Sommaire

Introduction générale……..... 1

Chapitre I : Présentation du groupe O.C.P

I) Introduction……..... 2
II) Présentation de l'office chérifien des phosphates……. 2
II.1.Création……. 2
I.2.Historique……... 3
II.3.Mission et activités…… 4
III) Présentation du pôle chimie de Jorf Lasfar……... 4

III.1.Indou Maroc Acide (IMACID)……... 5
III.2.Euro Maroc phosphore (EMAPHOS)…….. 5
III.3.Maroc phosphore 3 et 4……... 5
III.3.1.Atelier sulfurique…….. 6
III.3.2.Atelier Phosphorique…… 6
III.3.3.Atelier des engrais…… 6
III.3.4.Atelier des utilités……. 6
IV) Organisation de l'office chérifien des phosphates…… 7

Chapitre II : Processus générale de traitement des eaux douces

I) Introduction…….. 8

Année Universitaire : 2013-2014

II) Réseau d'alimentation d'eau brute…….... 9

II.1. Eléments rencontrés dans l'eau…… 9

II.2. Réseau d'alimentation d'eau brute…….. 9

III) Réseau de filtration……... 11

III.1.principe…… 11

III.2.Filtration sur sable……... 12

III.3.Filtration sur charbon actif……. 13

III.4.Lavage des filtres……. 13

III-4.1 Lavage des filtres à sable et charbon actif…… 13

IV) Chaine de déminéralisation……... 14

IV.1.Principe…… 14

IV.2. Objectif de production d'une eau déminéralisée…… 15

IV.3.Echangeur cationique…….. 15

IV.4.Dégazeur atmosphérique……. 16

IV.5.Echangeur anionique……... 17

IV.6.Régénération des résines……. 18

IV.6.1.Résine cationique…….. 18

IV.6.2.Résine anionique……... 18

IV.6.3.Les séquences de régénérations des résines…… 18

V) Chaine des condensats…… 19

V.1.Principe……... 19

V.2.Descriptif…… 19

V.3.Régénération des lits mélangés…….. 21

VI) Chaine d'eau potable……. 21

VII) Conclusion……... 22

Chapitre III : Analyses physico-chimique des eaux de production

I) Introduction……..... 23

Année Universitaire : 2013-2014

II) Les analyses effectuées au laboratoire……..... 23
II.1.Echantillonnage…….. 23
II.2.Potentiel hydrogène pH…….. 23
II.3.Conductivité électriques……. 24
II.4.Titres Alcalimétrique et Alcalimétrique complet (TA et TAC)……. 25
II.4.1.Principe…….. 25
II.4.2.Mode opératoire……. 26
II.5.TH……... 27
II.5.1.Principe…….. 27
II.5.2.Mode opératoire……..... 27
II.6. TAF…… 28
II.6.1. Principe……. 28
II.6.2.Mode opératoire……. 28
III) Expression des résultats et interprétations…… 29
III.1.Eau brute..... 29
III.2.Eau filtrée……. 30
III.3.Eau déminéralisée……. 30
III.4.Eau potable…… 31
IV) Conclusion…… 32

Chapitre IV: Caractérisation des effluents liquides rejeté au niveau de la station de traitement de l'eau douce

I) Introduction…….. 33
II) Etat actuel de l'acheminement des effluents…… 33
III) Quantification des rejets…… 34
IV) Les Normes de rejets en eau de mer……. 35
V) Analyse qualitative des effluents…… 35
V.1.Echantillonnage…….. 35
V.2.Analyses effectuées…… 36

Année Universitaire : 2013-2014

V.3.Expression des résultats et interprétation……... 36
V.3.1.Effluents de lavage des filtres……... 37
V.3.2.Effluents de la régénération de la résine cationique…….. 37
V.3.3.Effluents de la régénération de la résine anionique……..... 38
V.3.4.Impacts des effluents liquides sur l'environnement……... 38
VI) Proposition de méthode pour la gestion des effluents au niveau de la station TED. 38
VI.1.Pour les effluents de lavages des filtres…… 38
VI.2.Pour les effluents de régénération des résines…….. 39
VI.2.1.Définition de l'osmose inverse……. 39
VI.2.2.Principe……. 40
VI.2.3. Justifications sur le choix de la méthode……. 40
VII) Conclusion……... 41
Conclusion générale…… 42
Références bibliographiques et webographiques
Annexe

Liste des Figures

Fig.1 : Situation géographique du site Jorf Lasfar
Fig.2 : Organigramme de l'OCP
Fig.3 : Schéma général du circuit de traitement des eaux douces (MP III&IV)
Fig.4 : Réseau de l'eau brute
Fig.5 : Situation géographique du barrage Daourate
Fig.6 : Réseau de filtration
Fig.7 : Schéma du filtre à sable (Fiches techniques, TED
Fig.8 : Schéma du filtre à charbon actif (Fiches techniques, TED)
Fig.9 : Réseau de déminéralisation
Fig.10 : Schéma d'un échangeur cationique (Fiches techniques ; TED)
Fig.11 : Schéma d'un dégazeur atmosphérique (Fiches techniques, TED)

Année Universitaire : 2013-2014

Fig.12 : Schéma d'un échangeur anionique (Fiches techniques, TED)

Fig.13 : Schéma des lits mélangés (Mixed-Bed)

