ambiante à une humidité proche de la saturation en évaporant une partie de l'eau à refroidir [47].

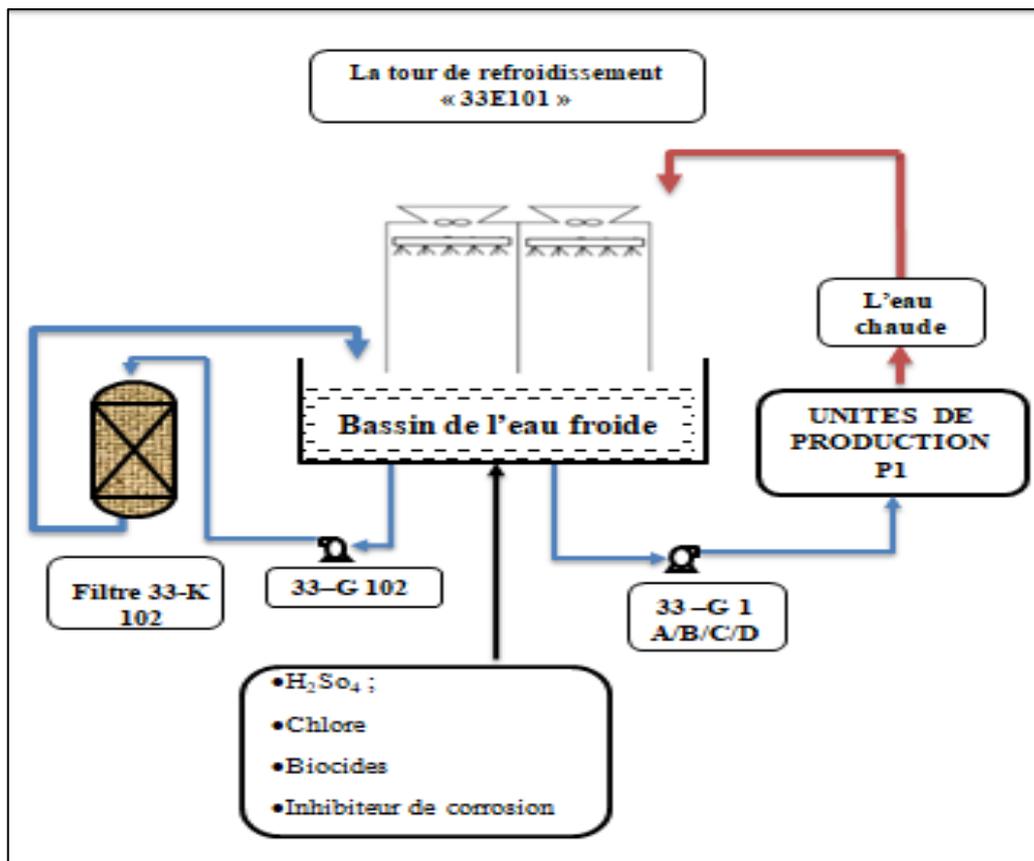


Figure II.10 : Présentation schématique du circuit de refroidissement de la raffinerie d'ARZEW

❖ Les eaux de chaudières :

Dans une raffinerie, la vapeur a de nombreuses utilisations qui la rendent indispensable elle est générée dans des chaudières internes à la raffinerie sous forme surchauffée à haute pression. Elle se décline ensuite en plusieurs types pour permettre différentes applications. La vapeur d'eau a un pouvoir calorifique et une capacité thermique élevés qui la rendent capable d'absorber ou de restituer de la chaleur de manière très efficace [11]. Le réseau d'eau de chaudière ou Boiler Feed Water (BFW) est un circuit semi-fermé (Figure II.11). L'eau se compose des condensats (recyclage de vapeur) et de l'eau d'appoint qui est injectée pour combler les pertes du circuit. Ces pertes sont provoquées par la vapeur polluée par un fluide procédé. Celle-ci ne peut pas être recyclée directement et est envoyée, le plus souvent, dans un système de traitement des eaux avant rejet.

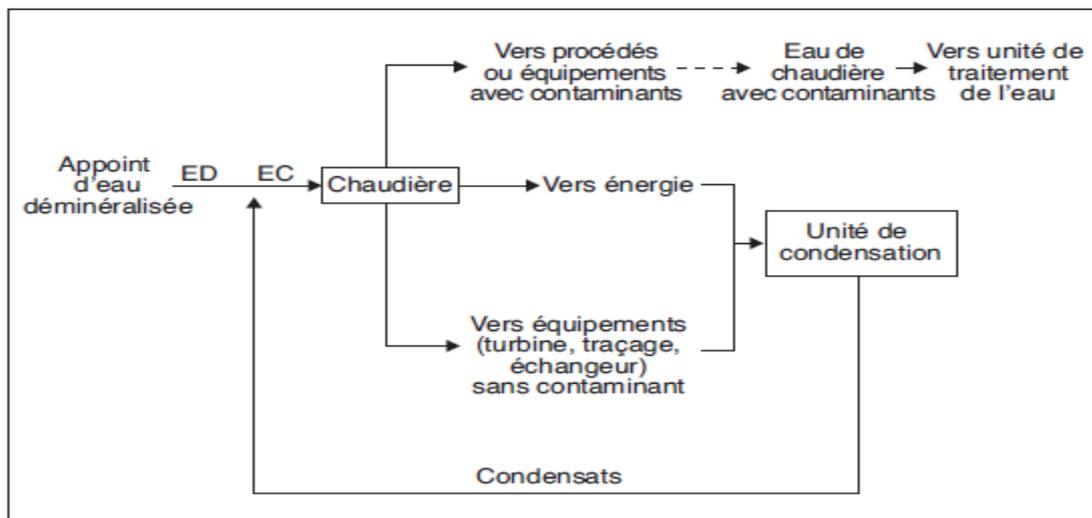


Figure II.11 : Réseau d'eau de chaudière [46].

La présence d'impuretés peut diminuer significativement cette capacité et par conséquent l'efficacité du réseau vapeur. La corrosion, le moussage, les dépôts, l'entartrage, etc., sont autant de désagréments dont il faut tenir compte. Les chaudières sont soumises à des conditions d'exploitation très sévères. D'où la nécessité d'assurer un contrôle rigoureux durant leur démarrage ainsi que leur fonctionnement normal. C'est pour cela l'eau brute subite plusieurs traitements avant être utilisé comme eau d'appoint pour l'alimentation des chaudières (Figure II.10).

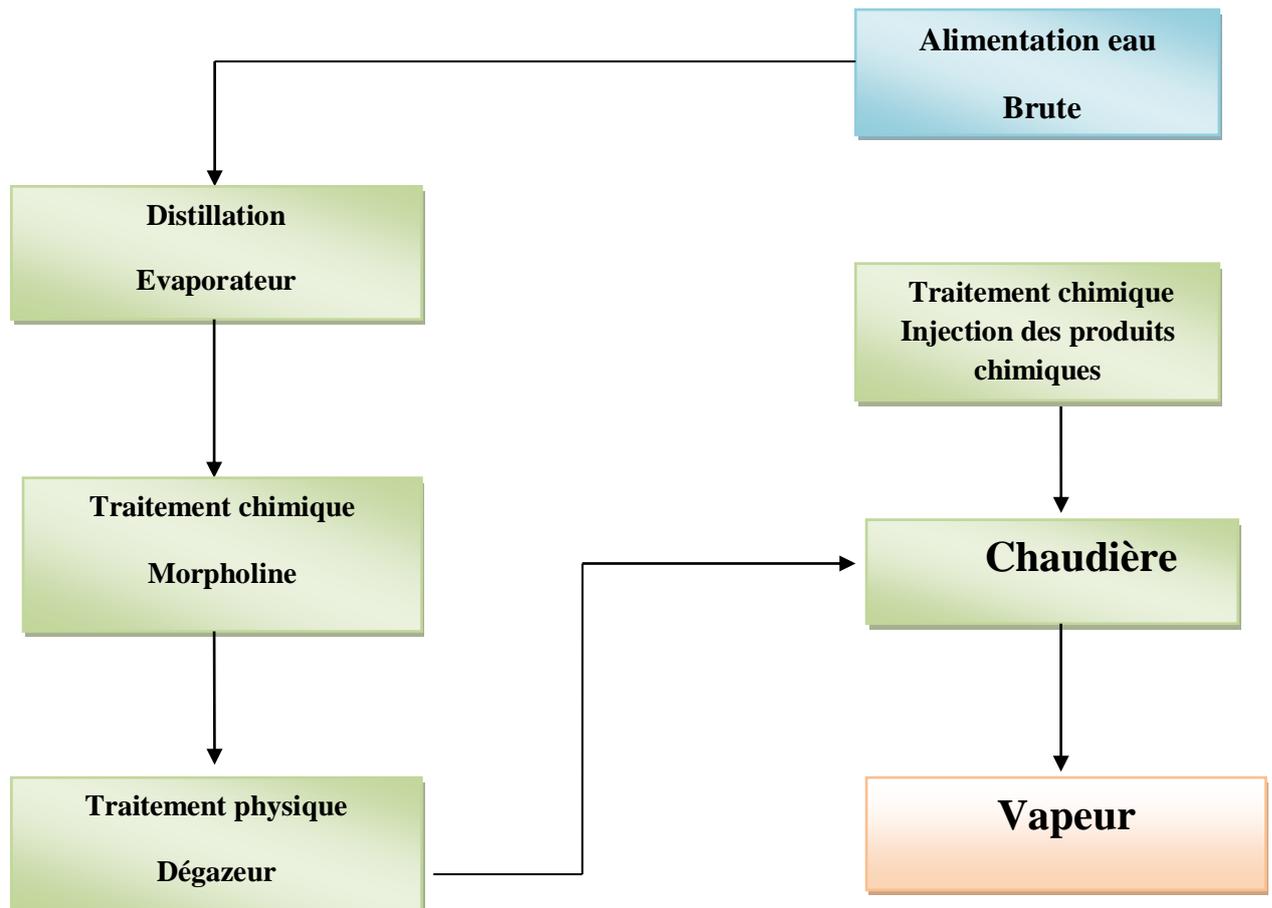


Figure II.12 : Traitement des eaux pour la production de vapeur

Utilisation de la vapeur dans une raffinerie :

La vapeur joue un rôle essentiel dans une usine de raffinage comme le cas du complexe RAZ1 vue ses différentes utilisations en fonction de ses caractéristiques (pression et température). Les chaudières généralement ont pour but:

- D'apporter l'énergie nécessaire (vapeur de réchauffage, entraînement d'une turbine).
- D'intervenir dans la réaction (réaction chimique, vapeur de dilution, de stripping etc.....)
- De constitué un élément de sécurité.

Les réseaux de distribution de vapeur disponibles dans un complexe de raffinage sont les suivants :

➤ **Réseau basse pression :**

Ses caractéristiques sont généralement de 3 Kg/cm² (3 bar) de pression et de 140 à 160 ° C de température. Cette vapeur est utilisée pour :

- **Le chauffage :** La vapeur tourne dans des serpentas sous les bacs de stockage des produits finis lourds (fuel, huiles de base, huiles finies, etc...), le chauffage des lignes véhiculant les produits à bas point d'écoulement (traçage) aussi pour la production de l'eau de chaudière (chauffage du réchauffeur des unités de distillation d'eau, etc...).
- **L'inertage des capacités :** avant leur mise sous gaz et pour réduire l'utilisation d'azote. Attention l'utilisation de la vapeur est proscrite dans les circuits catalytiques.
- **Le balayage :** des fours avant l'allumage des brûleurs.
- **Le procès :** comme vapeur de stripping.
- **L'extinction :** éventuelle dès le début de feux.

➤ **Réseau moyenne pression :**

Ses caractéristiques sont généralement de 25 Kg/ cm² (25 bar) de pression et de 340 à 360°C de température. Cette vapeur est utilisée pour :

- **L'entraînement :** des turbines des équipements rotatifs de secours (pompes, compresseurs, ventilateurs, etc...)
- **Le fonctionnement :** de certains équipements tels que les éjecteurs pour la création de vide (distillation sous vide).

➤ **Réseau haute pression :**

Ses caractéristiques sont généralement supérieures ou égales à 50 Kg/cm² (50 bar) de pression. Cette vapeur est utilisée pour :

- **L'entraînement :** des turbines à vapeur pour la production d'énergie électrique.
- **L'entraînement :** des turbines des gros compresseurs et pompes de procès [47].

II.10.2. LES PERSPECTIVES D'AMELIORATION

Les quantités d'eau utilisées en raffinerie sont variables et correspondent, dans l'ordre décroissant en volume, aux appoints d'eau de réfrigération, de chaudière, de procédés et de dessalage (figure II.10).

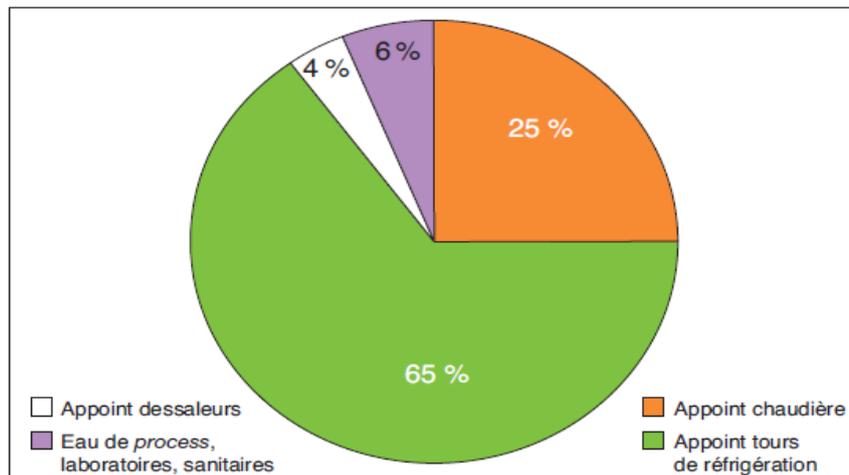


Figure II.13 : Répartition moyenne des consommations en eau d'une raffinerie [46].

Pour diminuer la consommation d'eau, il s'agit d'améliorer l'efficacité des équipements et de chaque circuit, et enfin d'optimiser l'implantation globale des réseaux d'eau de la raffinerie, son traitement et son recyclage. Sur le réseau vapeur, l'investissement d'équipement à haut rendement énergétique se traduira par moins d'apport énergétique et par conséquent moins de vapeur. L'élimination poussée des impuretés permet aussi d'optimiser le pouvoir caloporteur de l'eau.

On peut distinguer que les besoins en eau dans une raffinerie sont très importants pour le fonctionnement des unités de transformation de pétrole en carburant mais de l'autre part ces eaux peuvent subir nombreuses altérations dans les différents procédés de raffinage ce qui engendre des effluents chargés par les hydrocarbures, les huiles et nombreux produit chimiques qui sont la cause d'une pollution des eaux une fois sont rejetés vers le milieu récepteur.

CHAPITRE III**DESCRIPTION DE L'UNITE 27 DE TRAITEMENT DES
EFFLUENT DE LA RAFINNERIE D'ARZEW**

Les effluents liquides d'un complexe industriel ne peuvent généralement pas être rejetés dans le milieu naturel sans avoir subi des traitements pour réduire leurs teneurs en matière organique et composés chimiques à fin de minimiser le risque de la pollution. C'est pour cela le complexe de la raffinerie d'Arzew possède deux station de traitements des effluents liquides (unité 1800 et unité 27). Les valeurs limites de rejet sont déterminées en fonction de valeurs limites fixées au niveau national et des capacités d'acceptation du milieu récepteur.

Dans ce chapitre on essaye de présenter une description générale de la nouvelle station d'épuration installé Au niveau de la raffinerie d'Arzew « **unité 27** ».

III.1. DESCRIPTION DU PROCÈS DE L'UNITÉ 27

La station de traitement des eaux usées « unité 2 » a pour objet le traitement des effluents des unités de production P1 .La station comporte :

- Une section de séparation des hydrocarbures
- Pompes de relevage des eaux pluviales vers le bac d'orage spécialement en cas de débit maximum
- Sections de traitement secondaires et tertiaires
- Section de traitement des boues qui traite les boues de la zone 27 et les boues provenant de l'unité 1800

III.1.1. SITE D'IMPLANTATION DE L'UNITÉ 27

La station d'épuration pour traiter les eaux usées du département de production P1 est implantée sur le site de l'ancienne station d'épuration composée des cellules PPI et d'un bassin API.



Figure III.1 : Site d'implantation de la station d'épuration

III.1.2. LES ÉTAPES DE TRAITEMENT DANS L'UNITÉ 27

La station d'épuration « unité 27 » des effluents comprend les différentes étapes : [48]

- ✓ Déversoir d'orage.
- ✓ Bassin d'orage.
- ✓ Bassin tampon.
- ✓ Déshuileurs API.
- ✓ Unité de flottation IGF.
- ✓ Bac de rétention.
- ✓ Réacteurs biologiques séquentiels (SBR).
- ✓ Filtres à sable anthracite.
- ✓ Epaisseur,
- ✓ Déshydratation des boues.
- ✓ Incinérateur de boues.

III.2. PROCÈDE DE TRAITEMENT DE L'UNITÉ 27

Le traitement effectué par l'unité 27 sera conçu de la manière suivante [48]:

III.2.1. AMENÉE DES EAUX USÈES

Il existe un réseau d'assainissement de type séparatif qui collecte les eaux usées de procès de la zone de production P1 et les eaux pluviales. Ces eaux sont acheminées gravitairement vers une fosse MH-31 au sein de la station d'épuration puis s'écouleront vers le déversoir d'orage

- ❖ **Déversoir d'orage** : Cet ouvrage permet d'alimenter gravitairement en eau usée le nouveau API (Déshuileur), avec un débit max de 200m³/h le surplus (cas pluvial) se déversera vers le bassin d'orage (27BA-01).
- ❖ **Bassin d'orage (27BA-01)** : C'est un ouvrage en béton armé composé de trois différentes zones :
 - **Une zone** de pré sédimentation des matières en suspension véhiculées par les eaux pluviales (dégrillage), des pompes immergées assure l'extraction des boues (27G-16 A/B) vers l'épaississeur.
 - **Une zone** de déshuilage, où est installé un disque (27K-04) pour la récupération d'hydrocarbures libres.
 - **Une station de pompage** (27G-11 A/B/C/D) qui évacue les eaux vers le bassin tampon.



Figure III.2 : Déversoir et bassin d'orage.

❖ Bassin tampon (27T-01)

Le bassin tampon est un bac métallique où les eaux pluviales chargées en pollution sont stockées puis traitées par la station d'épuration. Cet ouvrage est équipé d'une barrière de rétention des flottants et d'une goulotte de récupération des huiles.

II.2.2. LES PRÉTRAITEMENTS**❖ Déshuileur API 27 BA-06 A/B (Antiparallèle Plaques Intercepteurs)**

Les eaux usées subissent d'abord un prétraitement qui consiste à éliminer les déchets solides volumineux par un dégrilleur automatique 27-K01/K01A/B. ce dégrilleur est muni d'un système de nettoyage à l'aide des pompes 27-K01/G01A/B. un écrémeur manuel est installé après le dégrilleur afin de séparer une partie de slop et l'envoyer vers la fosse des pompes 27G-01A/B, puis ces eaux usées en traversant le déshuileur API. Le déshuileur est composé de deux canaux en parallèle chacun équipé d'une chaîne avec racleurs assurant le raclage des boues vers la fosse à boues et les flottants vers la goulotte de récupération des surnageant. Afin de diminuer l'évaporation des composés volatiles la surface est couverte de panneaux flottants.



Figure III.3 : Déshuileur API.