Fig.14 : Chaine des condensats

Fig.15 : Chaine d'eau potable

Fig.16 : Prélèvement des échantillons

Fig.17 : Mesure de pH

Fig.18 : Mesure de la conductivité

Fig.19 : Résultat du dosage pour le TA

Fig.20 : Dispositif de dosage par méthylorange

Fig.21 : Résultat du dosage de TAC

Fig.22: Dispositif du dosage de TH

Fig.23 : Matériel et solution utilisée

Fig.24: Résultat du dosage du TAF

Fig.25 : Etat de l'acheminement actuel des effluents

Fig.26 : Principe d'osmose inverse

Liste des Tableaux

Tab.1 : Caractéristiques d'une eau brute

Tab.2: Composition d'un filtre à sable tri couche

Tab.3 : Les limites de PH

Tab.4 : Valeurs admissibles de la conductivité

Tab.5 : Valeurs admissibles de TH

Tab.6 : Résultats des analyses de l'eau brute

Tab.7 : Résultats des analyses de l'eau filtrée

Tab.8 : Résultats des analyses de l'eau déminéralisée

Tab.9 : Résultats des analyses de l'eau potable

Tab.10: Volumes journaliers d'effluents rejetés à la station TED

Tab.11 : Résultats des analyses Physico-chimiques

Année Universitaire : 2013-2014

Tab.12 : Résultats d'analyses des cations par ICP

Tab.13 : Résultat d'analyses des anions par ICP

Liste des abréviations

OCP : Office chérifien du phosphate

TED : Traitement d'eau douce

MP3&4 : Maroc phosphore 3et 4

HP : Haute pression

MP : Moyen pression

BP : Basse pression

ONEE : Office national de l'eau et d'éléctricité

H2SO4 : Acide sulfurique

MES : Matière en suspension

Année Universitaire : 2013-2014

TAC : Titre alcalimétrique complet

TA : Titre alcalimétrique

TAF : Titre en acides fort

°F : Degrés français

EMAPHOS : Euro-Maroc Phosphore

IMACID : Indo-Maroc Phosphore

PAKPHOS : Pakistan Maroc Phosphore

P2O5 : Acide phosphorique

TSP : Triple Phosphate

DAP : Di-Ammonium phosphate

ASP : Ammonium sulfato-phosphate

MAP : Mono-ammonium phosphate

NPK : Azote, phosphore et potassium

GTA: Groupes turbo alternateurs

Rapport-Gratuit.com

Année Universitaire : 2013-2014

Introduction générale

Le développement d'un pays passe par la mise en place d'une bonne politique de gestion de ses ressources naturelles. L'eau est l'une de ces ressources vitales indispensables à toute vie, et aussi un facteur de développement économique et social qui n'a pas de substitut.

La gestion de l'eau et de ses usages (eau potable, eau de chaudière, eau de refroidissement, eau de lavage, eaux usées…etc.) constitue un enjeu économique et environnemental complexe et spécifique à chaque activité et à chaque site. Pour les entreprises industrielles doivent faire face à de nouveaux défis dans le domaine de l'eau et de la protection de l'environnement :

- Améliorer la protection des ressources
- Optimiser les consommations d'eau et d'énergie
- Améliorer la productivité
- Sécuriser et fiabiliser les outils de production
- Réduire les impacts environnementaux

L'eau est au cœur de la plupart des activités industrielles et joue un rôle considérable dans divers processus, dont le traitement des eaux douces est mise en œuvre pour une bonne marche de l'ensemble du complexe Jorf Lasfar. Ce traitement est nécessaire pour assurer le bon fonctionnement des installations, l'alimentation de l'usine en énergie électrique, ainsi la production des différents types d'eau.

Afin de déterminer les différents types d'eau produit par la station TED, une étude à été proposée dans le but de comprendre la méthode utilisée dans le processus de traitement des eaux et d'évaluer leurs efficacité, contrôler la qualité des eaux produit ainsi de prévoir des méthodes pour minimiser les rejets liquides de cette station .Notre travail donc consiste à :

- Donner une présentation générale sur le lieu de stage
- Faire une description sur le processus de traitement des eaux douces de MPIII et IV
- Contrôler la qualité des différents types d'eau de production
- Faire des analyses des effluents de la station de traitement et donner des propositions pour améliorer leur qualité afin de les réutiliser et réduire leurs effets

Année Universitaire : 2013-2014

négatifs sur le milieu récepteur. En cas échéant, proposer une filière de traitement adaptée.

Chapitre1 : Présentation du groupe O.C.P

I) Introduction

L'office chérifien des phosphates OCP, un des leaders mondiaux sur le marché du phosphate et des produits dérivés, est un acteur de référence incontournable sur le marché international depuis sa création en 1920.

Présent sur toute la chaine de valeur, OCP extrait, valorise et commercialise du phosphate et des produits dérivés, acide phosphorique et engrais. Il est le premier exportateur mondial de roches et d'acide phosphorique, et l'un des plus importants producteurs d'engrais.

OCP maîtrise toute la chaîne de création de valeur de l'industrie phosphatée : extraction et traitement du minerai, transformation de cette matière première en un produit liquide intermédiaire, l'acide phosphorique, et fabrication des produits finis par concentration et granulation de cet acide ou par purification : engrais et acide phosphorique purifié.

La variété et la qualité des sources des phosphates contenus dans le sous-sol marocain, parmi les plus importantes au monde, assurent la richesse de la gamme de produits offerts par OCP. Sa capacité industrielle massive, couplée à la flexibilité de son appareil productif, lui assure une structure de coûts optimale.

Acteur engagé, OCP assume quotidiennement ses responsabilités environnementales, économiques et sociales.

II) présentation de l'office chérifien des phosphates

II.1.création

L'OCP fut crée par le Dahir du 7 Août 1920 réservant à l'état marocain tous les droits de recherche et d'exploitation du phosphate ainsi le monopole des ventes de ce minerai. Depuis sa création, l'OCP s'occupe de la recherche et de l'exploitation des mines phosphatiques au MAROC.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Le groupe OCP a développé la qualité de sa production, la qualification de la main d'œuvre et la qualité de l'outil, dont le but de maintenir son image de marque dans le marché des phosphates.

C'est en 1979 que l'OCP s'est organisé en groupe qui comporte plusieurs filiales. Il est géré par plusieurs directions coiffées par une direction générale dont le siège est implanté à CASABLANCA.

II.2 Historique

L'évolution du groupe OCP pendant les 84 années passées depuis sa création est réalisée selon les étapes suivantes :

1920 : Création, le 7 août, de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP).

1921 : Début de l'exploitation souterraine du phosphate dans la région d'Oued Zem sur le gisement des Oulad Abdoun, le 1er mars. « Descente » du premier train de phosphate de Khouribga vers le port de Casablanca, le 30 juin. Premier départ des phosphates du Maroc (du port de Casablanca) le 23 juillet

1959 : Création de la Société Marocaine d'Etudes Spécialisées et Industrielles (Smesi), en mai.

1965 : Création de la société Maroc Chimie. Début de la valorisation avec le démarrage des installations de l'usine de Maroc Chimie, à Safi.

1973 : Création de la Société de Transports Régionaux (Sotreg) en juillet, de Maroc Phosphore en août et de Marphocéan en octobre

1974 : Lancement des travaux pour la réalisation du centre minier de Benguérir, en mai.

1975 : Création du Groupe OCP (décision de création en juillet 1974 et mise en place en janvier 1975).
Création du Centre d'Études et de Recherches des Phosphates Minéraux (Cerphos), en octobre

1982 : Début des travaux de construction du complexe chimique Maroc Phosphore III-IV à Jorf Lasfar (mars).

1994 : Démarrage du projet minier de Sidi Chennane

1996 : Création de la société Euro-Maroc Phosphore (Emaphos). Signature de la convention en matière d'environnement avec le département ministériel chargé

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

de l'Environnement. Création de l'Institut OCP en décembre.

1997 : Accord d'association entre le Groupe OCP et le Groupe indien Birla pour la réalisation, en joint venture, d'une unité de production d'acide phosphorique à Jorf Lasfar(Indo-Maroc Phosphore (Imacid)) de 330.000 tonnes de P2O5 par an, en mars.

2003 : L'OCP est devenu le seul actionnaire de Phosboucraâ

2004 : Création de la Société "Pakistan Maroc Phosphore" S.A en Joint venture entre l'OCP. (Pakistan).

Dates importantes :

Le développement du Groupe OCP a été marqué par quelques grandes dates. Sur le plan géologique, on distingue quatre étapes :

1905–1921 : Période des pionniers.

1921–1951 : Période des études fondamentales, stratigraphiques et paléontologiques

1951–1960 : Période des études fondamentales, stratigraphiques et paléontologiques

1960–1986 : Période d'intensification des études sédimentologiques et géochimiques, ainsi que de l'étude des gisements du Sahara marocain du crétacé

II.3. Mission et activités :

Le groupe OCP a pour mission :

- L'extraction du phosphate : qui consiste à extraire le phosphate en profondeur de la terre par forage, sautage, ...etc.
- Le traitement : qui est une opération qui se fait après l'extraction et qui consiste à enrichir le phosphate en améliorant sa teneur.
- La valorisation d'une partie de la production en la transformant en acide phosphorique ou en engrais. Ces produits sont soit utilisés localement soit exportés.
- Le transport : Une fois le phosphate extrait traité, il est transporté vers les ports de Casablanca, Safi, El Jadida destination des différents pays (clients).

Année Universitaire : 2013-2014

- La vente : Le phosphate est vendu soit brut soit après transformation aux industries chimiques (engrais, acide phosphorique).

III) Présentation du pôle chimie de Jorf Lasfar :

Situé sur le littoral atlantique, à 80 km de Casablanca et à 17 km au sud-ouest d'El Jadida, le complexe industriel de Jorf Lasfar a démarré sa production en 1986. Cette unité a permis de doubler la capacité de valorisation des phosphates. Cet ensemble, qui s'étend sur 1. 700 hectares, produits chaque année 2 millions de tonnes P2O5 sous forme d'acide phosphorique, nécessitant la transformation de 7. 7 millions de tonnes de phosphate extrait des gisements de Khouribga, 2 millions de tonnes de soufre et 0.5 Millions de tonnes d'ammoniac.

Ce site est un ensemble d'unités industrielles appartenant au groupe chérifien des phosphates (OCP) destiné à la fabrication de l'acide phosphorique 29 et 54% à partir des phosphates, ainsi qu'à la fabrication des engrais : le DAP (l'engrais le plus courant), le TSP (engrais exclusivement phosphaté), le MAP (engrais binaire à deux fertilisants, phosphore et azote) et le NPK (engrais ternaire à base d'azote, phosphore et potassium).Ce pole est constitués de plusieurs usines tels que : IMACID, EMAPHOS, Maroc Phosphore III-IV)

Fig.1 : situation géographique du site Jorf Lasfar (Google Earth)

III.1.Indou Maroc Acide (IMACID)

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Indo Maroc Phosphore S.A. (IMACID) est une société indo-marocaine crée en 1997 sur le site de JORF LASFAR. IMACID produit et commercialise de l'acide phosphorique. Sa capacité de production est de 430 000 tonnes par an.

III.2.Euro Maroc phosphore (EMAPHOS)

EMAPHOS, commun entre l'OCP les allemands et les belges, créé en 1996 à Jorf Lasfar est doté d'un capital de 180 millions de dirhams .Son activité principale est la fabrication et la commercialisation d'acide phosphorique purifié destiné à l'usage alimentaire à partir de l'acide phosphorique 54% fabriqué par Maroc phosphore 3 et 4, avec une capacité de production de 150.000 tonnes P2O5.