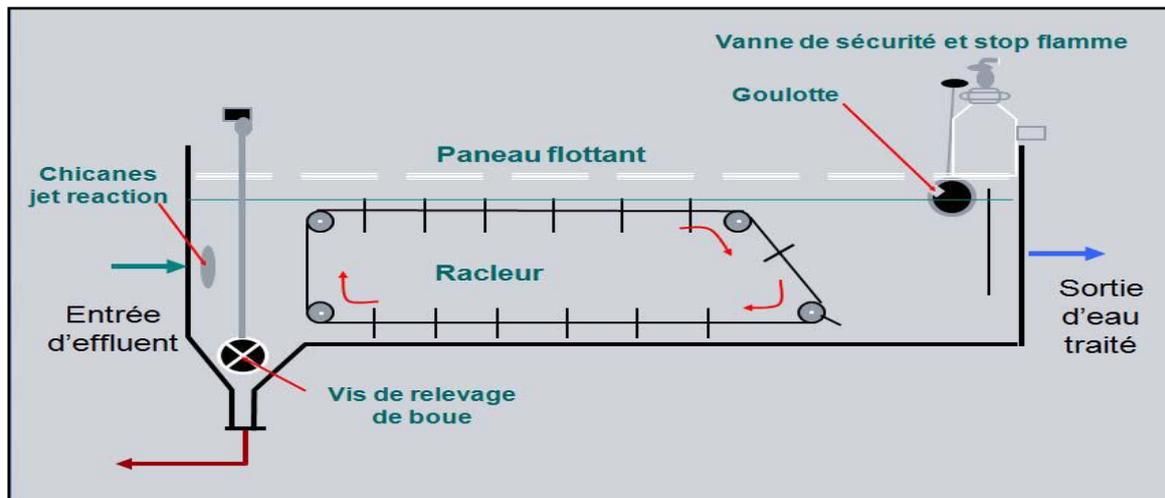


Figure III.4 : schémas de fonctionnement de déshuileur API.

II.2.3. TRAITEMENT PRIMAIRE (PHYSICO-CHEMIQUE)

❖ Unité de flottation (27K-05) :

Sert à éliminer les hydrocarbures et les matières en suspension dissoutes dans l'eau prétraitée jusqu'à satisfaction des normes à l'entrée de traitement biologique. Ce traitement est réalisé en utilisant un coagulant. « **Le chlorure ferrique** » a l'entrée de l'unité et un brassage mécanique homogène et lent pour favoriser la floculation.



Figure III.5 : Unité de flottation.

• **Conception** : L'unité de flottation se compose d'une chambre d'entrée (Affluent) et 04 cellules (compartiments) de flottation comprenant chambre d'effluent et chambre de collecte des surnageants. Chaque cellule est équipée d'un moteur qui fait tourner un axe muni d'une roue à aubes, lors de son fonctionnement elle aspire de l'air et crée un phénomène de vortex ce qui permet un entrainement par flottation des matières huileuses (flocs) à la surface, ces dernières seront raclées vers la chambre des surnageant (Figure III.6).



Figure III.6 : Schéma de principe de fonctionnement d'une cellule de flottation.

❖ **Bac de rétention (27T-02) :**

C'est un ouvrage métallique avec un volume utile égal à 2400 m³, il permet le stockage des eaux traitées issues de l'API et assure une alimentation des réacteurs biologiques séquentiel avec un débit max de 400 m³/h.

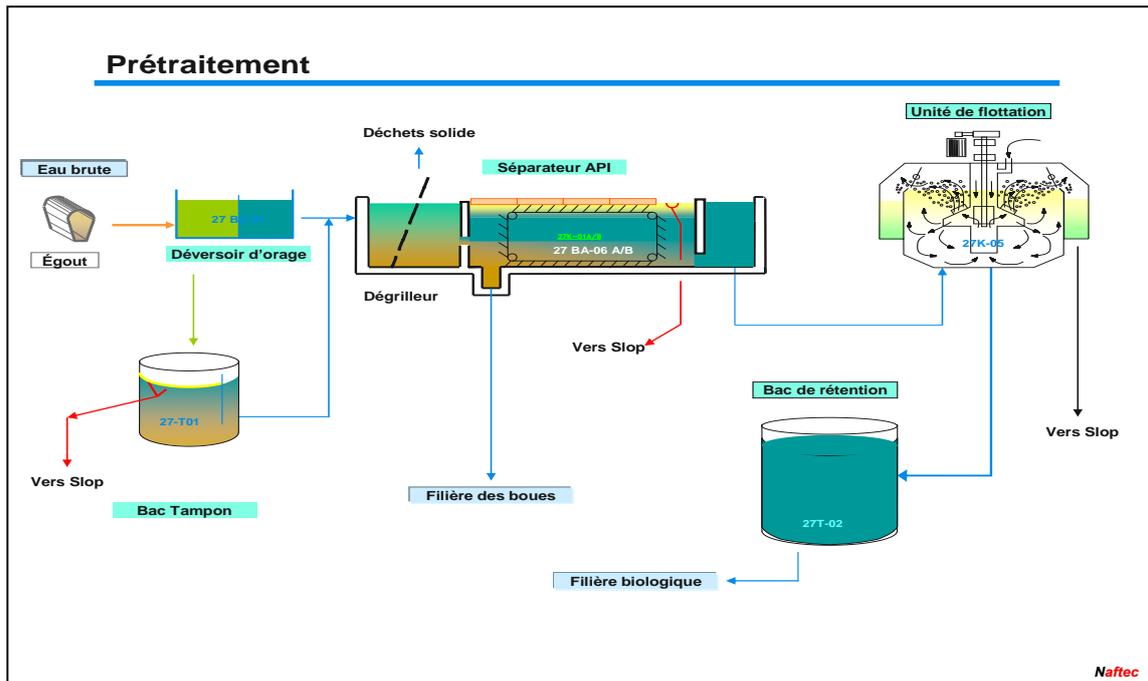


Figure III.7 : Schéma descriptif de l'étape prétraitement et traitement primaire.

II.2.4. TRAITEMENT SECONDAIRE

❖ Réacteurs biologiques séquentiels RBS (27T-03 A/B)

Les RBS (27T-03 A/B) constituent une variante particulière de procédé par boues activées. Les mêmes principes de base du traitement biologique telle la formation d'une biomasse en suspension, la concentration de celle-ci dans un réacteur biologique et la séparation de la biomasse de l'effluent traité, s'appliquent aux RBS, la particularité de ce procédé est le fonctionnement en mode discontinu selon une séquence comprenant typiquement les phases suivantes : remplissage, réaction, stabilisation, soutirage de l'eau traitée et extraction de boues en excès /repos. et toutes les phases ont lieu dans un seul bassin [51].

✚ Description des équipements du RBS

Le réacteur biologique séquentiel est un ouvrage métallique de forme cylindrique avec un volume utile égal à 4000 m³. Il est équipé de [51] :

1) Rampe de répartition d'air et d'eau

L'aération par jet sert à transférer d'oxygène dans le liquide (aération) et l'agitation du contenu du bassin (mélange). Un flux est alimentée par la conduite du liquide, et un autre par la conduite de l'air grâce à les suppresseurs d'air, la décharge du liquide se fait à grande vitesse et provoque la propagation de bulles d'air.



Figure III.8 : Schéma descriptif du L'aération par jet.

2) Un décanteur flottant :

Il permet le déchargement de l'eau clarifiée de la cuve. Il est essentiellement composé d'un canal flottant avec déversoir réglable; Le tube de vidange du décanteur est attaché à un tuyau flexible à bride. Le tuyau flexible se connecte ensuite à un tuyau en acier inoxydable, incliné à un angle de 22°.

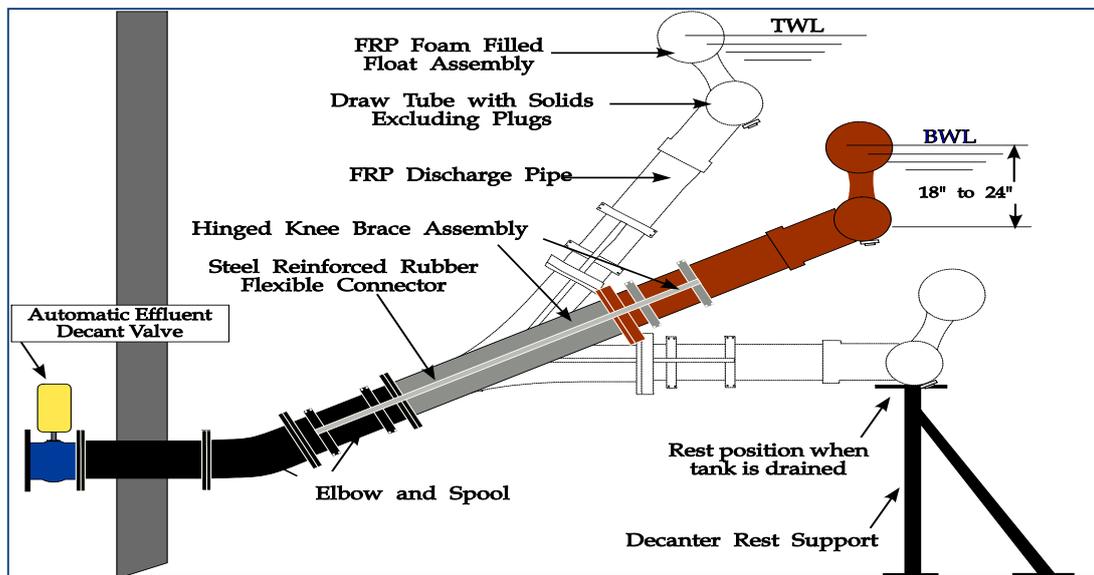


Figure III.9 : Le décanteur flottant.

3) Le manifold (ID/SC):

Il distribue doucement la liqueur mixte (la boue), sur toute la longueur du bassin pendant la phase d'aération et de réaction en la recyclant pour atteindre une vitesse maximale de sortie égale à 15m/s [49].

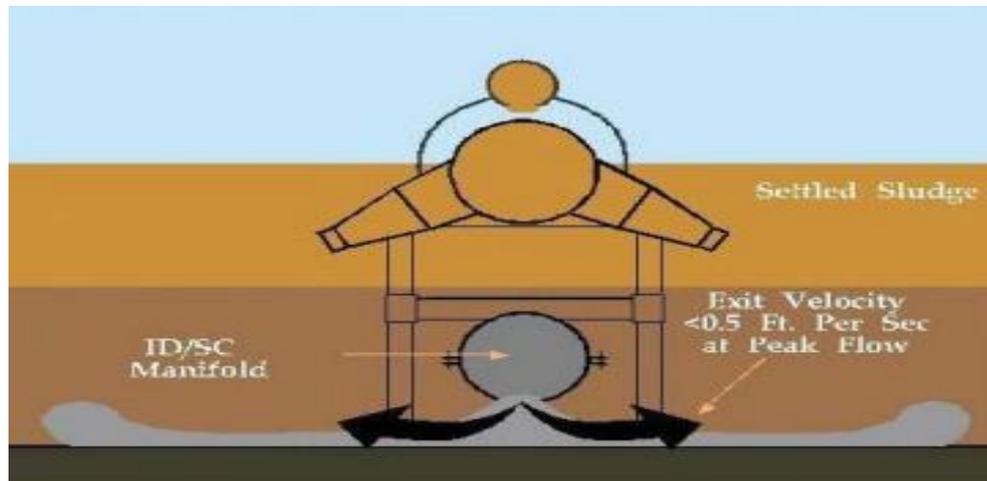


Figure III.10 : Schéma descriptif du collecteur de distribution ID/SC.



Figure III.11 : Manifold collecteur de boue.

✚ Besoin en nutriment :

La croissance de la biomasse nécessite en plus du carbone (le substrat) et de l'oxygène (Si aérobique) de l'azote et du phosphore et quelques métaux en trace. Il faut donc assurer un apport minimum d'azote et de phosphore dans le milieu. Dans ce contexte il existe une installation pour l'alimentation d'Acide Phosphorique (H_3PO_4) et l'Urée (CH_4N_2O) au cours les périodes de traitement et une autre installation pour la régulation de PH par la Soude Caustique

(NaOH) et H_2SO_4 . Pour un développement correct des micro-organismes épurateurs, on admet les rapports suivants: **DCO/N/P = 150/5/1**.

Afin de maintenir ces alimentations à des valeurs exactes une installation de correction avec des pompes doseuses est projetée avec les caractéristiques dans le tableau qui suit :

Tableau III.1 : Fonctionnement de l'installation de correction

Produit	Phase de traitement	Débit	Unité
NaOH	(30%)	150	l/h
H_2SO_4	(98%)	30	l/h
Urée	(75%)	80	l/h
H_3PO_4	(70%)	05	l/h

Séquences de traitement :

Le traitement se compose de différent période [50] :

- **Alimentation en période anoxie :**

Le réacteur est alimenté par l'eau usée avec un débit max de 400 m^3 , Le manifold de distribution de l'influent (ID /SC) permet un contact intime de l'influent (nourriture) avec la biomasse formée dans la boue sur toute la longueur du bassin pendant ce temps la DBO soluble est absorbée et fixée à la biomasse jusqu'à l'aération pour métaboliser le nutriment.

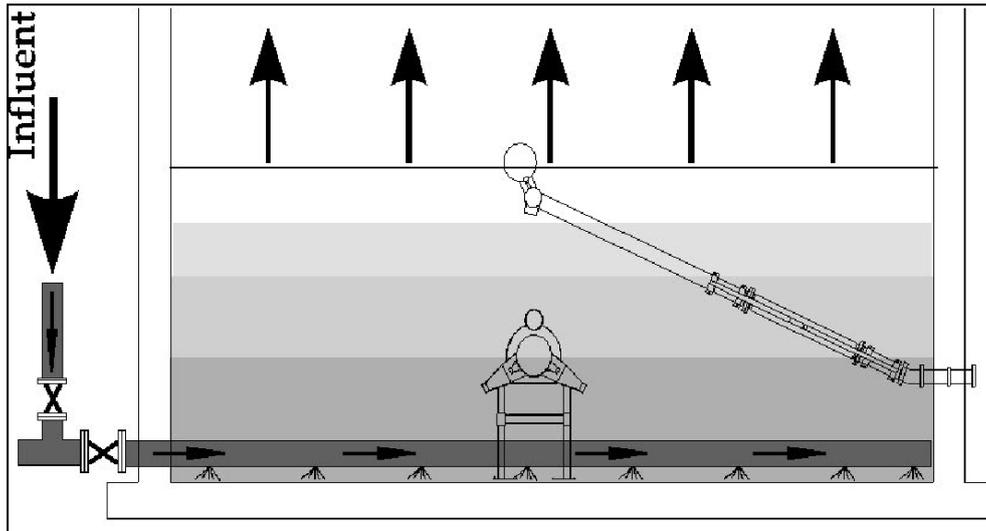


Figure III.12 : Schéma du SBR en remplissage anoxie.

- Alimentation en période aérée :

Après environ 75% de la période de remplissage, les supprimeurs et pompes sont automatiquement mis en service pour refouler de l'air et assurer un mélange intime et créent un environnement favorable pour la biomasse. La biomasse commence à métaboliser la nourriture qu'elle a absorbée. En utilisant de l'oxygène fourni. L'ammoniac se transforme en nitrites puis en nitrates durant l'aération (nitrification)

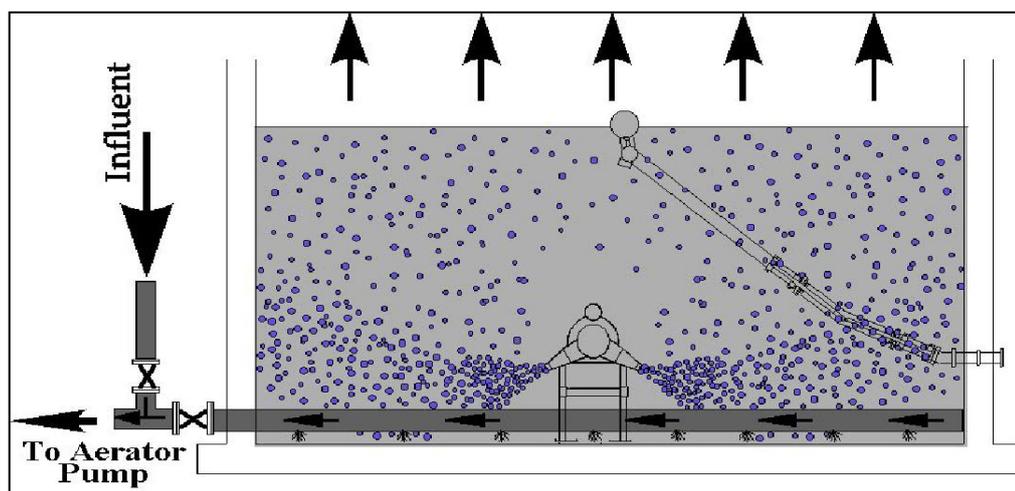


Figure III.13: Schéma du SBR en remplissage aérée.

- **Période de réaction :**

Dans cette étape le niveau d'eau dans le réacteur a atteint le max, on procède à l'alimentation du second réacteur .Le réacteur est aéré avec recirculation de la boue. Cela, permet aux micro-organismes de consommer toute la DBO restante. L'aération continue dans le réacteur jusqu'à ce que la biodégradation complète soit achevée; la liqueur mixte (boue) est aspirée par le collecteur ID/SC et est utilisée comme liquide circulant pour aérer le bassin. La phase de réaction continue jusqu'à ce que la nourriture (pollution) est consommée et la biomasse (La bactérie) entre dans l'état de respiration endogène « état de famine ». Des tests ont montré que la pollution est consommée quand l'oxygène dissous résiduel D.O dans le bassin dépasse 2 mg/l, période à laquelle la valeur résiduelle D.O commence à augmenter rapidement [51].

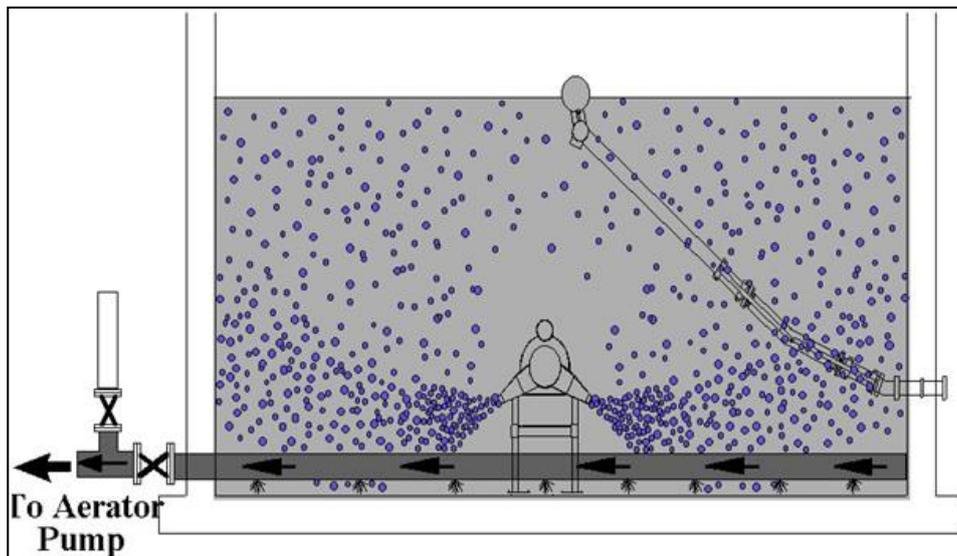


Figure III.14: Phase de réaction.

- **Période décantation :**

Afin de permettre à la boue de décantation on procède à l'arrêt de l'aération et les pompes de recirculation.

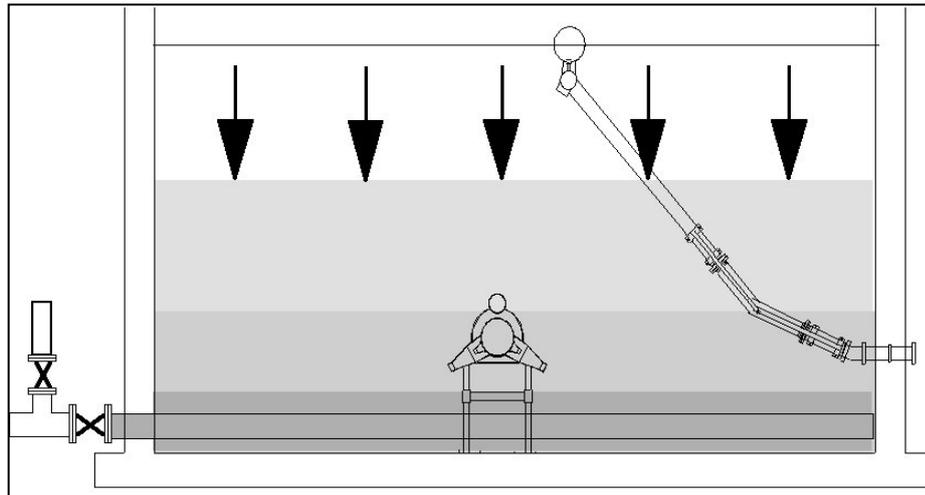


Figure III.15 : Phase de décantation.

- **Période d'extraction de l'eau traitée :**

Une fois la boue décantée, on procède à l'extraction de la phase claire (eau traitée) dans le réacteur par un déversoir flottant, le volume d'extraction est égal au volume d'alimentation. Période d'extraction des boues en excès générées lors du procès biologique. Le décanteur est alimenté par un support pour assurer seulement l'évacuation de l'eau traité.

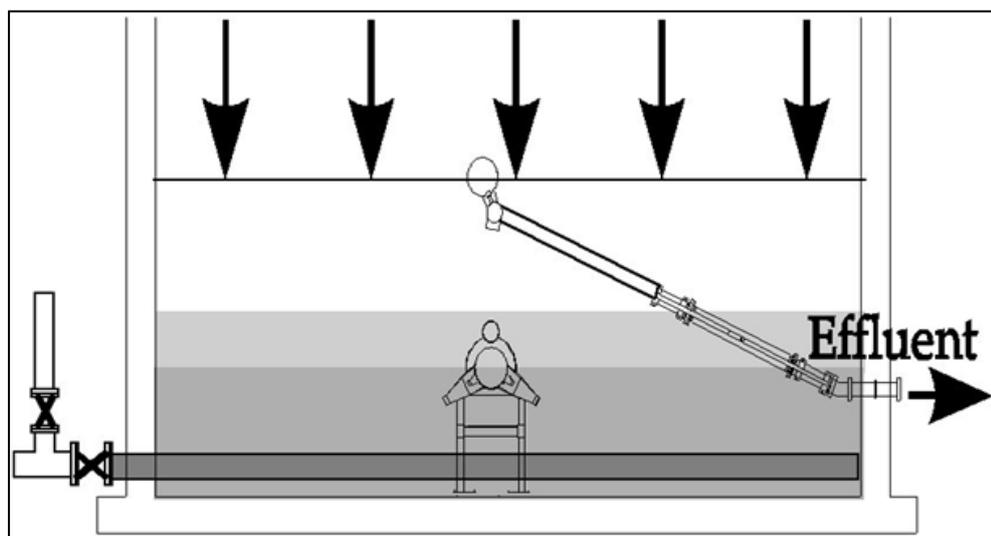


Figure III.16 : Evacuation de l'eau traitée.

II.2.5. TRAITEMENT TERTIAIRE

❖ Filtre à sable anthracite (27 K-07 A/B/C)

L'eau claire extraite des réacteurs biologiques SBR sera envoyée vers les filtres à sable rapide afin de retenir les floccs et matières en suspension.

✚ Matériaux de filtration :

Les matériaux utilisés pour la filtration sont le gravier, le sable et l'anthracite.



Figure III.17 : Matériaux de filtration.

✚ Conception

C'est un filtre fermé sous pression composé de trois couches gravier, sable et anthracite.

Chaque filtre est dimensionné pour recevoir un débit égal à $120\text{m}^3/\text{h}$, les différentes étapes de fonctionnement d'un filtre sont [11] :

- **Alimentation :**

Le filtre est alimenté par le haut avec des pompes à partir d'un bassin (27BA-02).

- **Colmatage :**

Après plusieurs heures de fonctionnement le filtre est colmaté on procède au lavage du filtre. La durée de marche d'un filtre est en fonction de la qualité de l'eau d'alimentation.

- **Lavage :**

Une fois le filtre est colmaté, on procède au lavage avec de l'air et l'eau.

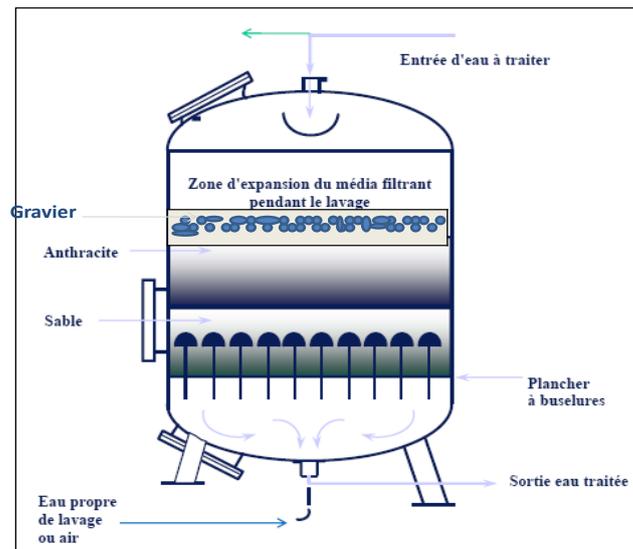


Figure III.18: Schéma de filtre à trois couches (27K-07 A/B/C).



Figure III.19 : Les filtres à trois couches (27K-07 A/B/C).

Le débit d'eau dépassant la capacité du bassin (27BA-03), est déchargée, du trop plein, directement dans la fosse puis vers la mer (Figure III.20).

II.2.6. TRAITEMENT DES BOUES

❖ Épaississeur (27T-04)

L'épaississeur reçoit les boues des SBR, du bassin d'orage, des API et de l'unité 1800. C'est un épaississeur gravitaire qui permet d'atteindre une concentration en boues égale à 30g /l, les boues seront évacuées vers l'unité de déshydratation par centrifugation, les surnageant s'écouleront gravitairement vers la fosse des surnageant.

✚ Conception

L'épaississeur est un ouvrage métallique de forme cylindrique avec un fond incliné de 5° centré d'une fosse à boue de diamètre égal à 2,50 m.

L'épaississeur est muni d'un déversoir à la surface avec une largeur égal à 0,50 m et d'un racleur de boue de fond entraînée par un moteur positionné sur une passerelle. L'ouvrage est sur élevé par rapport a la cote de terrain naturel de 1,5 m au minimum.

❖ Déshydratation des boues :

La déshydratation permet de poursuivre l'opération d'épaississement jusqu'à un état pâteux, les boues titrant alors de 12 à 14% de siccité selon la qualité de boues. Les boues issues de l'épaississeur sont déshydratées par une centrifugeuse à axe horizontal [49].

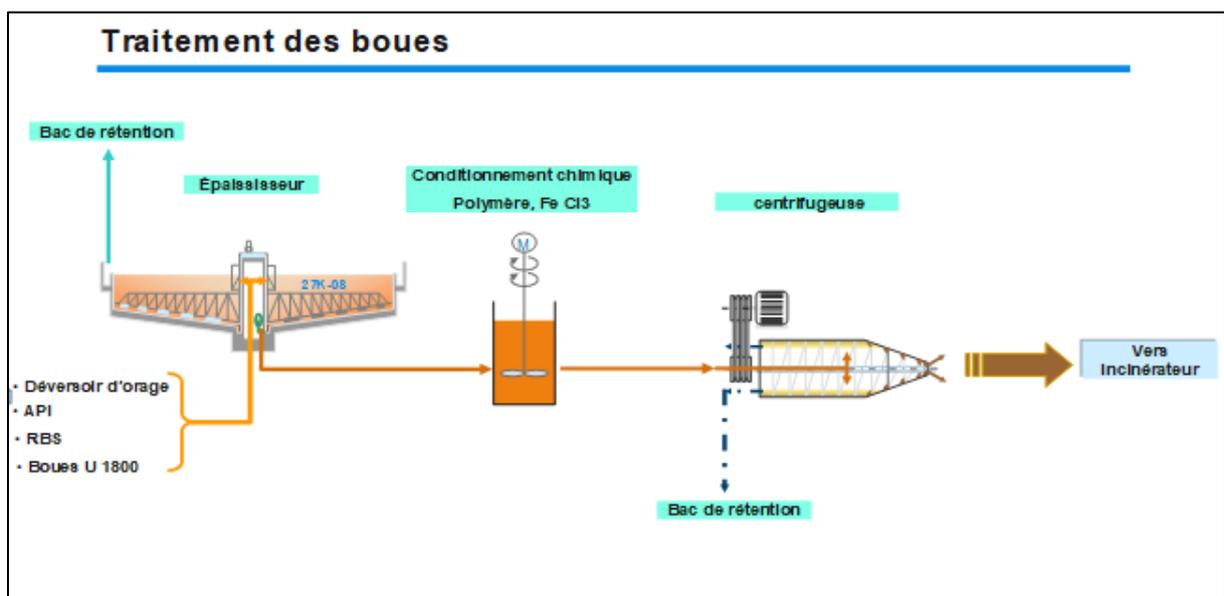


Figure III.22 : Traitement des boues

❖ Incinérateur de boue

L'incinération réduit enfin la quantité finale de boues aux seules matières minérales.

Principe de fonctionnement de l'incinérateur

Le principe de fonctionnement de cet incinérateur consiste à introduire les boues à incinérer dans un lit de matériaux auxiliaires (du sable de quelques millimètres), porté à une température de 700 à 800 °C et tenu en suspension (ou fluidisé) par un courant d'air ascendant injecté à la base du lit, à travers une grille appropriée (hauteur du lit : 0,5 à 0,8 m) à une vitesse de 1 à 2 m/s. Les matières boueuses introduites sont maintenues dans le lit pendant un temps relativement brefs, mais suffisant pour le séchage immédiat et le début de leur calcination, qui s'achève dans la zone de revanche située au-dessus, où la température atteint 850 °C [49].

L'air de combustion traverse un échangeur de chaleur (à contrecourant) ou sa température descend au-dessous de 560 °C, ensuite il parcourt un refroidisseur à air ambiant ou la température du gaz à la sortie sera inférieure à 250 °C ce qui permet de traiter les polluants tels les poussières, les acides (HCl), (SO_x), métaux lourds.

L'unité de traitement des gaz issus de l'incinérateur se compose d'un :

- Cyclone : réduction des poussières à 80%.
- Réacteur de neutralisation : permet la réduction de HCl après injection du bicarbonate avec un débit estimé à 2kg /h. Abattement des métaux (Hg, Cd), dioxines et furannes par injection de charbon actif en poudre avec un débit estimé à 10 kg /h.
- Bag filtre : le filtre permet la rétention de toutes les particules poussiéreuses.

A la sortie de l'unité de traitement les gaz traités sont aspirés vers la cheminée ou ils seront analysés avant rejet vers atmosphère [11].

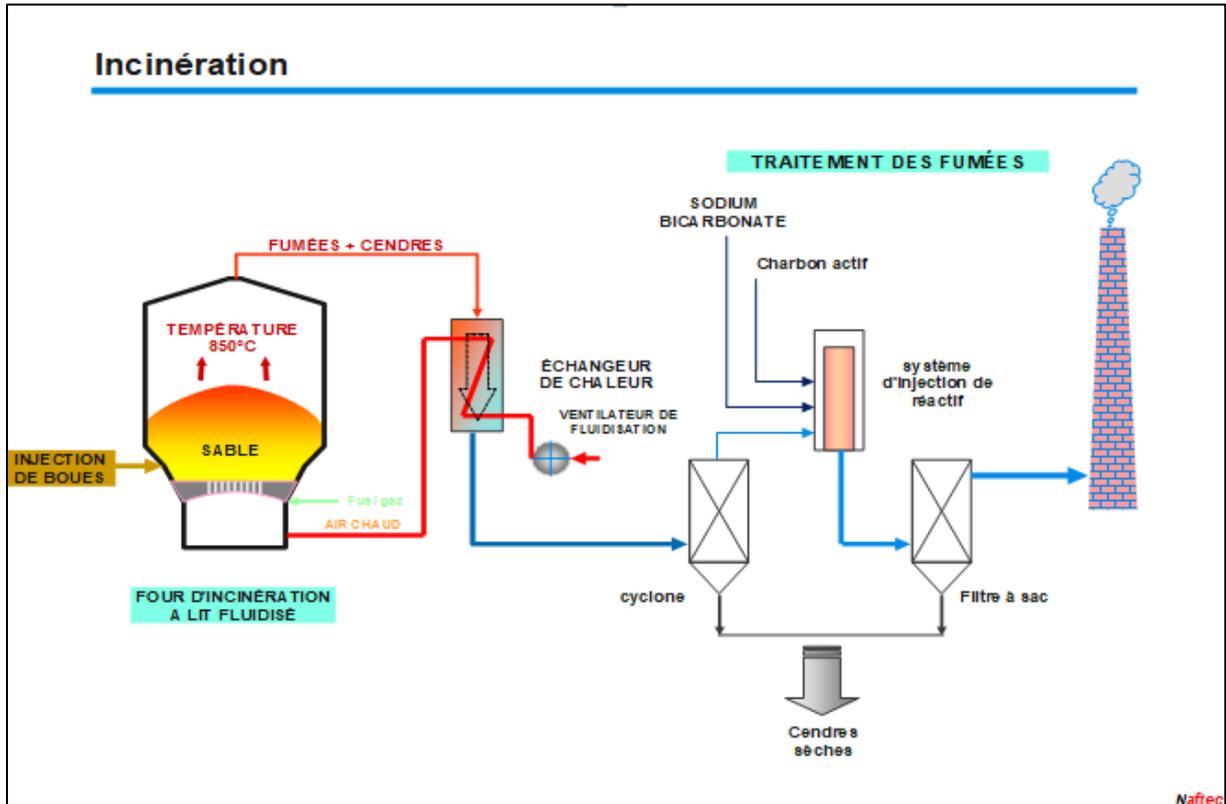


Figure III.23 : Incération des boues.



Figure III.24 : Incinérateur de boue.

CHAPITRE IV

ANALYSE ET DISCUSSION

Ce chapitre est une étude d'analyse physico-chimique et biologique des eaux traitées par la station d'épuration de la raffinerie d'Arzew (unité 27) et une comparaison des résultats obtenus avec les normes nationales en suivant les étapes suivantes.

- 1) Un suivi des paramètres caractérisant les eaux traitées, au laboratoire de la raffinerie RA1Z.
- 2) Comparaison des résultats obtenus avec
 - ❖ Les normes algériennes des rejets industriels
 - ❖ Les normes de réutilisation
 - ❖ Les critères de qualité des eaux de chaudières (design).

IV.1. NATURE ET COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES EFFLUENTS:

Le tableau suivant regroupe les différents paramètres physico-chimiques et leurs concentrations moyennes des eaux usées de la zone de *production P1* [52].

Tableau IV.1 : Composition physico-chimique et biologique des eaux usées du département de production P1.

Paramètres	Unité	Concentration
Température	°C	10-35
Ph	-	5,5 – 8,5
DBO5	mg/l	183
DCO	mg/l	550
NH ₃	mg/l	72
Hydrocarbures	mg/l	5000
H ₂ S	mg/l	< 15
MES	mg/l	400

Le tableau 2 illustre les normes algériennes de rejet des effluents industriels résultant de la loi n°06-141 du 19 avril 2006.

Tableau IV.2 : Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes) [53].

Paramètre	Unité	Valeur maximale
Températures	°C	30
Ph	---	5,5 à 8,5
MES	mg/l	25
DBO ₅	mg/l	25
DCO	mg/l	100
Azote Kjeldhal	mg/l	20
Phosphates	mg/l	10
Cadmium	mg/l	0,2
Chrome 3+	mg/l	0.05
Mercure	mg/l	0,01
Plomb	mg/l	0.5
Cuivre	mg/l	0.5
Zinc	mg/l	3
Teneur en hydrocarbures	mg/l	15
Phénols	mg/l	0,25

IV.2. ANALYSES ET CONSTATS

Pour mieux visualiser la qualité des eaux traitées à l'unité « 27 », on a procédé à un suivi de paramètres caractérisant ces eaux au laboratoire de la raffinerie d'Arzew. Nous avons pris comme échantillon l'eau du bassin de la collecte « 27BA-03 », c'est une eau filtrée, passant par les différentes étapes d'épurations et par la suite elle est rejetée vers la mer.

IV.2.1. LES PARAMETRES ANALYSES

- ❖ Tests journaliers
 - Le potentiel d'hydrogène (pH),
 - La teneur en hydrocarbures (Hc),
 - Les matières en suspension (MES).
- ❖ Tests hebdomadiers :
 - Demande chimique en oxygène (DCO),
 - Demande biologique en oxygène (DBO₅).

IV.2.2. MODE D'ECHANTILLONNAGE

Au cours de notre étude, le prélèvement se fait pour la zone 27 (sortie ver mer).

Les échantillons pris ont subi plusieurs analyses à fréquence déterminé (du **05/02/2019** au **15/03/2019**).

L'échantillonnage joue un rôle prépondérant dans l'analyse scientifique, l'échantillonneur doit tenir des recommandations suivantes [13] :

- L'échantillon doit être représentatif de la masse d'eau considéré.
- Donner une grande importance pour le transport pour qu'il ne s'altère pas et aboutir à de mauvais résultats, entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.
- Remplir les bouteilles en ras.
- Laisser l'eau écouler pendant quelques minutes puis on prélève.

c. **Appareillage** : pH mètre

d. **Mesure** :

Etalonnage de l'appareil à T=20 °C, par les solutions tampons ;

Faire la mesure de l'échantillon à T=20 °C, en plongeant dans l'échantillon l'électrode de pH ; mètre et laisser stabiliser pendant quelques secondes, et noter la valeur du pH.

2) Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO)

❖ **La norme** : AFNOR NF T90-103

a. **Principe** :

Le système de mesure est basé sur une différence de pression au moyen d'un indicateur digital.

b. **Réactifs** :

- Eau distillée ;
- Solution d'inhibiteur de nitrification C₄H₈N₂S à 5g/l ;
- Soude en pastille.

c. **Appareillage** : incubateur, Fiole, Flacons.

d. **Mode opératoire** :

Prendre 164 ml d'échantillon avec l'éprouvette, la verser dans le flacon, ajouter 03 gouttes de la solution de nitrification et le barreau aimanté, mettre la capsule sur le flacon contenant 02 pastilles de soude et fermer le flacon avec le bouchon OXITOP, presser sur le bouton S et M pendant 02 secondes pour avoir le zéro. En parallèle, faire un essai à blanc avec 432 ml d'eau distillée, mettre les échantillons dans l'incubateur avec agitation pendant 05 jours [Annexe 3].

e. **Résultat** :

Retirer les flacons de l'incubateur et presser sur le bouton M et lire la mesure et la multiplier par le facteur suivant le tableau :

Tableau IV.3 : facteur de mesure de la DBO

Volume échantillon (ml)	Mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10

3) Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)

❖ La norme : AFNOR NF T90-204

❖ Méthode par le dichromate de potassium

a. Principe :

L'ébullition à reflux, dans les conditions définies dans la présente norme, d'une prise d'essai de l'échantillon, en milieu acide, en présence d'une quantité connue de dichromate de potassium, de sulfate d'argent jouant le rôle d'un catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure (II) permettant de complexer les ions chlorures.