III.3.Maroc phosphore III et IV

Après Maroc Phosphore I et II à Safi, le Groupe OCP a décidé de réaliser le Maroc Phosphore III-IV à Jorf Lasfar pour doubler sa capacité de valorisation des phosphates

Les ateliers de Maroc Phosphore III - IV (ou Maroc Phosphore Jorf Lasfar) comprennent :

- Atelier sulfurique
- Atelier Phosphorique
- Atelier des engrais
- Atelier des utilités

III-3.1.Atelier sulfurique

L'atelier sulfurique, c'est le lieu dans le quel se fait la réaction de combustion du soufre, en produisant de l'acide sulfurique plus une quantité très importante de l'énergie, il est constitué de deux back de stockage de souffre et six back de stockage d'acide sulfurique .

La fabrication de l'acide sulfurique est réalisée en 3 étapes :

- La combustion : consiste à brûler du soufre dans un four pour former l'anhydride sulfureux (SO_2).
- La conversion : consiste à combiner l'anhydride sulfureux à l'oxygène dans un convertisseur pour produire de l'anhydride sulfurique (SO_3).
- L'absorption : consiste à combiner l'anhydride sulfurique à l'eau dans des tours d'absorption pour former une solution contenant 98 à 99% d'acide sulfurique (H_2SO_4).

III-3.2.Atelier Phosphorique

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Le procédé de fabrication de l'acide phosphorique utilisé se déroule par voie humide, dans lequel l'acide est obtenu par attaque directe du phosphate minéral par un acide fort (acide sulfurique).

Cet atelier est constitué de :

- 8 unités de production d'acide phosphorique de capacité 500 t P_2O_5 /j chacune,
- 16 unités de concentration de capacité unitaire 300 t P_2O_5 /j.
- divers tanks de stockage et de clarification

III-3.3.Atelier des engrais

Cet atelier est constitué de quatre unités de production de DAP dont deux peuvent produire du TSP, MAP et NPK.

Le principe de fabrication des engrais est basé sur la réaction entre l'acide phosphorique et l'ammoniac (pour les DAP, ASP, MAP et NPK) et sur l'attaque du phosphate par de l'acide phosphorique (pour le TSP).

III-3.4.Atelier des utilités

Il comporte :

- Une centrale thermoélectrique avec 3 groupes turbo alternateurs (GTA) de 37 MWH chacun.
- Une unité de traitement des eaux.
- Deux unités pour le pompage et reprise d'eau de mer de 60.000m3 /h.
- Une unité de compression d'air.
- Une unité de dépotage, stockage et distribution des carburants.

N.B : Notre stage a été effectué dans cet atelier et spécialement dans l'unité de traitement des eaux douces couramment appelée « **TED** ».

IV) Organisation de l'office chérifien des phosphates

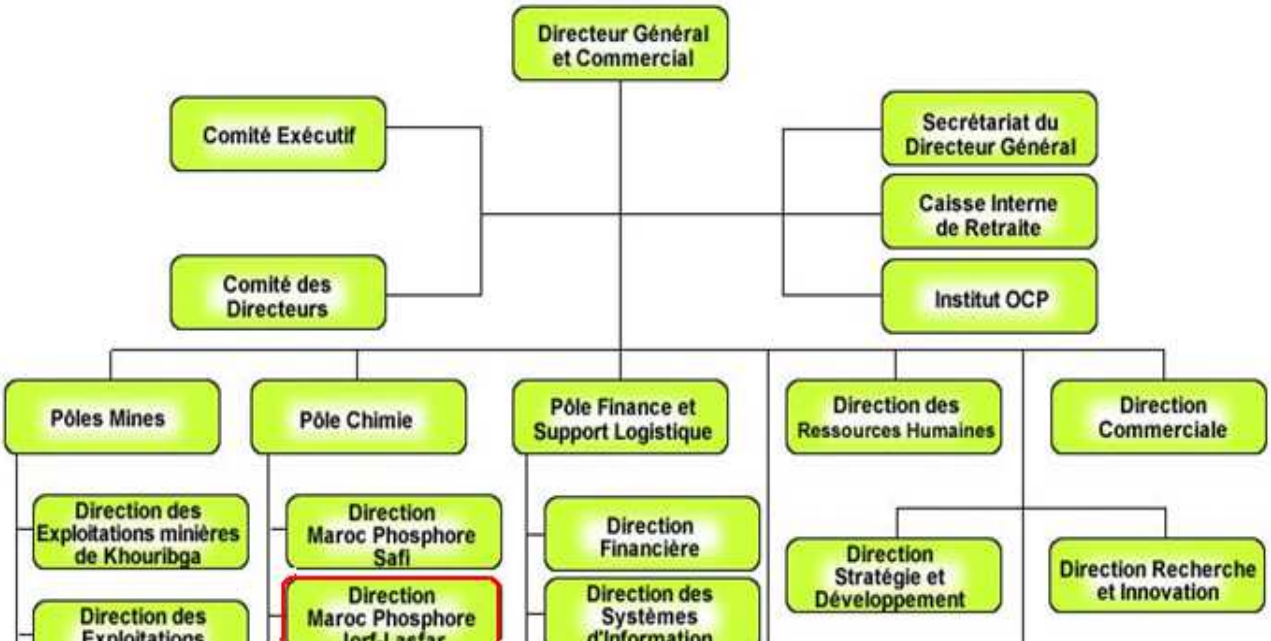


Fig.2 : Organigramme de l'OCP

Chapitre II : Processus général de traitement des eaux douces

I) Introduction

Ce chapitre donne un aperçu général sur la technique de traitement utilisée qui est l'échange d'ions par résines. Néanmoins, vu la multiplicité des procédés ayant lieu au sein de la plate-forme Jorf Lasfar, nous allons, pour objectif de simplification, nous limiter sur le cas de la station de traitement de Maroc Phosphore (MP III et IV).