La détermination de l'excès de dichromate avec une solution titrée de sulfate de fer (II) et d'ammonium. Le calcul de la DCO à partir de la quantité de dichromate de potassium réduite.

b. Réactifs :

- Acide sulfurique concentré ($\rho \approx 1,83 \text{ g/ml}$) ;
- Acide sulfurique -sulfate d'argent ;
- Sulfate de fer (II) et d'ammonium, solution titrée $C_{[(\text{NH}_4)_2 \text{Fe} (\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]} \approx 0,12 \text{ mol/l}$;
- Sulfate de mercure (II) (HgSO_4) en cristaux ;
- Dichromate de potassium, solution étalon $C_{(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}=0,040 \text{ mol/l}$ contenant le sulfate de mercure (II) ;
- Féroïen, solution d'indicateur ;
- Granulés régulateurs d'ébullition.

c.Appareillage :

Matériel courant du laboratoire, et appareil à reflux constitué d'une fiole, d'un tube ou d'un ballon à fond plat de 250 ml environ, à col rodé, surmonté d'une réfrigérante adaptable et dimensionné de façon à éviter toute perte significative de matériaux volatils et burette de précision, de 10 ml de capacité.

Toute la verrerie utilisée doit être soigneusement lavée et conservée à l'abri de la poussière.

d. Mode opératoire :

- Introduire, dans l'appareil à reflux 10 ml de l'échantillon pour analyse. Si la valeur de la DCO de l'échantillon est supposée excéder 700 mg/l, procéder à une dilution de manière à obtenir une valeur de la DCO comprise entre 350 et 700 mg/l ;
- Ajouter 5 ml de la solution de dichromate de potassium et quelques granulés régulateurs d'ébullition à la prise d'essai et homogénéiser soigneusement ;

- Ajouter, lentement et avec précaution, 15 ml d'acide sulfurique-sulfate d'argent en agitant soigneusement la fiole d'un mouvement circulaire ;
- Porter à ébullition à reflux pendant 2h, laisser refroidir et laver la paroi interne à l'eau distillée ;
- Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, en présence de 1 ou 2 gouttes de la solution d'indicateur à la Féroïen.

➤ **Remarque :**

Effectuer un essai à blanc parallèlement à la détermination, en suivant le même mode opératoire que pour l'essai, mais en remplaçant la prise d'essai par 10 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente. Vérifier régulièrement la technique opératoire, de même que la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie, par analyse de 10ml de la solution de référence en suivant le même mode opératoire que pour la prise d'essai.

Expression des résultats :

La demande chimique en oxygène, DCO, exprimée en mg/l, est donnée par la formule :

$$DCO = \frac{8000 \cdot C \cdot (V_1 - V_2)}{V_0}$$

Où :

C : la concentration, exprimée en mol /l, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium ;

V₀ : le volume, en ml, de la prise d'essai avant dilution éventuelle ;

V₁ : le volume, en ml, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour l'essai à blanc ;

V₂ : le volume, en ml, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium, utilisé pour la détermination.

4) Détermination de la teneur en hydrocarbures (HC) dans l'eau

❖ **La norme:** AFNOR NF M07-203

❖ **Méthode :** Par analyseur d'hydrocarbures OCMA-310

a. Principe : Procédure de calibration

b. Réactifs :

- Le solvant S-316 ;
- Acide chlorhydrique ;
- Eau distillée ;
- L'huile lourde B.

c. Appareillage:

- Analyseur d'hydrocarbures OCMA-310 ;
- Bécher ;
- Fiole.

d. Mode opératoire :

- Prendre 15 ml de solvant avec de l'huile lourde B, de la fiole avec la seringue et le verser dans la cuve d'extraction. Ajouter comme indiqué dans le manuel une goutte d'acide chlorhydrique. Ensuite ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Lancer l'extraction pendant 40 secs ;
- Vérifier que la valeur d'échelle (SPAN VALUE) est correcte ;
 - Ouvrir la vanne d'extraction ;
 - Attendre la stabilisation de la mesure (sans appuyer sur le bouton mesure) ;
 - Fermer la vanne d'extraction ;
 - Ouvrir la vanne de DRAIN ;
 - Fermer la vanne de DRAIN
 - Répéter de (1) à (5) une seconde fois ;
- Ouvrir la vanne d'extraction et appuyer sur le bouton Mesure ;
- Appuyer sur le bouton span cal lorsque la valeur est stabilisée.

5) Détermination des matières en suspension(MES)

❖ **La norme :** ASTM D 1888

❖ **Méthode par filtration**

a. Principe :

Détermination par pesée après filtration de l'eau sur disque en fibre de verre, puis séchage du disque à 105°C.

b. Mode opératoire :

- Laver un disque filtrant à l'eau distillée et le sécher à l'étuve à 105°C durant au moins deux heures ;
- Après refroidissement dans un dessiccateur, peser exactement ce disque ; soit P_1 en mg ; placer le filtre sur son support et relier à la mise sous vide (trempe à vide).
- Filtrer un volume V en ml d'eau sous analyse (échantillon) ; le volume ne doit pas être inférieur à 100 ml et est choisi selon les qualités des matières en suspension et la précision voulue ;

- Rincer le récipient ayant contenu l'eau à analyser et filtrer les eaux de rinçage sur le filtre ; après séchage et refroidissement dans le dessiccateur ; repeser le filtre soit P_2 en mg.

c. Expression des résultats:

$$\text{MES} = \frac{(P_2 - P_1) \cdot 1000}{V} \quad \text{en (mg /l)}$$

6) Mesure de la conductivité électrique

❖ **La norme : ASTM D1125**

a. Principe :

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de mesure un galvanomètre ou une image cathodique.

b. Appareillage: Conductiviomètre (Electrode de mesure).

c. Mesure:

Mettre l'appareil en marche, étalonner avec une solution de KCl de concentration connue, et donc de conductivité connue. Plonger ensuite l'électrode dans l'échantillon à analyser, laisser stabiliser et lire ensuite sa conductivité en ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$). Rincer l'électrode après chaque mesure, les lectures se font à une température de 20°C ou 25°C.

7) Détermination de la Dureté totale TH

❖ **La norme : ASTM D1126**

a. Principe :

Les ions Ca^{++} & Mg^{++} présents dans l'eau sont complexés par l'addition de l'EDTA, le point final est détecté par le noir d'Eriochrom T qui donne une couleur pourpre en présence de Ca^{++} et une couleur bleu lorsque ces derniers sont complexés.

b. Réactifs :

- Solution Tampon pH 10
- Un indicateur NET
- Solution Standard d' EDTA à (1ml = 1 mg /l CaCO_3 0,02 M / 0,002 M)

c. Mode opératoire :

Prendre 10 ml d'échantillon, ajouter 1 ml de solution tampon pH 10 plus une pincée d'indicateur NET et titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à la coloration bleue.

d. Résultat :

$$\text{Dureté Totale TH} = \frac{V (\text{ml}) * N * \text{EG}_{\text{CaCO}_3} * 1000}{\text{Prise d'essai (volume)}} \text{ en mg/l.}$$

V : Volume d'EDTA utilisé pour le titrage.

N: Normalité d'EDTA

EG : $100 / 2 = 50$ Equivalent gramme CaCO_3 .

8) Détermination de l'alcalinité totale « TAC »**❖ La norme : ASTM D1067**

La détermination du Titre Alcali-métrique complet (**TAC**) définit l'alcalinité des eaux.

- L'alcalinité **TA** est le dosage des ions Hydroxydes et bicarbonates en moitié à PH alcalin conformément à l'indicateur utilisé qui est le phénol phtaléine.
- L'alcalinité **TAC** est le dosage des ions restants tels les carbonates et hydrogéné-carbonates en plus des ions sulfites et phosphates.

a. Réactifs :

- Acide Chlorhydrique (0,01 N) ;
- Méthyle orange.

b. Appareillage :

- Burette de 25ml
- Erlen Mayer de 250 ml
- Pipette de 1ml

c. Mode opératoire :

Pipeter 50 ml d'eau à analyser dans un Erlen meyer ajouter 5 gouttes d' indicateur Méthyle orange puis titrer avec HCL 0,01 N jusqu'au virage rouge orange.

d. Résultat :

$$\text{TAC (ppm)} = \frac{V (\text{ml}) \times N \times \frac{\text{EG}}{2} \text{CaCO}_3}{S} \times 10^3$$

Sachant que :

S : La Prise d'essai ;

V : volume de HCL utilisé pour le titrage de la solution ;

N : La Normalité d'acide utilisé

9) Détermination de la dureté calcique

❖ La norme : ASTM D 511

Cette méthode est applicable pour l'eau brute, les eaux industrielles mais elle n'est pas applicable pour les eaux colorées.

a. Principe :

Les ions Ca^{++} présents dans l'eau sont complexés par l'addition de l'EDTA, le point final est détecté par le murexide qui donne une couleur rose en présence de Ca^{++} et une couleur violette lorsque ces derniers sont complexés.

b. Réactifs :

- Solution de NaOH « 50 g / l » à un pH de 12 à 13
- Solution Standard d'EDTA à (1ml = 1 mg / l CaCO_3 0,02 M / 0,002 M)
- Indicateur Murexide

c. Mode opératoire :

Prendre 10 ml d'échantillon, ajouter 1 ml de solution NaOH « 50 g / l » plus une pincée d'indicateur Murexide et titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à la coloration violette.

d. Résultat :

$$\text{Dureté Calcium Ca} = \frac{\text{V (ml)} * \text{N} * \text{EG CaCO}_3 * 1000}{\text{Prise d'essai}}$$

V : Volume d'EDTA utilisé pour le titrage

N: Normalité d'EDTA

EG : $100 / 2 = 50$ Equivalent gramme CaCO_3

10) Détermination des Chlorures

❖ La norme: ASTM D512 A

❖ Méthode Argentimétrie.

a. Principe

Cette méthode est applicable pour les eaux industrielles contenant plus de 5 mg/l, les ions chlorures sont précipités en formant un précipité blanc de AgCl, la fin du dosage est indiqué par la coloration rouge brique de Ag₂CrO₄.

b. Réactifs :

- Nitrates d'argent « AgNO₃ » 0,0028N
- Indicateur K₂ CrO₄

c. Mode opératoire:

Prendre 10 ml d'échantillon et ajouter approximativement 1 ml de l'Indicateur Chromate de potassium titrer par Ag(NO₃)₂ jusqu'à à obtention du précipité rouge brique.

d. Résultat :

$$[\text{Cl}^-] = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 35,5 \times 1000}{S} \quad \text{en mg/l}$$

V₁ : Volume de titrage de l'échantillon

V₂ : Volume de titrage du blanc

N : Normalité de l'Ag NO₃

S : Prise d'essai ' Echantillon '

IV.3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux suivant (IV.4, IV.5) résument les résultats obtenus des principaux caractères physico-chimiques et biologiques des eaux traitées dans la station d'épuration « unité 27 » :

Tableau IV.4 : Résultats des paramètres de PH, MES et teneur en hydrocarbures HC.

Date	Paramètres		
	Ph	Les hydrocarbures (Hc) (mg/l)	MES (mg/l)
05/02/2019	7.5	0.3	2
06/02/2019	7.8	0	1
07/02/2019	7.4	0	1
10/02/2019	7.3	1.3	6
11/02/2019	7.4	0	1
12/02/2019	7	1.2	2
13/02/2019	7.3	0.3	1
14/02/2019	7.3	0	1
17/02/2019	7.4	6.1	12
18/02/2019	7.6	2.3	7
19/02/2019	7.3	1.8	4
20/02/2019	7.1	0	1
21/02/2019	7.2	0	2
24/02/2019	7.5	0	1
25/02/2019	7.8	0	1
26/02/2019	7.3	0.2	1
27/02/2019	7.5	1.1	1
28/02/2019	7.1	1.2	2

Tableau IV.5 : Résultats de mesure des paramètres de DCO et DBO5.

Date	DBO 5 (mg/l)	DCO (mg /l)
05/02/2019	2	9.4
10/02/2019	9.3	28
17/02/2019	21.1	95
24/02/2019	1	7.3
03/03/2019	2	18
09/03/2019	8	27
15/03/2019	1.6	16

❖ **Interprétation :**

- **pH** : le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement basique, il varie entre 7 et 7,8, il est donc conforme aux normes de rejets « 5,5 à 8,5 ».
- **Matières en suspension** : les valeurs de MES des eaux traitées varient entre 1 et 12 g/l, dans ce cas cette eau est conforme aux normes de rejets « 25 mg/l ».
- **Teneur en hydrocarbures** : On remarque qu'au **17/02/2019** une élévation de la teneur des hydrocarbures « 6.1 mg/l » par rapport aux autres jours. Cela est dû au démarrage de certaines zones de production après avoir subi un lavage des différentes installations pendant le week-end. La valeur moyenne de la teneur en hydrocarbures est 3.05 mg/l qui est inférieur à la norme de rejet « 15mg/l ».
- **DBO₅ et DCO** : les valeurs de la DBO₅ sont inférieures à la valeur de la norme de rejet « 25mg/l » ainsi que celles de la DCO qui sont inférieures à la norme 100mg/l.

 **Remarque :**

D'après les résultats d'analyse des eaux traitées de la station d'épuration « unité 27 », nous avons remarqué que la qualité de ces eaux répond aux normes algériennes des rejets industrielles. C'est-à-dire qu'elles peuvent être rejetées à la mer sans causer des déséquilibres environnementaux. En plus, nous constatons que cette eau est de très bonne qualité (grand écart entre les valeurs de critères de qualité et celles données par les normes). Donc la question qui se pose, la possibilité de sa réutilisation ?

IV.4. ETUDE DE LA POSSIBILITÉ DE REUTILISER LES EAUX DE L'UNITÉ 27 COMME EAU D'APPOINT POUR LA PRODUCTION DE VAPEUR

Plus la demande en eau croît, plus les ressources en eau disponibles se raréfient alors que simultanément et par voie de conséquence le volume d'eau usée rejeté s'accroît. Dans ce contexte, la réutilisation de l'eau usée devient un moyen intéressant pour, à la fois, satisfaire la demande et protéger les ressources. Cependant, les exigences relatives à la qualité de l'eau tendent à être propres à l'industrie, puisque les changements de la composition chimique de l'eau peuvent modifier les procédés utilisés. Les préoccupations que pose la qualité de l'eau dans la réutilisation et le recyclage industriels touchent habituellement l'entartrage, la corrosion, la formation de bactéries, l'encrassement, la formation de mousse et les effets sur la santé des travailleurs [55], [56].

IV.4.1. CONDITION DE LA QUALITÉ DES EAUX ÉPURÉES DANS LE BUT DE LES RÉUTILISER

Dans cette partie nous allons voir si la qualité de ces eaux traitées répond aux critères de qualité pour être réutiliser.

Tableau IV.6: Les caractéristiques des eaux à réutiliser comme eau d'appoint [55]

Paramètres	Valeur maximale
MES	< 10ppm
DBO ₅	< 30 mg/l
DCO	<140 mg/l
Hydrocarbures	< 3 ppm

L'ensemble des figures présentées ci-dessous montrent les changements des paramètres déterminant la qualité des eaux épurées en fonction du temps par rapport aux normes exigées pour les eaux traitées à réutiliser (Tableau IV.6).

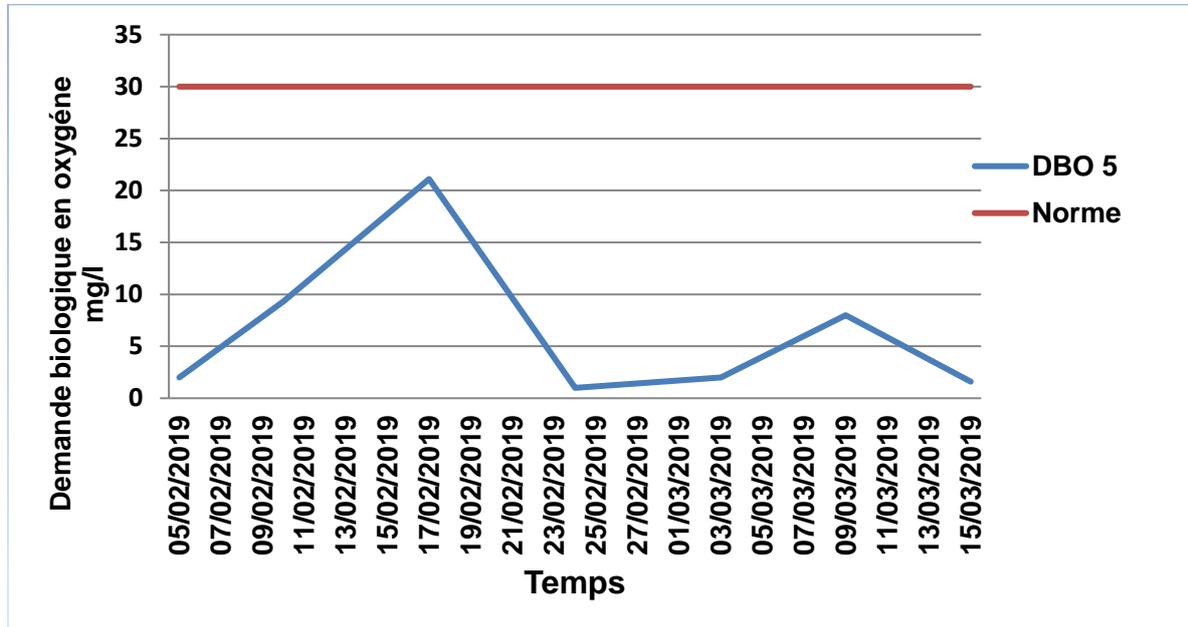


Figure IV.2 : Variation la Demande biologique (DBO5) des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme

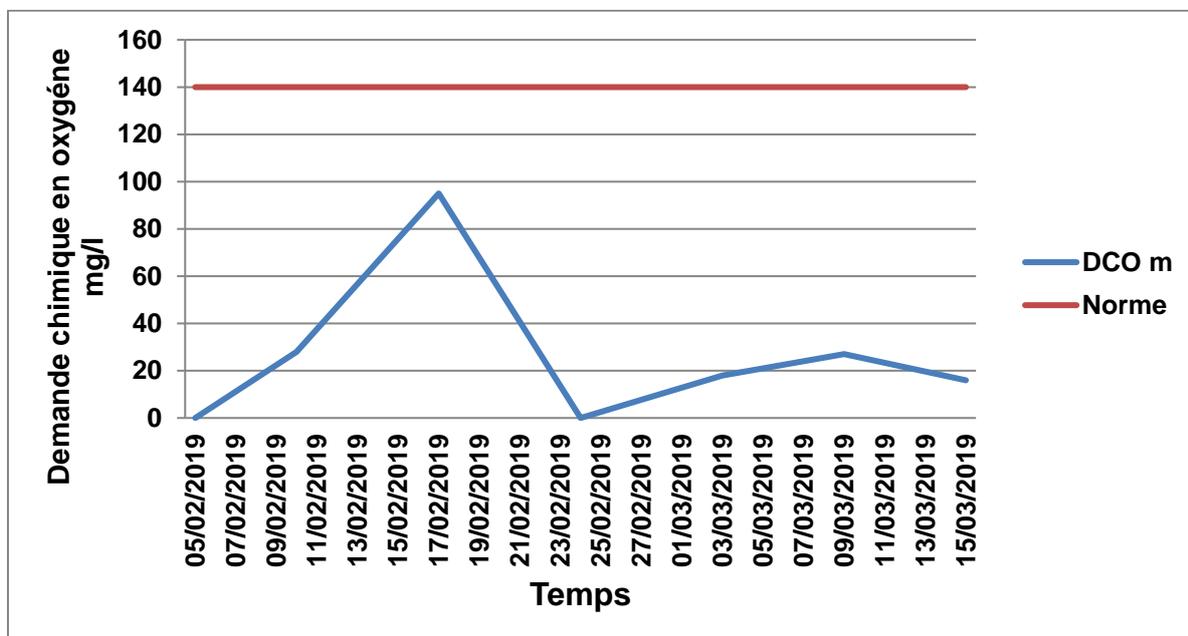


Figure IV.3 : Variation de la demande chimique en oxygène des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme.

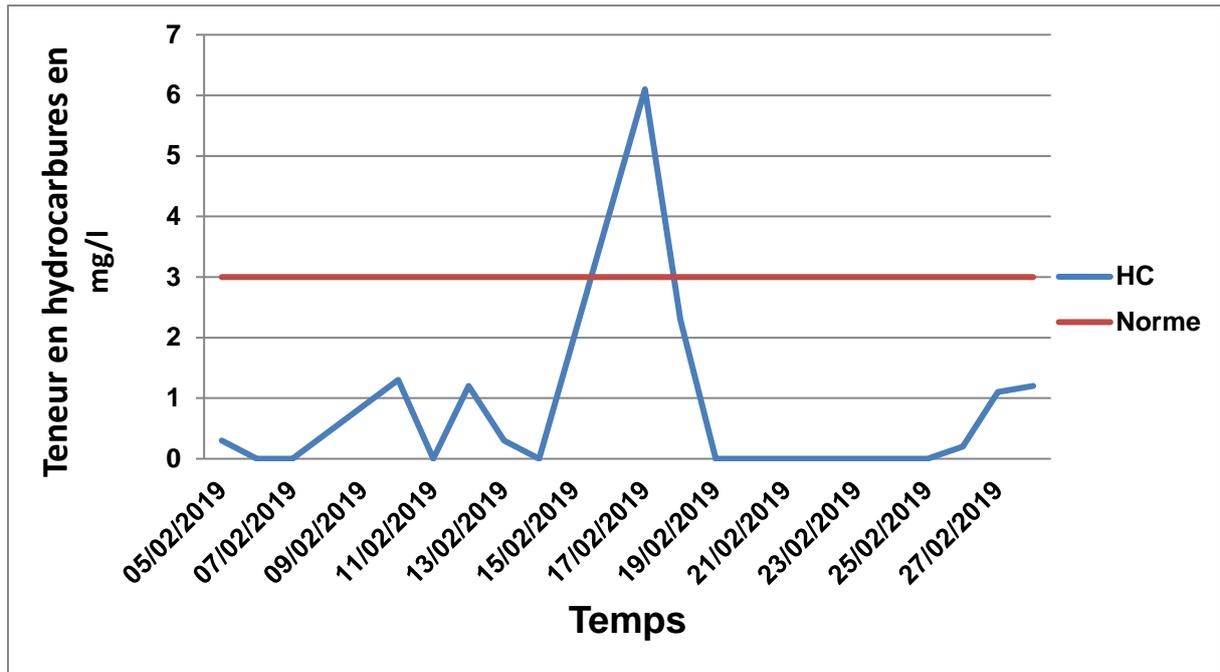


Figure IV.4 : Variation de la teneur en hydrocarbures des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme.

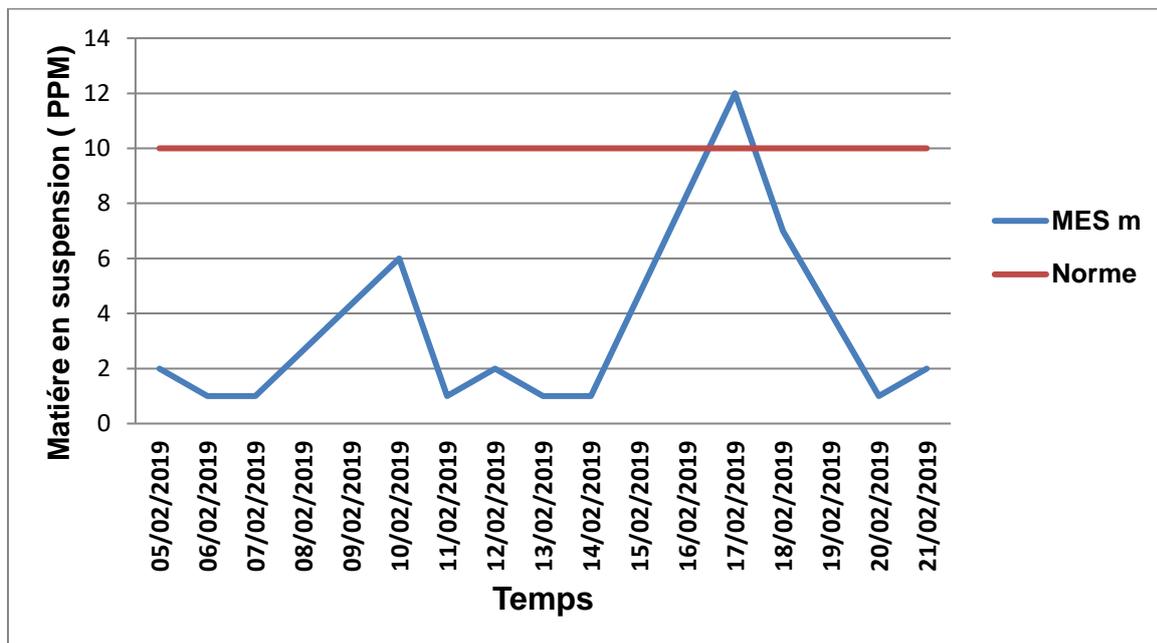


Figure IV.5 : Variation des matières en suspension des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme.

❖ **Interpretation**

Selon les figures de [IV.2 à IV.5] on remarque clairement que Les paramètres qui déterminent la qualité des eaux épurées à réutiliser restent très inférieures à celle limitée par la norme de reutilisation .On constate alors que la qualité des eaux traitées à la station de traitement des effluents liquides « unité 27 » est très proche de celle exigée pour les eaux à réutiliser. Pour confirmer cette constatation, On a projetées à réaliser d'autres analyses de paramètres de qualité et les comparées avec celles des eaux d'alimentation des chaudières exigées par le Design. Nous avons fait le suivi des paramètres suivants:

- PH et conductivité,
- le titre alcalimétrique complet (TAC) et le titre hydrométrique (TH),
- la dureté calcique ($[Ca^{2+}]$),
- les chlorures libres $[Cl^-]$.

Tableau IV.7 : Les résultats des paramètres de mesure.

Date	Paramètres					
	pH	Conductivité ($\mu S/cm$)	TH (°F)	TAC (°F)	$[Ca^{2+}]$ (°F)	$[Cl^-]$ (°F)
05/02/2019	7.5	243	8.2	6.4	7.2	4.1
06/02/2019	7.8	374	11.5	7.2	8.9	6.2
07/02/2019	7.4	215	7.8	5.9	6.8	3.5
10/02/2019	7.3	580	9.8	7.9	11.8	17.1
12/02/2019	7.2	501	9.3	7.6	10.1	15.2
14/02/2019	7.3	411	16	7.8	12.8	14.1
17/02/2019	7.8	175	7.5	5.8	6.4	2.8
18/02/2019	7.4	300	11.5	7.2	8.9	6.2
19/02/2019	7.6	186	7.2	6.2	5.8	2.9
20/02/2019	6.7	165	6	5.7	4.7	2.6

Tableau IV.8 : Spécifications techniques envisagées par le design des eaux d'appoint pour la chaudière à la raffinerie d'Arzew [56].

	Eau Brute					
Paramètres	PH à 25°C	Conductivité (µS/cm)	TH °F	TAC °F	Calcium °F	Chlorures °F
Design	7.5 à 8.0	800 à 2000	40 à 70	8 à 15	20 à 35	24 à 40

Les figures présentées ci-dessous montrent la comparaison des valeurs des paramètres déterminant la qualité des eaux épurées (le pH, la conductivité, TH, TAC, les chlorures, le calcium) avec Les spécifications techniques envisagées par le design des eaux d'appoint pour la chaudière à la raffinerie d'Arzew de l'eau brute.

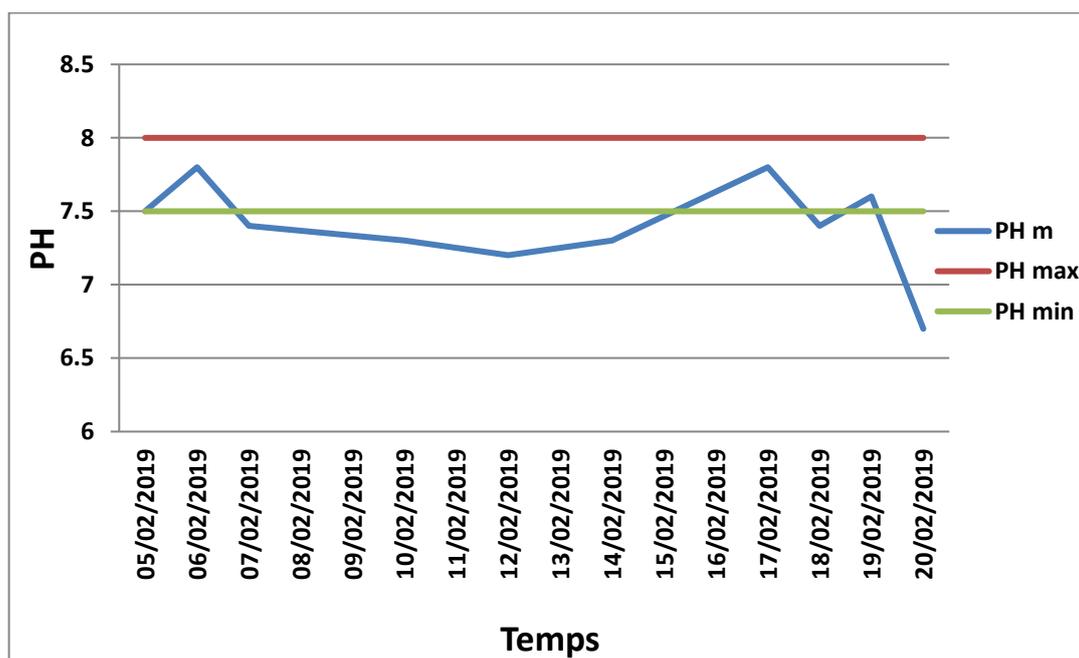


Figure IV.6 : Variation du pH des eaux épurées en fonction du temps par rapport au pH de l'eau brute.

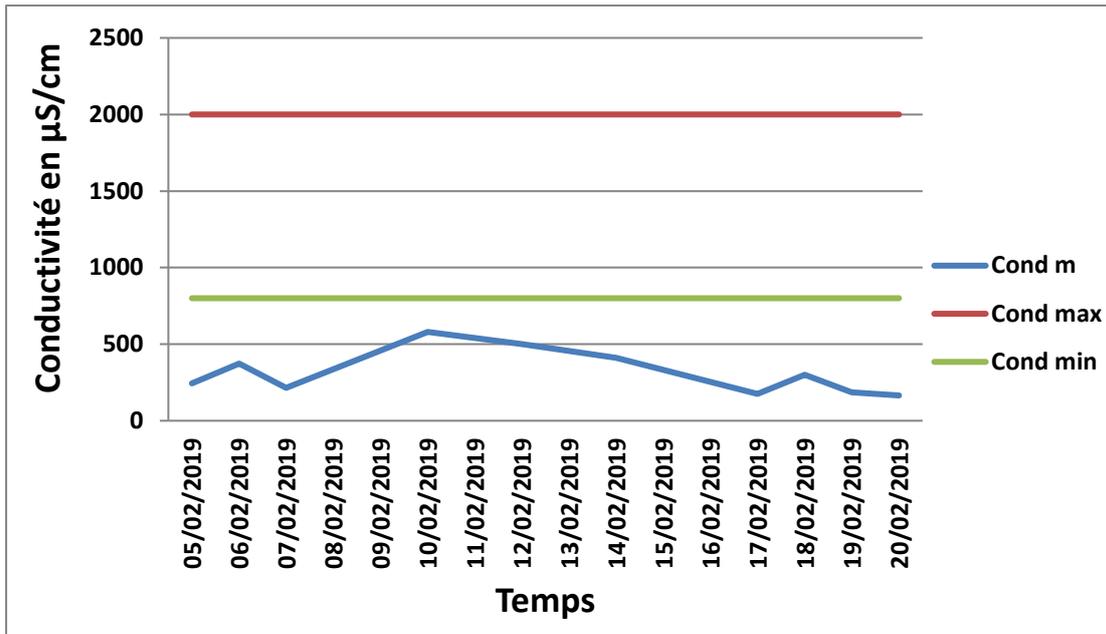


Figure IV. 7 : Variation de la conductivité des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l’eau brute.

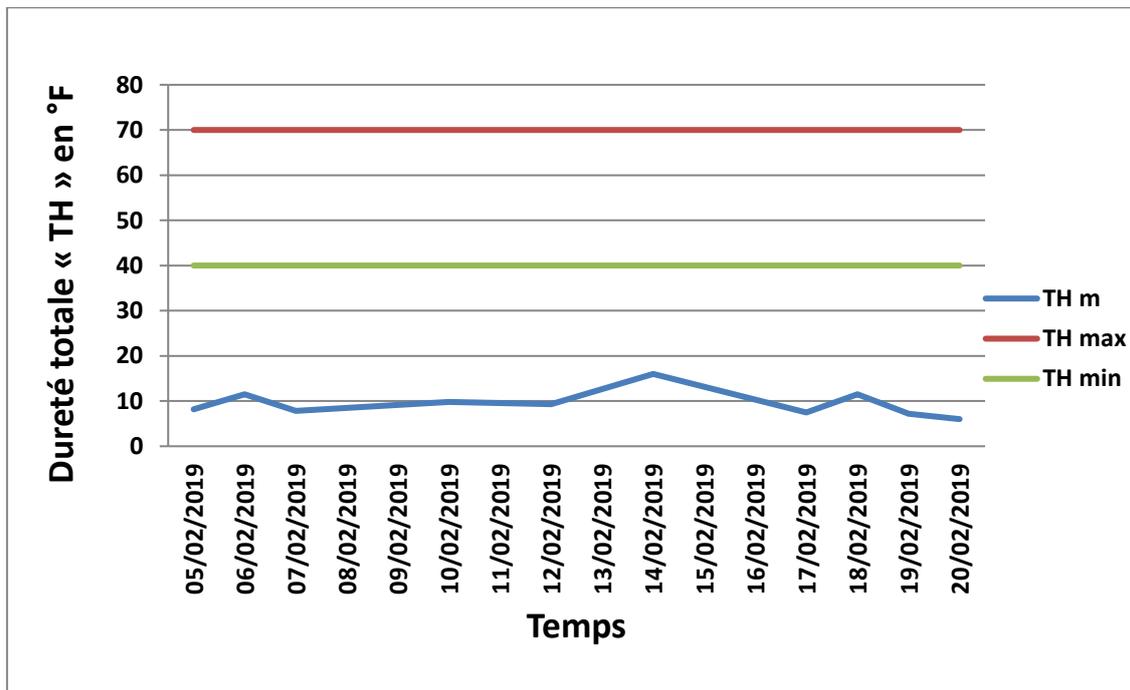


Figure IV.8 : Variation de TH des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l’eau brute

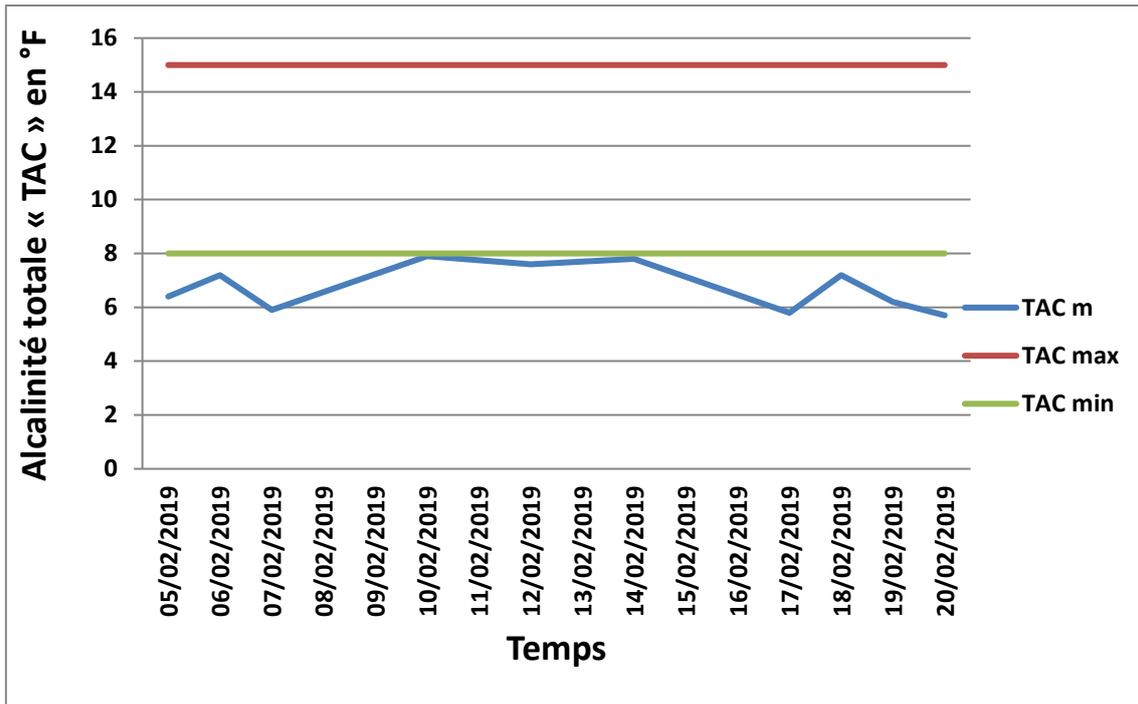


Figure IV.9: Variation de TAC des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute.