Année Universitaire : 2013-2014

Pour satisfaire leurs besoins en eau de qualités diverses, chaque unité du complexe possède une station de traitement d'eau douce (TED) dont la fonction principale est de distribuer les utilités en eau. (Fig.3)

Cette station produit différentes qualités d'eau:

- L'eau brute;
- L'eau filtrée, utilisée généralement pour l'alimentation des chaînes de déminéralisation, le bac d'eau potable et pour le lavage des filtres
- L'eau potable;
- L'eau déminéralisée (désiliciée);
- Condensats traitées.

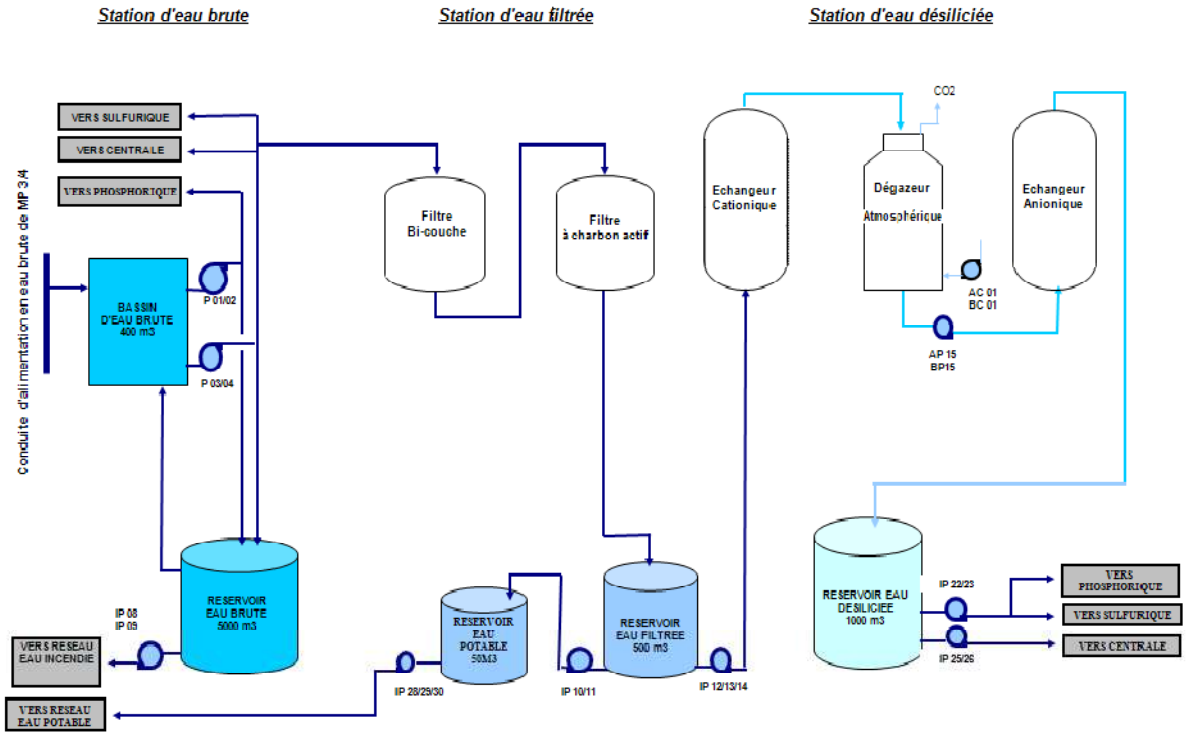


Fig.3 : Schéma général du circuit de traitement des eaux douces (MP III&IV)

II) Réseau d'alimentation d'eau brute

II.1. Eléments rencontrés dans l'eau

Année Universitaire : 2013-2014

Une eau brute c'est la ressource en eau avant tout traitement . Elle doit satisfaire un certain nombre d'exigences pour produire une eau destinée à divers utilisations (eau potable, eau filtrée, eau déminéralisée...)

Cette eau peut contenir plusieurs éléments, dont on peut les classer comme suivant :

- Les matières en suspension : Sables, argiles, boues diverses, débris divers insolubles.
- Les matières en émulsion : Matières organiques colloïdales, argiles colloïdales.
- Les matières solubilisées : Tourbe, déchets végétaux, matières azotées.
- Les sels minéraux: Bicarbonates HCO3-, Calcium Ca++, carbonates CO3—, magnésium Mg++, sulfates SO4--, sodium Na+, chlorures CI-, potassium K+, nitrates NO3-, ammonium NH4+.
- Les gaz : Oxygène, azote, gaz carbonique, ammoniac.
- Les organismes vivants : Plancton, algues, champignons, Vers, Larves, bactéries, virus

Les tableaux ci-dessous donnent les différentes caractéristiques de cette eau :

Tab.1 : Caractéristiques d'une eau brute

Cations	mg/l
Ca^{2+}	72
Mg^{2+}	45
Na^{+}	168
Total	**285**

Anions	mg/l
HCO^{-}_{3}	232
CO^{2-}_{3}	0
Cl^{-}	291
SO^{2-}_{4}	112
NO^{-}_{3}	8
SiO^{-}_{3}	16,5
PO^{3-}_{4}	0,7
Total	**660,2**