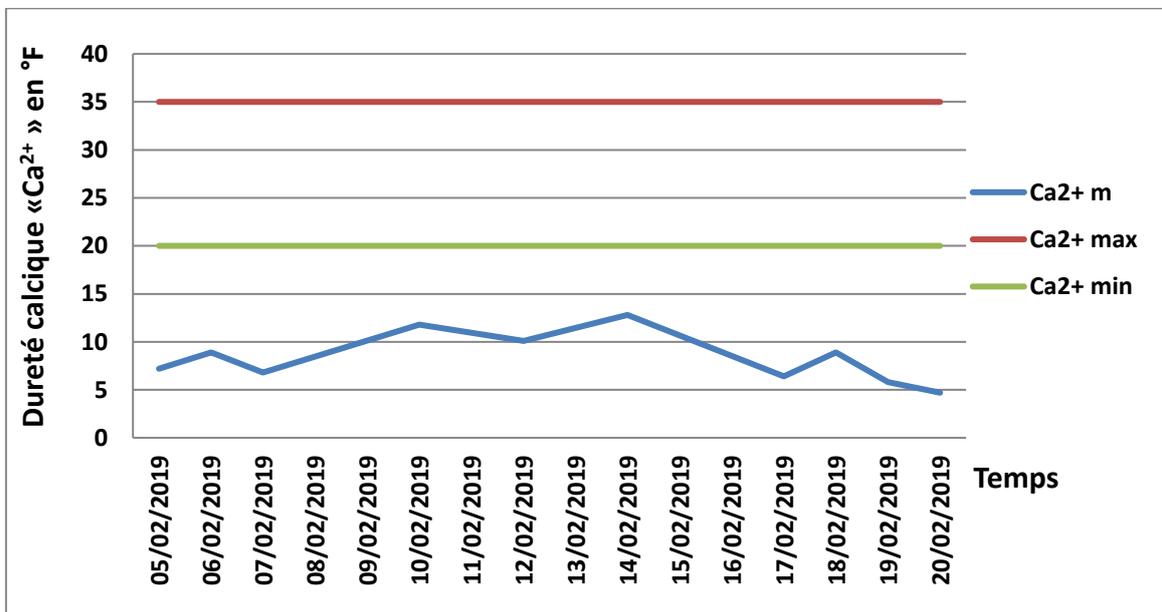


Figure IV. 10 : Variation de dureté calcique e des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute

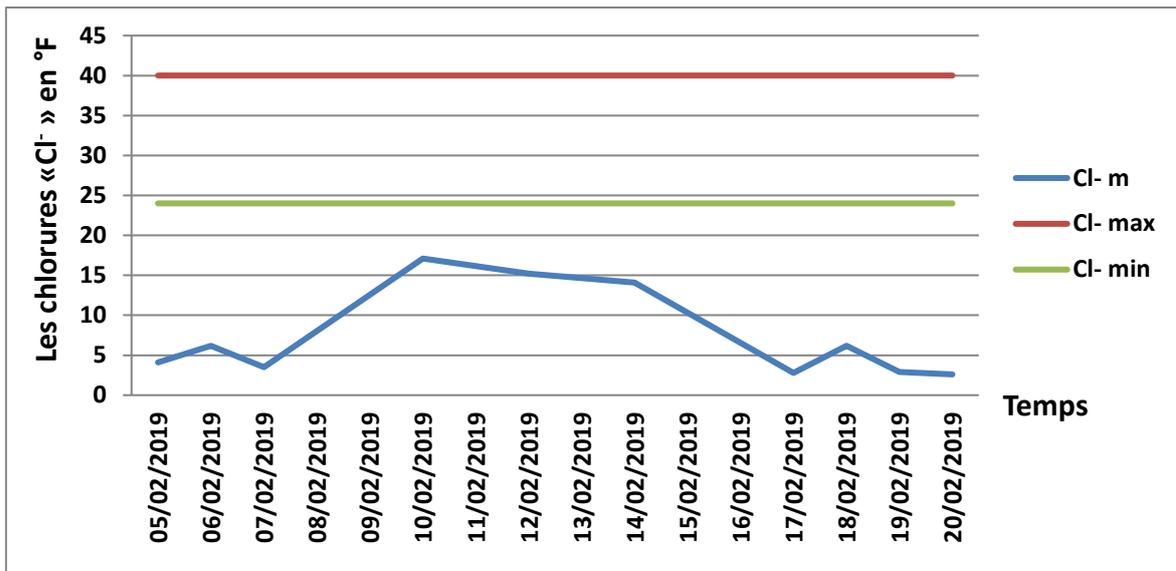


Figure IV.11 : Variation de $[Cl^-]$ des eaux épurées en fonction de temps par rapport à celle de l'eau brute.

❖ Interprétation :

On remarque sur les figures de [IV.5 à IV.10] que les paramètres (pH, conductivité, TH, TAC, les chlorures, le calcium) des eaux traitées présentent des allures de courbe toujours inférieures à la valeur maximale des paramètres exigées par la norme de qualité de l'eau brute de la chaudière. Alors après nos constatations avec les résultats d'analyse des paramètres de l'eau récupérée de l'unité 27 de traitement des effluents on peut confirmer la possibilité de réutiliser cette eau pour la production de la vapeur dans la zone 3.

CHAPITRE V

DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE D'ADDUCTION

Dans ce chapitre on va étudier l'alimentation de la bache de stockage T603 par l'eau traité sortante de la station de traitement des effluents « unité 27 ». On opte à exploiter le bassin 27BA-03 qui est un bassin de collecte des eaux traitées avant le rejet vers mer l'un de ces fonctions est l'alimentation des filtres pour le lavage en cas où ils sont colmatés. Le réseau d'adduction est par refoulement et se fait sous l'action d'une force mécanique qui lui sera appliquées (condition par la pompe) vu que la source d'eau se situe à une cote inférieure à celle du réservoir d'accueil.

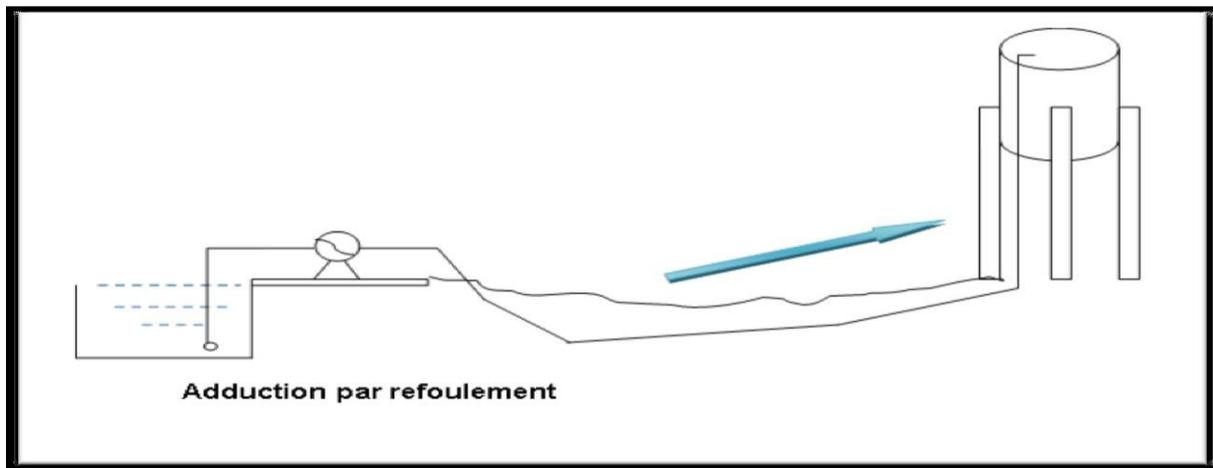


Figure V.1 : Adduction par refoulement

Tableau V.1 : Caractéristique de Bassin enterré 27BA-03 [57].

Longueur(m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Cote TN
11	10	2.3	52.8

Tableau V.2 : Caractéristique de réservoir de stockage T603 [58].

Volume (m ³)	Diamètre (m)	Hauteur de remplissage (m)	Cote TN
30 000	62	10	71.50

Remarque : la formule du BRESS n'est pas valable pour les petits projets de longueur de conduite inférieure ou égale à 1Km.

Pour le calcul de diamètre dans notre étude on utilise la formule de BONIN et on prendra tous les diamètres normalisés disponibles au marché, mais notre choix final se portera sur le diamètre pour lequel le cout sera minimal et la vitesse d'écoulement sera comprise entre 1 et 2 (m/s).

Dans l'industrie de raffinage la tuyauterie est apparente et de matière acier ou en fonte ductile. Dans notre étude, on opte pour les conduites en fonte ductile avec bride boulonné pour tous les tronçons du projet projeté.

V.1.2. CALCUL DE LA VITESSE

Elle est donnée par la formule suivante :
$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Avec :

D : diamètre du tuyau en(m).

V : vitesse d'écoulement en (m/s).

Q : débit en (m³/s).

Le réseau d'adduction par refoulement est dimensionné sur la base des données suivante :

- Debit à refoulé : Q= 0.033 m³ /s
- Longueur de la conduite : 750 m
- Formule de BONNIN : D= $\sqrt{Q} = 0,182m$.

Tableau V.3 : les Dimensions de la conduite (SP-R) [62]

Pour une conduite en fonte ductile en service K=0.002				Vitesse (m/s)
DN	Diamètre extérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	
150	170	6,3	157,4	1.71
200	222	6,4	209.2	0.97

Selon les calculs et les conditions précédentes, On opte à utiliser des conduites en fonte ductile avec un diamètre DN150.

V.1.3. HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE (HMT)

A partir du calcul des pertes de charge linéaires, singulières et de la conduite de refoulement et les caractéristiques géométriques, la hauteur manométrique totale (HMT) est égale à la somme de celles-ci, soit :

$$H_{mt} = H_g + \Delta H$$

Avec :

H_g : Hauteur géométrique entre le plan d'eau de la bêche et le point haut a refoulé (m) ;

ΔH : Perte de charge totale de la conduite de refoulement (en m) ;

❖ Estimation des pertes de charges

les pertes de charges présentent une portion de l'énergie mécanique de l'eau qui se transforme en chaleur sous l'effet des frottements entre les particules de l'eau et les parois des canalisations, les pertes de charges sont liées à la longueur de la conduite, a son diamètre ainsi qu'au singularité (vannes, coudes, tés, clapets et raccords),elles se présentent sous deux formes :

✚ Pertes de charges linéaires H_L

Elles sont déterminées par la formule de Darcy-Weisbbach:

$$H_L = J \times L$$

$$J = \frac{\lambda \times V^2}{2 \times g \times D}$$

J : pertes de charge par frottement en (m.c.e/m) en mètre colonne d'eau par mètre de conduite.

λ : coefficient de pertes de charges.

D : Diamètre du tuyau(m).

V : Vitesse d'écoulement en (m/s).

g : Accélération de la pesanteur en (m/s²).

Pour Calculer le coefficient de perte de charge λ on doit calculer le nombre de Reynolds pour savoir le type de régime: [61]

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Avec :

ν : Viscosité cinématique de l'eau à 20°C = 1×10^{-6} m² /s ;

D : Diamètre choisi ($D=0.1574$ m) ;

V : La vitesse ($V=1.71$ m/s)

AN :

$$Re = 0.269 \times 10^6$$

Le régime est turbulent rugueux, on utilise la formule de *Colebrook-White* Etablie en 1939 qui est largement adoptée pour le calcul du coefficient de perte de charges λ . Celui-ci s'exprime par :

$$\lambda = \left[-2 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right) \right]^{-2}$$

Depuis de la publication de l'équation de *Colebrook*, plusieurs chercheurs ont travaillé et publié des relations qui sont ou bien plus précises mais plus complexes ou bien simples mais moins précises [59].

Entre autres, on peut mentionner l'équation de *Pecornic* (1963) Qui est valable pour $4. 10^3 < Re < 1. 10^8$ et $\varepsilon DH = 0.01$ à $5. 10^{-5}$. L'erreur maximum est de 6%:

$$\lambda = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{15}{Re} + \frac{\varepsilon}{3.715 \times D} \right) \right]^2}$$

Et L'équation de *Haaland* (1983) a environ 2% d'erreur par rapport à l'équation de *Colebrook* [60].

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -1.8 \times \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right]$$

L : Longueur de la conduite en (m).

K= ε/D : Coefficient de rugosité pour les tubes en fonte ductile **K=0,002** pour tuyaux en service. [63]

Re : Nombre de Reynolds.

Ou bien on peut utiliser l'abaque de Moody (ANNEXE 1).

✚ Pertes de charges singulières (H_s) :

Elles sont provoquées par les (coudes, les vannes, les clapets,), elles sont estimées en majoration a 13% des pertes charges linéaires pour les tubes en fonte ductile : [63]

$$H_s = 0,13 \times HL$$

✚ Pertes de charges totales (H_t) :

Elles présentent la somme des pertes de charge linéaires et singulières, pour chaque conduite

$$\Delta H = H_s + HL$$

V.2.LE CHOIX DES POMPES

Le choix de la pompe s'effectue en choisissant un type de pompe dont les caractéristiques se rapprochent le plus possible des données à respecter (Q, HMT).

❖ Application

Pour le calcul de la hauteur manométrique total on utilise la base des donnés suivante :

- Longueur de la conduite : $L = 750$ m
- Débit refoulé : $Q = 120$ m³/h
- Cote de départ : 52.80 m
- Cote d'arrivé : 71.50 m
- Hauteur max de remplissage : 10 m
- Hauteur de refoulement : $H_r = (71.5 + 10) - 52.80$

$$H_r = 28.7 \text{ m}$$

Tableau V.5 : les Résultats de calculs de la Hauteur manométrique.

L (ml)	D (m)	V (m/s)	Re 10 ⁶	λ	j (m/m)	J (m)	HL (m)	Hs (m)	ΔH (m)	Hg (m)	Hmt (m)
750	0.1574	1.71	0.27	0.023	0.02177	17.79	16.33	2.44	18.77	28.70	47.47

V.3. CALCUL DE LA PRESSION NOMINALE DE LA CONDUITE

Côte piézométrique amont = Côte terrain naturel + Hauteur manométrique,

Côte piézométrique aval = Côte piézométrique amont – Perte de charge totale,

Pression statique = Côte piézométrique aval – Côte aval de terrain naturel.

Tableau V.6 : Résultats de calcul de la pression nominale de la conduite.

Conduite en fonte ductile Pour une rugosité $k=0.002$												
Tronçon	Cote TN (m)		Q (m ³ /h)	L (m)	D (mm)	V (m/s)	ΔH (m)	H_g (m)	H_{mt} (m)	Cote piézométrique		Ps (m)
	Amont	Aval								Amont	Aval	
SP-R	52.8	71.5	120	750	0,1574	1,71	18.77	28.7	47.47	100.27	81.50	10

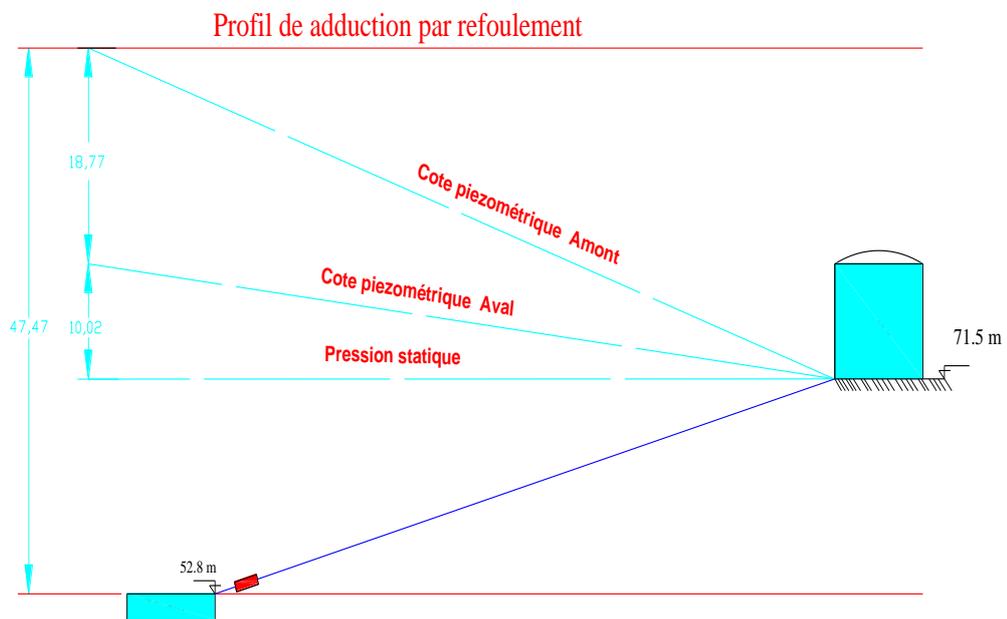


Figure V.3 : Schéma de profil d'adduction par refoulement vers le réservoir T603

On cherche dans le marché les pompes disponibles et qui ont les même caractéristique de notre pompe soit ($HMT > HMT$ calculé). ($Q \geq Q$ projeté).

Les pompes qui seront utilisées seront de type **CAPRARI**, suite à ce choix les caractéristiques techniques donnée par le constructeur seront utilisés pour tracé les courbes caractéristiques des pompes et le calcul de point de fonctionnement.

Les résultats obtenus sont résumé dans ce qui suit (Tableau V.7 et Tableau V.8) (Figure V.2)

Tableau V.7 : Données caractéristique de la hauteur débitante de la pompe.

Q (m ³ /s)	0,0055	0,0066	0,0082	0,011	0,0165	0,022	0,033	0,0495
H (m)	59,63	59,52	59,32	58,89	57,65	55,91	50,94	39,78

Tableau V.8 : Données caractéristique de la hauteur résistante de la conduite.

Q (m ³ /s)	0,0055	0,0066	0,00825	0,011	0,016	0,022	0,033	0,0495
H (m)	29.24	29.48	29.92	30.87	33.60	37.41	48.30	72.80

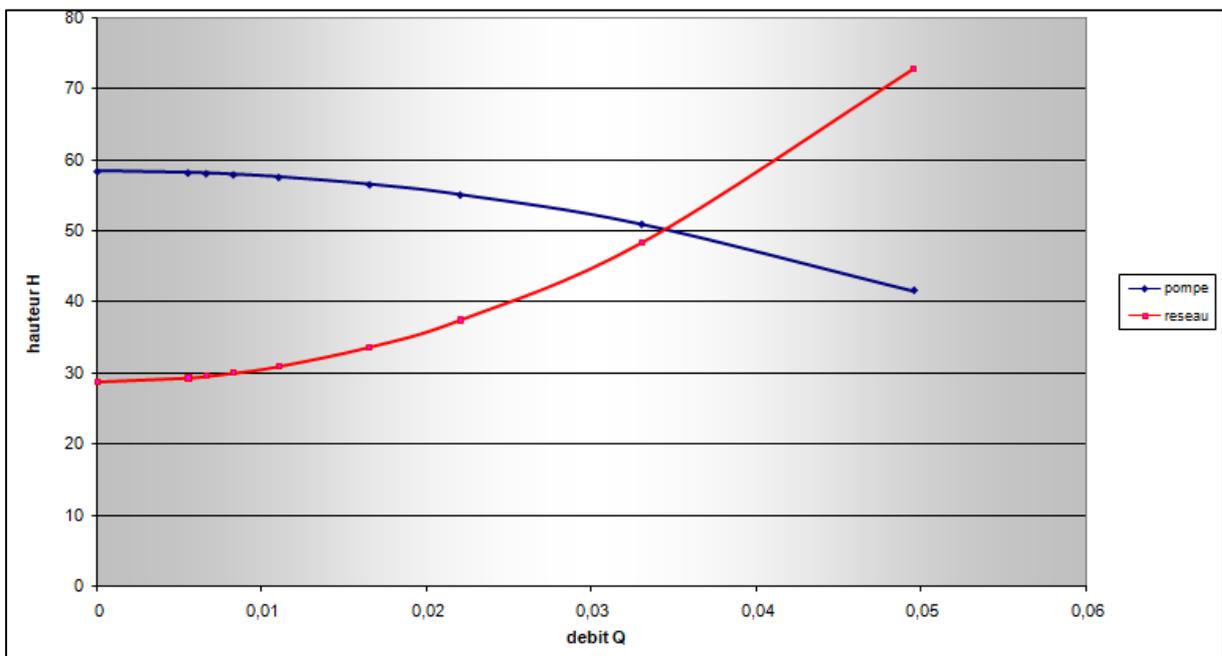


Figure V.4 : courbe caractéristique de point de fonctionnement.

A partir la courbe de point de fonctionnement et les courbes techniques fournis par le constructeur (ANNEXE II) on opte à utiliser cette pompe de type **CAPRARI** avec les caractéristique de fonctionnement suivantes :

Q (m ³ /s)	H (m)	P (KW)	Rendement (%)	NPSH
0.034	50.19	22	80	3.5

V.4. CALCUL DE NPSH

Pour éviter le phénomène de la cavitation on doit vérifier la différence de NPSH

- $NPSH_{Disp} \geq NPSH_{nécess.}$

$$NPSH_{disp.} = 10^5 \times \frac{(P' - P_t)}{\rho \times g} - H_{asp} - \Delta h$$

P' : Pression sur la surface d'aspiration (bar abs)

P_t : La tension de vapeur du liquide à pomper (l'eau bout à une température de 20 °c dans un vide de 0.023 bar abs).

ρ : Poids spécifique du liquide à pomper (Kg/m³).

H_{asp} : La hauteur d'aspiration (la pompe est au niveau de plan d'eau H_{asp}=0).

Δh_{asp} : Les pertes de charge dans la conduite d'aspiration (m). Δh_{asp} = 0

g : Accélération de la chute g=9.81 m/s².

❖ Application :

$$NPSH_{disp.} = \frac{(1.0 - 0.023)}{1000 \times 9.81} \times 10^5$$

$$NPSH_{disp} = 9.95 \text{ m}$$

Pour notre pompe le NPSH = 3.5

Donc pour cette pompe y'as pas risque de la cavitation.

V.5. ETUDE DE COUP DE BELIER

Le coup de bélier consiste en une oscillation de dépression et de surpression. Cette dépression et surpression se déplacent dans la conduite comme onde.

V.5.1. Célérité de l'onde élastique

La célérité de l'onde élastique a est fonction du fluide écoulé (ici de l'eau) et des caractéristiques de la conduite (diamètre et épaisseur) et du sol.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{k \times D}{e}}}$$

Avec :

a: Célérité de l'onde (m/s).

d: Diamètre intérieur de la conduite en (m).

e: épaisseur de la conduite en (m).

K : Coefficient dépend de la nature de la conduite ; $K=1$ pour la fonte ductile.

Où

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{0.1574}{0.063}}}$$

$$a = 1389.02 \text{ m/s}$$

V.5.2. Valeur numérique de coup de bélier

Supposons que la vitesse moyenne dans la conduite (de longueur L) avant la fermeture d'une Vanne (ou l'arrêt d'une pompe) est V_0 . La valeur du coup de bélier dépend du type de fermeture :

a) Cas d'une fermeture brusque :

Si le temps de fermeture est inférieur à $\frac{2 \times L}{a}$, la valeur maximale du coup de bélier est :

$$b = \frac{a \times V_0}{g}$$

b : Valeur du coup de bélier (m).

V_0 : Vitesse d'écoulement (m/s).

a : Célérité de l'onde (m/s).

g : Accélération de la pesanteur $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

b) Cas d'une fermeture lente :

Si le temps de fermeture est supérieur à $\frac{2 \times L}{a}$, c'est-à-dire supérieur à un aller et retour d'onde la valeur du coup de bélier est donnée par la formule de **MICHAUD** :

$$b = \frac{2 \times L \times V_0}{g \times T}$$

❖ **Application**

$$T = \frac{2 \times 750}{1389.02}$$

$$T=1.07 \text{ s}$$

Note : Dans notre cas on a un temps de fermeture de 30 seconde, il est supérieure de 1 seconde alors c'est une fermeture lente.

❖ **Application**

$$b = \frac{2 \times 750 \times 1.71}{9.81 \times 30}$$

$$b=8.71\text{m}$$

c) La valeur de pression-surpression :

$$H_a = Z_0 + b = 47.41\text{m}$$

d) La valeur de pression-dépression :

$$H_a = Z_0 - b = 38.7 - 8.71 = 30\text{m}$$

Avec :

Z₀: Pression absolue au point le plus haut de la conduite en (m), elle est donnée par la formule suivante :

$$Z_0 = H_g + 10$$

$$Z_0 = 38.7\text{m}$$

Où :

H_g: Hauteur géométrique de refoulement H_g=28.7 m

10m : Pression atmosphérique.

❖ **Remarque :**

Le coup de bélier est moins important dans le cas d'une fermeture lente qu'en une fermeture brusque, dans notre étude on considère ce cas le plus défavorable.

Tableau V.9 : Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau suivant :

Adduction	K	D (m)	L (m)	V (m/s)	E (m)	a (m/s)	Hg (m)	Z0 (m)	b (m)	Hs (m)	Hd (m)	T (s)	PN (m)
Sp-R	83	0.1547	750	1.71	0.063	267.64	28.7	38.7	8.71	47.41	30	30	160

 **Interprétation**

Dans notre cas on n'a pas un risque de coup de bélier car : $H_s < P_{admissible}$ et $H_d > 0$

47.41, m < 160m

30 m > 0

Donc : on ne construit pas un anti-bélier.

V.6. EVALUATION ECONOMIQUE

Suite à l'étude effectuée sur la qualité de l'eau traitée, il ressort que la raffinerie peut réutiliser une grande quantité de l'eau rejetée vers la mer dans l'alimentation en eau d'appoint des circuits de chaudières « **unité 31** ».

La raffinerie d'Arzew utilise des quantités très importantes d'eau soit 12000 m³/j Pour assurer ce besoin et vu la non disponibilité d'eau douce, la raffinerie achète l'eau de KAHRAMA (eau déminéralisée), le mètre cube de cette eau coûte : 113,52 DA. Les circuits de chaudières, gros consommateurs d'eau (40 à 45% de la consommation totale d'eau), nécessitent toujours un appoint en continue pour augmenter la production. Le circuit d'eau pour la production de vapeur de la raffinerie d'Arzew est de type semi-ouvert.

- Débit d'appoint en eau brute = 250 m³/h;
- Consommation annuelle (appoint annuel) = 2190 000 m³/an.

❖ L'eau recyclée de l'unité 27

- Débit de l'eau recyclée après traitement préalable = 120 m³/h
- Débit de annuel de l'eau traitée = 1051 200 m³/an.

Tableau V.10 : Bilan économique de l'eau par an.

	Eau d'appoint (Eau brute)	Eau d'appoint (Eau brute après recyclage)	Gain réalisé
Débit annuelle (m³/an)	2190 000	1138 800	1051 200
Coût (DA /an)	248 565 000	129 253 800	119 311 200

On peut récupérer la moitié de la quantité d'eau pour alimenter les chaudières et réaliser un gain de 120 millions de dinars annuellement.

V.6.1. ESTIMATION DE PROJET

On a essayé d'évaluer notre projet prenant en compte le côté technique en réalisons un devis quantitatif et estimatif.

DEVIS CONTITATIF ET ESTIMATIF

Projet: adduction par refoulement de l'eau traité vers le réservoir de stockage T603

N°	Désignation des travaux	Unité	Quantité	P/U	Montant
1	Ouverture en fouille en tranchée terrain meuble (0,40 x 0,50) m et y compris toutes sujétion	M ³	6	200	1 200,00
2	Remblai en terre criblée de 0,15m d'épais	M ³	2	150	300,00
3	F/P de lit de sable noir ep = 10 cm au-dessous et au-dessus de la conduite y/c TS	M ³	3	800	2 400,00
4	F/P conduite en fonte ductile DN 150 et PN16 Bars y compris toutes sujétions.	ML	750	4350,57	3 262 927,50
5	F/P coude en fonte DN 150 et PN16 Bars de 45°	U	19	13897,1	264 044,90
6	F/P grillage avertisseur bleu	ML	28	30,00	840,00
7	F/P d'une pompe horizontal de débit 120 M ³ /h et HMT 50,9 m y compris toutes sujétion	U	2	668000,00	1 336 000,00
8	F/P d'un clapet anti retour diamètre 150 PN 16 Bars	U	1	30000,00	30 000,00
9	F/P d'un compteur DN 150 PN 16	U	1	80000,00	80 000,00
10	F/P de joint démontage DN 150 PN 16	U	4	30000,00	120 000,00
11	F/P Robinet vanne en fonte de diamètre 150 PN 16 Bars	U	1	80000,00	80 000,00
12	F/P vanne manométrique en fonte de diamètre 150 PN 16 Bars	U	1	80000,00	80 000,00
13	Remise en état de route en bitume y/c toutes sujétion	M ²	12	2000,00	24 000,00
14	Raccordement au réservoir	U	1	30000,00	30 000,00
Total H.T					5 23 712,40
TVA 19%					994025,35
Total TTC					6 225737,76

V.6.2. CONCLUSION

La raffinerie rejette une quantité importante d'eau traitée vers la mer qui est de l'ordre de 3000 m³/j coûtant environ 120 million de dinars annuellement. Cette eau pourra être recyclée pour alimenter l'appoint de la chaudière pour produire la vapeur en réalisant un faible investissement de 6.3 million dinars pour acheminer cette eau traitée de très bonne qualité de l'unité 27 (station de traitement des effluents) vers les unités de production de la vapeur.

Conclusion Générale

Les besoins en eau d'une raffinerie restent importants et indispensables au fonctionnement des unités de transformation du pétrole en carburants. Elles sont l'élément facteur de l'industrie de raffinage, mais de l'autre coté elles peuvent subir de nombreuses altérations dans les différents procédés de raffinage se qui forme une eau polluée qui peut contenir des hydrocarbures, huiles et nombreux produits chimiques. Et vu Le problème de pollution de la baie d'Arzew par les rejets chargés en polluants provenant des sites industriels a incité les responsables des complexes industriels à le prendre en charge. Parmi ces complexes figure la raffinerie d'Arzew qui a développé sa politique environnementale par la lutte contre toutes les formes de pollution. Ainsi pour remédier aux problèmes de l'ancienne station d'épuration des effluents liquides « U1800 » du département de production P1, une nouvelle station a été installée, c'est l'unité « 27 ».

Notre travail consiste à effectuer une étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux traitées par la station de traitement des effluents liquides « U 27 » aux normes des qualités des eaux correspondants à la réutilisation des eaux dans la production de vapeur .

A partir des analyses effectuées au laboratoire de la RA1Z les résultats obtenus montrent que

- ❖ La qualité des eaux traitées répond aux normes Algériennes des rejets industriels, c'est-à-dire qu'elles peuvent être rejetées vers la mer sans causer des déséquilibres environnementaux.
- ❖ Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques des eaux épurées répondent aux normes ce qui suggère l'utilisation de ces eaux dans les circuits de production de la vapeur comme une source d'appoint.

Une évaluation économique a été effectuée dans le but de déterminer le gain réalisé après l'opération du recyclage d'une quantité appréciable d'eau traitée qui est de l'ordre de 3000 m³/j coûtant environ 120 million de dinars annuellement.

Les résultats ont montré qu'il était avantageux de réutiliser les eaux traitées par la station d'épuration « **unité 27** » comme une source d'appoint vers l'ensemble des chaudières « **zone 3** », en réalisant un investissement peu couteux afin d'acheminer cette eau traitée de bonne qualité de l'unité « 27 » vers le bac de stockage T603 de la zone 3.

Conclusion générale

A l'issue de cette étude, nous recommandons :

- La rénovation de l'ancienne station d'épuration « unité1800 » qui peut traiter un débit de $100 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Un calcul du temps d'amortissement qui permettra d'évaluer la rentabilité du projet

Liste des Références

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : S. GUERGAZI, et al. , 2006, Paramètres organiques et potentiels de formation du Chloroforme d'eaux de surface de l'est algérien, *Courrier du Savoir N°07*, pp.45-50
- [2] : Hadmi S., 2002, Evaluation de la pollution marine le long du littoral de Safi, Mémoire D'études supérieures approfondies, Université Hassan II, Casablanca, Maroc, 97p.
- [3] : Vademecum, 1990, A l'usage des inspecteurs chargés de la protection de L'environnement, Ministère de l'intérieur et de l'environnement, 199p.
- [4] : N. Benamar, M. Bouderbala, Z. Boutiba, 2010, Evaluation de la concentration en cadmium d'un poisson pélagique commun, *Sardinella aurita* dans la baie d'Oran, *J.Sci.Hal. Aquat.*, 1 :16-20
- [5] : La pollution de l'eau d'origine industrielle - Panorama 2007 / 2008, p10 www.bretagne.drire.gouv.fr
- [6] : HASLAY C. et LECLERC H., 1993- Microbiologie des eaux d'alimentation, Ed. Lavoisier, 495 p.
- [7] : BEREBOUH N., 1997, contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds (Cd,Cr, Cu, Fer, Ni, Pb, Zn) d'un poisson pélagique, la Sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1972), pêché dans la baie d'Oran, Th. Magister, ISMAL, 139p.
- [8] : J. C. BOEGLIN, J-L. ROUBATY, 1997, Pollution industrielle de l'eau Caractérisation, classification, mesure, *Techniques de l'Ingénieur*, g1210, 1-12 V2
- [9] : BOUZIANI M., 2000- L'eau, de la pénurie aux maladies; Ed. Ibn Khaldoun; 247 p.
- [10] : DEFRANCESCHI M., 1996- L'eau dans tous ses états, Ed. Ellipses, 127 p.
- [11] : O. Fatima S. Atika, Valorisation des effluents traités à l'unité 27 comme eau d'appoint de la tour de refroidissement de RA1Z, INSTITUT ALGERIEN DU PETROLE, 2014.
- [12] : Technique de l'ingénieur, "*Traité l'environnement* ", Vol .G1210.
- [13] : M. Faiza, A. Khelidja, Suivi et évaluation des performances des deux unités de traitement des effluents liquides de la raffinerie d'Arzew , mémoire master université USTO, 2016
- [14] : Pollution des eaux. Dosage des nitrites. (Internet).
- [15] : O. Bordjiba et al. , 2009Impact de la Pollution Par Les Hydrocarbures Sur la Qualité des Eaux Usées Dans la Région de Skikda (Nord-Est Algérien), *Eur. Jour. of Scien. Rese.*, Vol.26 N°.1, pp.87-97

Liste des Références

- [16] : F.SAHNOUN Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew, mémoire de MAGISTER Usto, 2010. [17] : E. Koller, "*Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues*", Dunod, Paris, 2004.
- [18] : A. Botta, L. Bellon, "*Pollution de l'eau et santé humaine*", Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale, Université Euro-Méditerranée Tehys, 2001.
- [19] : A. Mizi, "*Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation des déchets oléicole*", Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar, Annaba, 2006.
- [20] : F. Mechat, "*Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de Skika*", Mémoire de magister, 2006.
- [21] : F. Larkem, S. BaceL, "*Traitements des eaux usées de la raffinerie de Skikda*", Mémoire d'ingénieur, Université de Constantine, 2005
- [22] : R. Salghi, "*Différentes filières de traitements des eaux Cours*", Ecole nationale des sciences appliquées d'Agadir, Université Iben Zohir. Roaume du Maroc, 2006
- [23] : J. Rodier et all, "*L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*", huitième édition, Dunod, Paris, 1996.
- [24] : F. Chelle, M. Dellale, "*Festival des sciences de la ville*", Séminaire, France, 2005.
- [25] : Technique de l'ingénieur, "*Traitement physicochimique de la pollution soluble*", Vol. G1270.
- [26] : C. Cardot, "*Les traitements de l'eau*", Génie de l'environnement Edition Ellipses, Paris. 1999.
- [27] : M.H. Ernest, "*Dams fundamental problems instatistical mechanics*", Edité par E. G. D. Cohen, Noeth Holland Publishing Company, Amsterdam, Vol. 6, 1985.
- [28] : *Le point de connaissances sur le traitement des eaux usées*, INRS, document technique, 2004.
- [29] : http://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/watguide_fr.pdf
- [32] : Z. Hemza ; K. Yahia "Amélioration de la clarification des eaux usées de la station d'épuration d'El-Kerma Oran", Mémoire de master, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohammed Boudiaf, 2018.
- [33] : **Site Web** Conception d'une station d'épuration, le 21-05-2018 à 22 :13.

Liste des Références

- [34] : D. KHALED, 'Etude d'une station d'épuration des eaux usées de la station d'EL-KERMA.', Mémoire de fin d'études 'Université USTO', 2015.
- [35] : A. KARIMA 'Modélisation hydraulique d'un bassin d'aération des stations d'épuration des eaux usées', Mémoire de Magister, 'université de Badji Mokhtar', Annaba, 2009
- [36] : H. Aussel, G. Dornier, Y. Galtier. "*Le point des connaissances sur le traitement des eaux usées*", INRS. Paris, France, 2004.
- [37] : document intérieure, présentation de la raffinerie d'Arzew, 2010.
- [38] : document intérieure, bilan de capacité annuelle de production année 2018, département technique.
- [39] : document intérieure, bilan hydrique 2018, Département technique.
- [40] : www.ifpenergiesnouvelles.com.com.
- [41] : J. Teixeira, "*Les mystères de l'eau*", Traité technologies de l'eau, 2000.
- [42] : J.C. Boeglin, "*Propriétés des eaux naturelles*", "Traité environnement", 2001.
- [43] : Mémento technique de l'eau, Degremont-Suez, 2005.
- [44] : document intérieur, exploitation d'un dessaleur, cours Total, édition 2009..
- [45] : S. Kerkeb, "*Etude des problèmes du circuit de refroidissement (unité 33) de la raffinerie d'Arzew*", Master en génie des matériaux, Usto, 2011.
- [46] : Techniques de l'ingénieur, G1150-9, 2009.
- [47] : A.Karim, C.Meriem, rapport de stage, zone 3.2014
- [48] : Manuel opératoire de la zone 27, raffinerie d'Arzew, 2015.
- [49] : section " Equipement " du manuel pour une description complète du manifold (ID/SC).
- [50] : Manuel opératoire de l'unité 1800, raffinerie d'Arzew, 2011.
- [51] : A.Hayet, H.Nadjet « Etude du réacteur biologique séquentiel de la nouvelle STEP de la raffinerie d'Arzew (zone27) », diplôme *ingénieur de des procédés de l'environnement*, USTOMB 2014-2015.
- [52] : F. Hanbli, "*Etude de l'amélioration du rendement d'épuration par l'addition du charbon actif en poudre dans les RBS de la future station d'épuration « unité 27 »*", Société Nationale de Raffinage de Pétrole, Raffinerie d'Arzew, 2012.
- [53] : Journal officiel de la république algérienne (JORADP), "*Réglementant les rejets d'effluents liquides industriels*", Décret exécutif N° 06-141 du 19 avril 2006.