II.2. Réseau d'alimentation d'eau brute

L'eau brute provenant du barrage Daourate est distribuée par l'ONEE, s'écoulant par gravité avec un débit de 2000 à 3000 m³/h vers la station de traitement des eaux. Cette eau est stockée par la suite dans un bassin de reprise de 750 m³ équipé par 8 pompes centrifuges appelées des pompes de forage de 500m³/h et d'une pression de 5 bar chacune, puis elle est distribuée par un collecteur vers les différents consommateurs tels que : (Fig.4)

- L'atelier phosphorique nord et sud

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Rapport-Gratuit.com

- L'atelier sulfurique et central
- Les chaînes de filtration
- Le réseau incendie 2000 m³

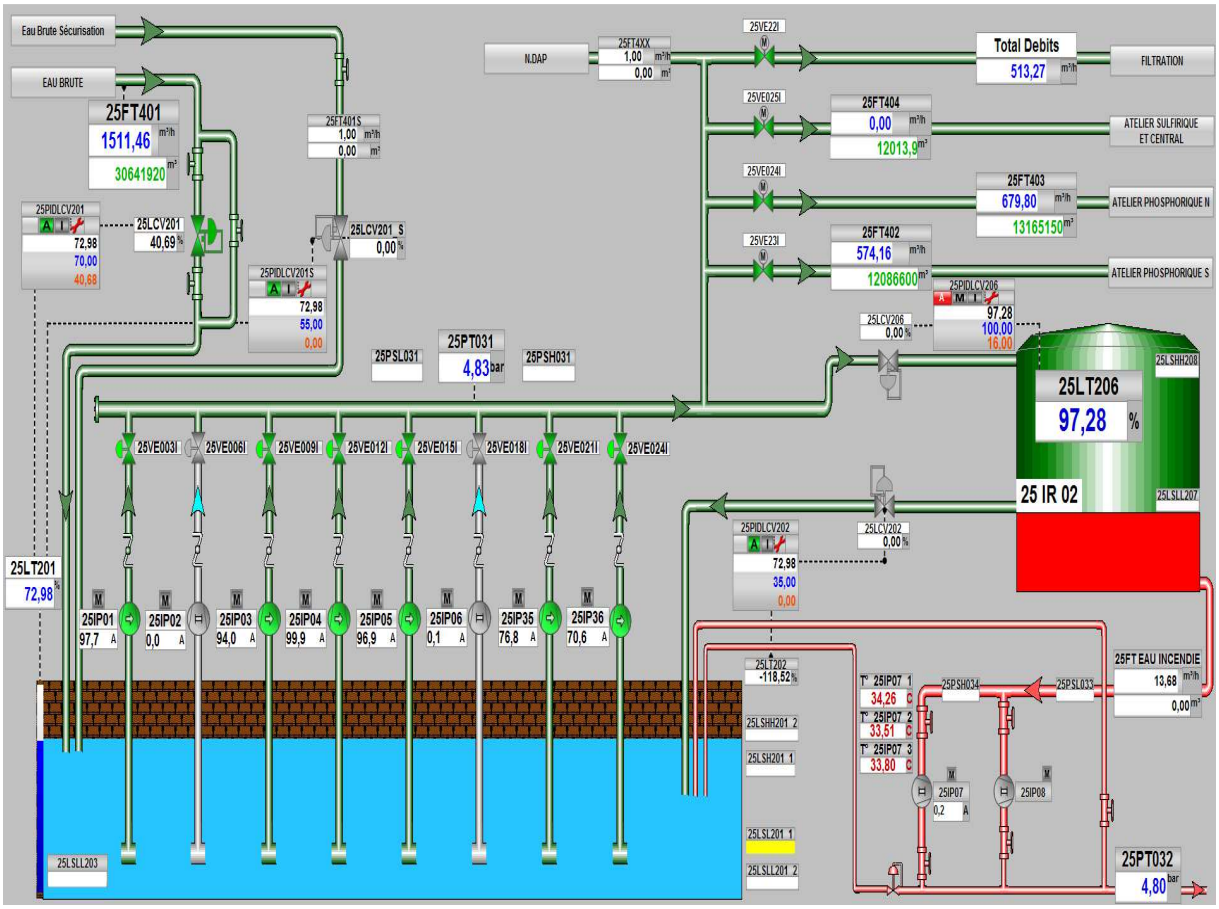


Fig.4 : Réseau de l'eau brute

Présentation du Barrage Daourat:

Le bassin de l'Oum Er- R'bia caractérisé par une régularité de son régime d'écoulement et par sa topographie qui présente une dénivelée de 1.800 m entre ses sources et son embouchure, offre d'importantes potentialités hydro-énergétiques.

Pour pouvoir bénéficier de tout le potentiel énergétique de l'oued Oum Er R'bia en attendant que les ouvrages amont soient réalisés, il était judicieux d'exploiter la chute située le plus à l'aval possible sur le cours d'eau. Ainsi, une série d'ouvrages ont été réalisés de l'amont vers l'aval : Imfout, Daourat, Sidi Saïd Maâchou.

Année Universitaire : 2013-2014

Le barrage de Daourat (Fig.5), situé à 50 Km environ à l'aval d'Imfout et à 46 Km à l'amont du barrage Sidi Saïd Maâchou, a été conçu comme un ouvrage à vocation exclusivement hydro-électrique. C'est un barrage de type à contreforts, l'usine proprement dite est équipée de deux turbines Kaplan capables de transiter un débit maximum de 50 m3/s et assurant ainsi la production de 80 Gwh/an d'énergie électrique.