Liste des Références

- [54] : Manuel opératoire de laboratoire de la raffinerie d'Arzew.
- [55] : T. Asano," *Wastewater reclamation and reuse*", CRC, Press, États-Unis, Vol. 10, 1998.
- [56] : Manuel opératoire de la zone 3, Raffinerie d'Arzew, 2010.
- [57] : Manuel opératoire de la zone 19, Raffinerie d'Arzew, 2010.
- [58] : Manuel opératoire de la zone 3, Raffinerie d'Arzew, 2010.
- [59] : K.BEN CHABANE "Modélisation des pertes de charge dans une conduite munie des nervures inclinées". Master en génie mécanique , Université de Biskra, 2017.
- [60] : D. Huilier. Ecoulement en fluide-Généralités- (2009)
- [61] : A.cauvin,H.guerrée, élément d'hydraulique
- [62] : spécification technique pour tuyaux et raccord en fonte de l'eau
- [63] : Memento technique de l'eau

Liste des Tableaux

Tableau I.1: classes de turbidité usuelles.	8
Tableau II.1 : Capacités annuelles de production de différentes unités.....	23
Tableau II.2 : Bilan énergétique	24
Tableau II.3 : Bilan hydrique.	24
Tableau III.1 : Fonctionnement de l'installation de correction.....	48
Tableau IV.1 : Composition physico-chimique et biologique des eaux usées du département de production P1.....	58
Tableau IV.2 : Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel (normes algériennes) [53].	59
Tableau IV.4 : Résultats des paramètres de PH, MES et teneur en hydrocarbures HC.....	70
Tableau IV.5 : Résultats de mesure des paramètres de DCO et DBO5.	71
Tableau IV.6: Les caractéristiques des eaux à réutiliser comme eau d'appoint [55]	72
Tableau IV.7 : Les résultats des paramètres de mesure.	76
Tableau IV.8 : Spécifications techniques envisagées par le design des eaux d'appoint pour la chaudière à la raffinerie d'Arzew [56].	76
Tableau V.1 : Caractéristique de Bassin enterré 27BA-03 [57].	81
Tableau V.2 : Caractéristique de réservoir de stockage T603 [58].....	81
Tableau V.3 : les Dimensions de la conduite (SP-R) [62]	84
Tableau V.5 : les Résultats de calculs de la Hauteur manométrique.	88
Tableau V.6 : Résultats de calcul de la pression nominale de la conduite.	88
Tableau V.7 : Données caractéristique de la hauteur débitante de la pompe.	89
Tableau V.8 : Données caractéristique de la hauteur résistante de la conduite.	90
Tableau V.9 : Les résultats de calcul sont représentés dans le tableau suivant :.....	93
Tableau V.10 : Bilan économique de l'eau par an.	96

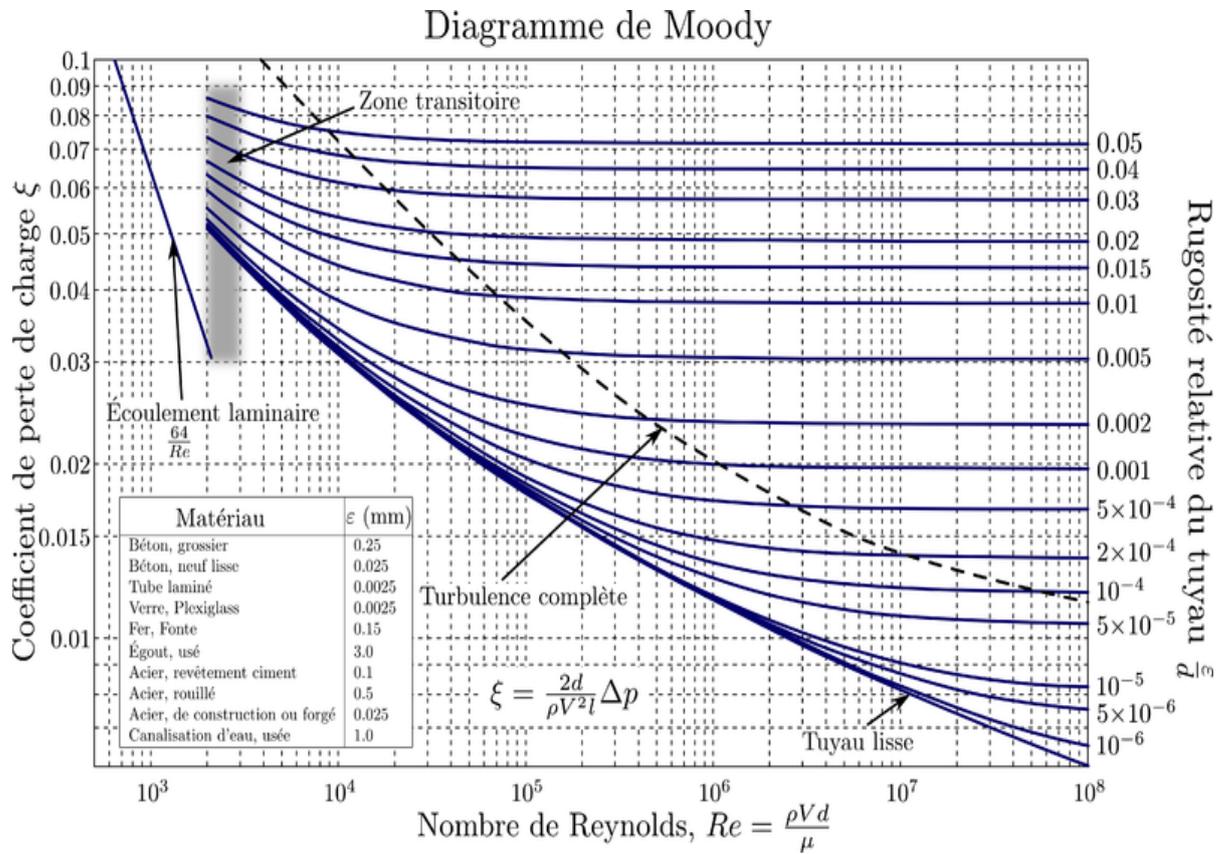
Figure I.1	La nature de produit polluants et leurs origines.	P4
Figure I.2	Représentation d'une station d'épuration domestique : vue d'ensemble.	P11
Figure I.3	Dégrilleur manuel.	P12
Figure I.4	dessableur déshuileur.	P13
Figure I.5	Schéma d'épuration par boues activée.	P16
Figure I.6	Disque biologique.	P17
Figure I.7	Principe de fonctionnement d'une station à lit bactérien.	P17
Figure I.8	traitement par lagunage naturel.	P18
Figure I.9	Principe de fonctionnement d'une station à filtre plantée de roseaux.	P20
Figure II.1	Citation géographique de la raffinerie d'Arzew.	P22
Figure II.2	Les produits de la raffinerie.	P23
Figure II.3	Organigramme des zones de production	P27
Figure II.4	Plan de masse de RA1Z	P27
Figure II.5	Organigramme de différents procédés de raffinage dans la raffinerie d'Arzew.	P28
Figure II.6	Exemple d'alimentation en eau d'une raffinerie.	
Figure II.7	Dessaleur électrique.	P31
Figure II.8	Tour de refroidissement de RA1Z.	P32
Figure II.9	Principe de fonctionnement d'une tour de refroidissement.	P32
Figure II.10	Présentation schématique du circuit de refroidissement de la raffinerie d'ARZEW	P33
FigureII.11	Réseau d'eau de chaudière.	P34
Figure II.12	Traitement des eaux pour la production de vapeur.	P35
Figure II.13	Répartition moyenne des consommations en eau d'une raffinerie.	P37
Figure III.1	Site d'implantation de la station d'épuration	P39

Figure III.2	Déversoir et bassin d'orage.	P40
Figure III.3	Déshuileur API.	P41
Figure III.4	schémas de fonctionnement de déshuileur API.	P42
Figure III.5	Unité de flottation.	P42
Figure III.6	Schéma de principe de fonctionnement d'une cellule de flottation.	P43
Figure III.7	Schéma descriptif de l'étape prétraitement et traitement primaire.	P44
Figure III.8	Schéma descriptif du L'aération par jet.	P45
Figure III.9	Le décanteur flottant.	P45
Figure III.10	Schéma descriptif du collecteur de distribution ID/SC	P46
Figure III.11	Manifold collecteur de boue.	P46
Figure III.12	Schéma du SBR en remplissage anoxie.	P48
Figure III.13	Schéma du SBR en remplissage aérée.	P48
Figure III.14	Phase de réaction.	P49
Figure III.15	Phase de décantation.	P50
Figure III.16	Evacuation de l'eau traitée.	P50
Figure III.17	Matériaux de filtration.	P51
Figure IV.18	Schéma de filtre à trois couches (27K-07 A/B/C).	P52
Figure III.19	Les filtres à trois couches (27K-07 A/B/C).	P52
Figure IV.20	Bassin de collecte (27BA-03).	P53
Figure IV.21	Schémas de traitement secondaire et tertiaire	P53
Figure III.22	Traitement des boues	P54

Figure III.23	Incération des boues.	P56
Figure III.24	Incinérateur de boue.	P56
Figure IV.1	point d'échantillonnage	P60
Figure IV. 2	Variation la Demande biologique (DBO5) des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme	P72
Figure IV.3	Variation de la demande chimique en oxygène des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme.	P72
Figure IV.4	Variation de la teneur en hydrocarbures des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme.	P73
Figure IV.5	Variation des matières en suspension des eaux épurées en fonction du temps par rapport à la norme	P73
Figure IV. 6	Variation du pH des eaux épurées en fonction du temps par rapport au pH de l'eau brute.	P75
Figure IV.7	Variation de la conductivité des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute.	P76
Figure IV.8	Variation de TH des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute	P76
Figure IV.9	Variation de TAC des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute	P77
Figure IV. 10	Variation de dureté calcique e des eaux épurées en fonction du temps par rapport à celle de l'eau brute.	P77
Figure IV.11	Variation de [Cl ⁻] des eaux épurées en fonction de temps par rapport à celle de l'eau brute.	P78
Figure V.1	Adduction par refoulement	P79
Figure V.2	Plan de masse de la zone d'étude.	P80
Figure V.3	Schéma de profil d'adduction par refoulement vers le réservoir	P86
Figure V.4 :	courbe caractéristique de point de fonctionnement.	P87

ANNEXE

ANNEXE I : Diagramme de Moody.



ANNEXE II : Caractéristique de la pompe CAPRARI.

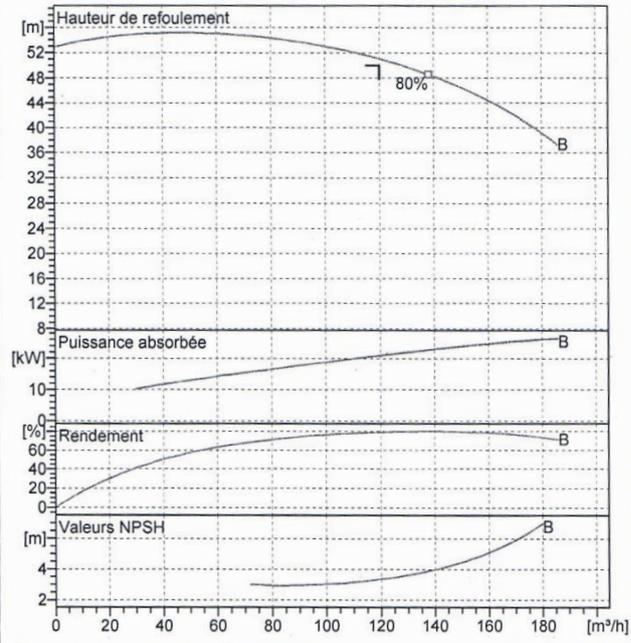
ANNEXE



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

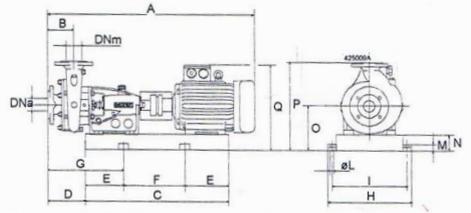
MEC-A 2/80B			
Caractéristiques requises			
Débit	120 m³/h		
Hauteur de refoulement	50 m		
Fluide	Eau potable		
Type d'installation	Pompe seule		
N. de pompes	1		
Caractéristiques de la pompe			
Débit	121 m³/h		
Hauteur de refoulement	50,9 m		
Puissance absorbée	21 kW		
Rendement	79,2%		
Hauteur manométrique H(Q=0)	52,9 m		
Orif. de refoulement	DN80/ PN16		
Caractéristiques moteur			
Fréquence	50 Hz		
Tension nominale	400 V		
Vitesse nominale	2950 1/min		
Nombre de pôles	2		
Puissance P2	30 kW		
Intensité nominale	0 A		
Type de moteur	3~		
Classe d'isolation	F		
Degré de protection	IP 55		
Limites opérationnelles			
Démarrages / h max.	5		
Température maxi. du liquide pompé	90 °C		
Teneur maximum en matières solides	20 g/m³		
Densité max.	998 kg/m³		
Viscosité maxi.	1 mm²/s		
Caractéristiques générales			
Poids	337 kg		
Index de rendement minimum	M.E.I. >= 0.10		
Matériaux			
Corps de refoulement	Fonte		
Corps aspiration	Fonte		
Chaise -palier	Fonte		
Roue	Fonte		
Arbre	Acier traité		
Douille arbre	Acier cromé		
Roulements a billes	Acier		
Stuffing box	Fonte		
Packing	Tresse graphitée		
Notes:			
Date	Page	Offre n°	Pos.N°
16/06/2019	1		



Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 3B

Q [m³/h]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- Dimensions mm
- A = 1277
 - B = 125
 - C = 956
 - D = 189
 - DNa = 100/PN16
 - DNm = 80/PN16
 - E = 175
 - F = 606
 - G = 364
 - H = 530
 - I = 480
 - L = 20
 - M = 42
 - N = 100
 - O = 300
 - P = 550
 - Q = 665



PumpTutor Version 3.8.1 - 04.06.2014 (Build 128)

ANNEXE

MEC-A

POMPE CENTRIFUGHE MONOGRANTI AD ASSE ORIZZONTALE
HORIZONTAL SINGLE-STAGE CENTRIFUGAL PUMPS
POMPS CENTRIFUGES MONO-ETAGEES A AXE HORIZONTAL

DATI TECNICI MOTORE ELETTRICO CHIUSO NORMALIZZATO (Valori indicativi in funzione della marca di motore utilizzato)
TECHNICAL DATA ELECTRIC MOTORS STANDARDIZED ENCLOSED (Indicative values according to the type of motor installed)
DONNEES TECHNIQUES MOTEUR ELECTRIQUE FERMES NORMALISES (Valeurs indicatives en fonction de la marque du moteur utilisé)

2 Poli 50Hz - 2 Poles 50Hz - 2 Poles 50Hz							4 Poli 50Hz - 4 Poles 50Hz - 4 Poles 50Hz						
Potenza motore Motor power Puissance moteur	Numero massimo di avviamenti/ora* Max. number starts/hour* Nombre max de démarrages/heure*	Variazione di tensione Voltage variation Variation de tension	Livello altimetrico massimo** Maximum altimetric level** Altitude maximale d'emploi**	Temperatura ambiente massima** Maximum ambient temperature** Température ambiante max.**	Umidità relativa massima** Maximum relative humidity** Humidité relative max.**	Momento d'inerzia J Moment of inertia J Moment d'inertie J	Potenza motore Motor power Puissance moteur	Numero massimo di avviamenti/ora* Max. number starts/hour* Nombre max de démarrages/heure*	Variazione di tensione Voltage variation Variation de tension	Livello altimetrico massimo** Maximum altimetric level** Altitude maximale d'emploi**	Temperatura ambiente massima** Maximum ambient temperature** Température ambiante max.**	Umidità relativa massima** Maximum relative humidity** Humidité relative max.**	Momento d'inerzia J Moment of inertia J Moment d'inertie J
kW		%	m	°C	%	kg m ²	kW		%	m	°C	%	kg m ²
0,37	15	±10 (400V)	1000	40	78	0,00035	0,37	±10 (400V)	1000	40	78	0,00085	0,00085
0,55						0,00045	0,55					0,0013	
0,75						0,0007	0,75					0,0018	
1,1						0,0009	1,1					0,0032	
1,5						0,0011	1,5					0,0039	
2,2						0,0021	2,2					0,0039	
3						0,0024	3					0,0051	
4						0,0029	4					0,0071	
5,5						0,0092	5,5					0,0177	
7,5						0,0126	7,5					0,0334	
11	12	±10 (400V)	1000	40	78	0,034	11	±10 (400V)	1000	40	78	0,054	0,054
15						0,043	15					0,073	
18,5	10	±10 (400V)	1000	40	78	0,054	18,5	±10 (400V)	1000	40	78	0,089	0,089
22						0,062	22					0,122	
30	6	±10 (400V)	1000	40	78	0,096	30	±10 (400V)	1000	40	78	0,151	0,151
37						0,133	37					0,23	
45	5	±10 (400V)	1000	40	78	0,155	45	±10 (400V)	1000	40	78	0,28	0,28
55						0,4	55					0,75	
75	4	±10 (400V)	1000	40	78	0,71	75	±10 (400V)	1000	40	78	1,28	1,28
90						0,87	90					1,45	
110	4	±10 (400V)	1000	40	78	1,91		±10 (400V)	1000	40	78		
132						2,23							

Azionamento solamente coassiale tramite giunto elastico.
Axial drive only, by flexible coupling.
Entraînement seulement coaxial par accouplement élastique.

Per i motori elettrici con potenze superiori a 22kW, si consiglia l'impiego di avviatori a due tempi.
For the electric motors over 22kW, the use of temporized starters is advised.
Pour les moteurs électriques de puissance supérieure à 22kW, il est conseillé l'emploi de démarrages à deux temps.

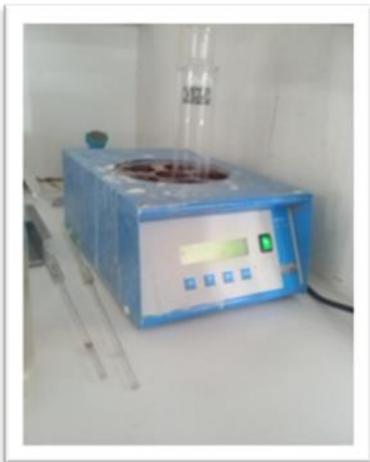
Consigliati equamente ripartiti.
Equally distributed.
Conseillés uniformément repartis.

* Per condizioni ambientali superiori ai valori in tabella chiedere offerta.
On demand ambient conditions harder than those stated in the table.
Conditions ambiantes supérieures aux valeurs indiquées, sur demande.

ANNEXE

ANNEXE III : Les essais de laboratoire de la raffinerie d'Arzew.

❖ Détermination de la DCO



ANNEXE

❖ Détermination de la DBO5



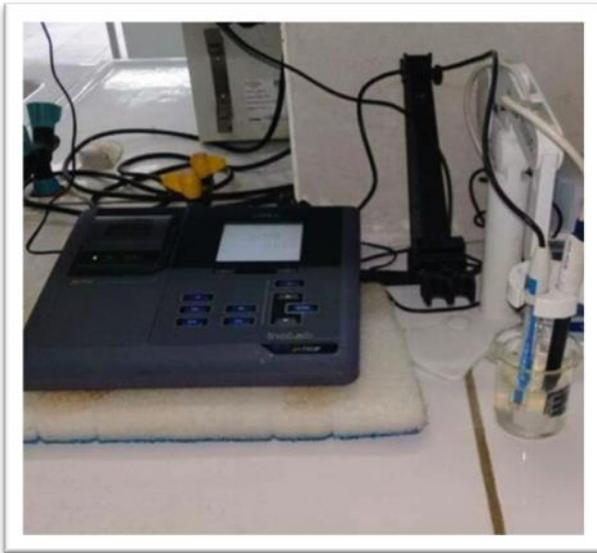
❖ Détermination de la teneur en HC



ANNEXE



❖ Détermination de PH :



MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : *Académique.*
Domaine : *Sciences et Technologies.*
Filière : *Hydraulique.*
Spécialité : *Hydraulique urbain.*

Titre du mémoire: **La réutilisation des eaux de la STEP (U27 raffinerie d'Arzew) dans la production de vapeur.**

Auteurs

Mr. YUCEF OUAFI & Mr. KOUIDER OUALHASSI.

Résumé

Dans cette étude, une comparaison des caractéristiques physico-chimiques et biologiques caractérisant la qualité de l'eau traitée à la sortie de la station de traitement « unité 27 » et celles de l'eau d'appoint qui alimente actuellement les chaudières provenant de « KAHRAMA » aux normes de qualité des eaux exigées pour la réutilisation dans la production de vapeur ont été effectuées. Il en ressort les conclusions suivantes :

- ◆ La qualité des eaux traitées au niveau de l'unité 27 répond aux normes algériennes des rejets industrielles
- ◆ Les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de ces eaux épurées répondent à la qualité exigée par la norme de réutilisation d'eau comme appoint dans les circuits de production de vapeur.
- ◆ Une évaluation économique a été effectuée dans le but de déterminer le gain réalisé après l'opération de recyclage de cette quantité appréciable d'eau traitée qui est de l'ordre de 3000 m³/j coûtant environ 120 million de dinars annuellement avec un faible cout d'investissement de 6.3 million Dinars.

Cette étude nous a montré que la réutilisation permet également de respecter les règlementations, de protéger l'environnement et d'optimiser la consommation d'eau.

Mots-clés : unité 27, KAHRAMA, Normes algériennes des rejets ,Production de vapeur