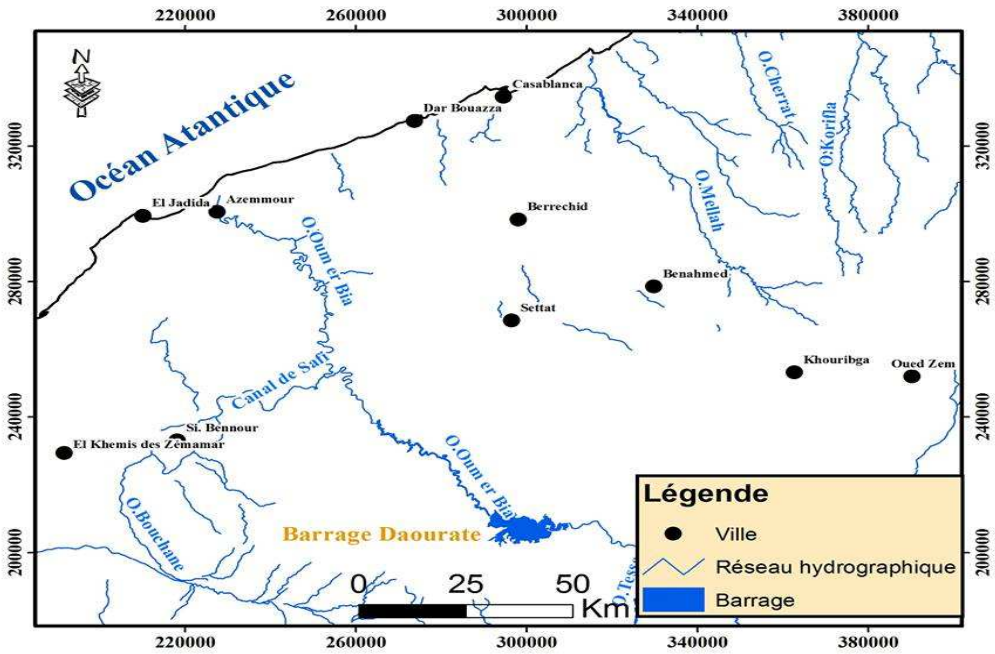


Fig.5 : situation géographique du barrage Daourate

III) Réseau de filtration :

III.1. Principe :

L'eau est la première source d'alimentation de la station TED, elle passe par plusieurs étapes afin de la rendre une eau traitée ou déminéralisée pour répondre aux besoins des différents ateliers du complexe Jorf Lasfar.

Cette étape consiste en premier lieu à une filtration sur filtre à sable de type tri couche et par la suite une filtration sur filtre à charbon actif. Après filtration l'eau dite filtrée va être stockée dans un bac de stockage de capacités de 1000 m³.

La station de filtration est composée de :

- 4 chaînes de filtration.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

- Un bac de stockage d'eau filtrée de 1000 m³.
- 2 pompes de lavage (Q=370 m3/h - 1.5 bar chacune).
- 4 pompes d'alimentation des chaînes de déminéralisation (235m3/h - 3,5 bar chacune).

L'utilisation d'eau filtrée est totalement interne notamment :

- Alimentation des chaînes d'eau désiliciée
- Alimentation de l'eau potable
- Lavage des filtres à sable

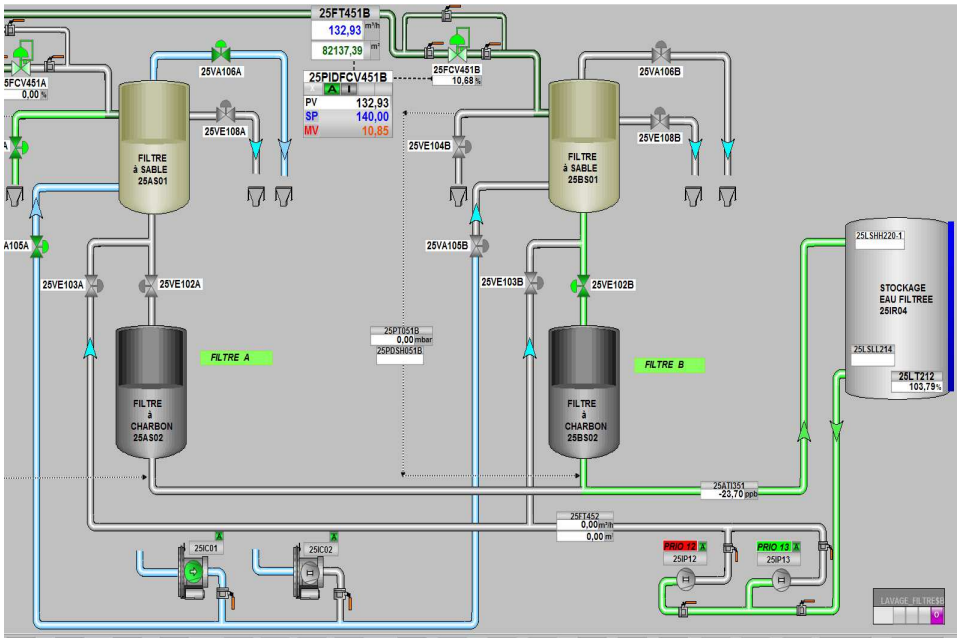


Fig.6 : Réseau de filtration

III.2. Filtration à sable

La filtration à sable consiste à éliminer les matières en suspension présentes dans l'eau. L'eau dans le filtre passe du haut en bas par trois couches successives superposées l'une sur l'autre ; une couche d'anthracite, une couche de quartz et une couche support en silex. (Fig.7)

Tab.2: Composition d'un filtre à sable tri couche

Couche	Anthracite	Silex	Quartzite
Granulométrie (mm)	0.6 – 1.6	1.4 – 2.4	0.4 – 1
Hauteur (mm)	400	100	1400

Année Universitaire : 2013-2014

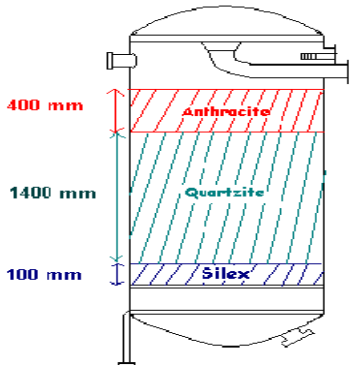


Fig.7 : Schéma du filtre à sable (Fiches techniques, TED)

III.3. Filtration sur charbon actif

Le rôle du filtre à charbon actif est d'éliminer les composés qui reste à travers les conduites d'arrivage d'eau brute via l'ONEE tels que :

- Les traces du chlore
- Les odeurs
- Les couleurs
- Les micros organismes
- Les matières en suspension qui ont échappés à la filtration.

L'eau semi filtrée de l'installation précédente se dirige vers un filtre à charbon actif qui assure une élimination du chlore libre et les matières organiques susceptibles d'empoisonner les résines échangeuses d'ions situées en aval.

Une partie d'eau filtrée alimente un bac intermédiaire pour subir une chloration afin d'assurer l'alimentation de tout le complexe en eau potable.

Les filtres à sable et à charbon doivent être lavés régulièrement afin d'éviter le colmatage de ces filtres par l'élimination des matières en suspension captées par ces derniers.

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

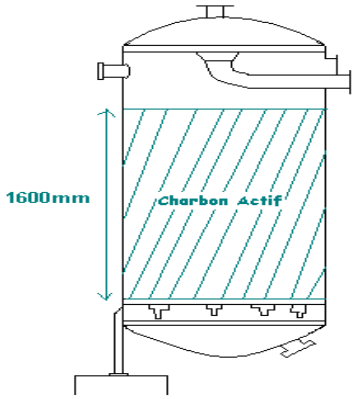


Fig.8 : Schéma du filtre à charbon actif (Fiches techniques, TED)

III.4. Lavage des filtres

III-4.1 Lavage des filtres à sable et charbon actif

Après 23h de production, les filtres à sable et les filtres à charbon actif subissent une heure de lavage à contre courant à l'aide de l'eau filtrée afin de permettre l'évacuation des matières en suspension retenues durant la production, selon les séquences suivantes :

Séquence 1 : C'est une mise à l'atmosphère qui dure 1 mn, elle s'effectue par l'ouverture des vannes.

Séquence 2: Première mise à niveau qui dure 6 mn et dans laquelle les vannes sont ouvertes.

Séquence 3 :Premier lavage à l'eau qui dure 4 mn, cette démarche s'effectue avec l'eau filtrée qui est pompée à partir du bac de stockage d'eau filtrée.

Séquence 4 : Deuxième mise à niveau, qui dure 5mn.

Séquence 5 : C'est une séquence de décolmatage à l'air qui dure 5mn

Séquence 6 :Deuxième lavage à l'eau qui sert à éliminer toutes les impuretés restantes, qui dure 6mn

Séquence 7 : Remplissage du filtre avec de l'eau filtrée durée 2mn.

Les effluents issus du lavage des filtres à sable sont directement évacués à l'égout pour qu'ils soient rejetés à la mer. [6]

IV) Chaine de déminéralisation

L'installation du TED comprend 04 chaînes de désiliciation identiques, chaque chaîne est constituée :

- D'un échangeur cationique.

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

- D'un dégazeur atmosphérique.
- D'un échangeur anionique.

IV.1. Objectif de production d'une eau déminéralisée

La déminéralisation est une opération essentielle dans la génération de la vapeur pour l'alimentation des chaudières du complexe.

Indépendamment de son utilisation, la qualité de la vapeur dépend principalement d'une bonne qualité de l'eau utilisée. Pour estimer une bonne production de vapeur, la déminéralisation se fait essentiellement pour éliminer tous les phénomènes qui peuvent nuire le circuit des eaux, tels que :

- ✓ L'entartrage : Dû à la précipitation des sels minéraux : Calcium, Magnésium et Silice .

  Exp : $Ca(HCO3)2 \longrightarrow CaCO3+CO2+H2O$
- ✓ Le primage : Le primage de l'eau de chaudière est la contamination de la vapeur par des solides présents dans l'eau. Les bulles ou la mousse sont créés à la surface de l'eau des chaudières et sortent avec la vapeur. C'est le transfert de grandes quantités en gouttelettes d'eau dans la vapeur, qui baisse le rendement énergétique de la vapeur et entraîne des dépôts de cristaux de sels sur les surchauffeurs et dans les turbines. [1]
- ✓ La corrosion : Due principalement aux gaz en dissolution dans l'eau – oxygène et CO2. [2]

  - ❖ Action de l'oxygène :

    $2H_2O + 2Fe + O_2 \longrightarrow 2Fe_2^{+} + 4OH^{-}$
  - ❖ Action de l'hydrogène :

    $Fe + 2H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + H_2$
  - ❖ Action de CO2 libre résultant de la rupture de l'equilibre carbonique : H_2CO_3+Fe

    $Fe(CO)_3 + H_2 \longrightarrow$

IV.2. Principe

La déminéralisation consiste à la séparation d'impuretés chimiques dissoutes dans l'eau filtrée, constituées principalement de la silice et des cations de fer, manganèse, calcium magnésium et sodium dans différentes combinaisons avec les anions tels que les chlorures, les bicarbonates et les sulfates, afin d'alimenter les chaudières des différents ateliers de MP-III&

IV.

Année Universitaire : 2013-2014

La déminéralisation s'effectue selon deux résines : une résine cationique qui est capable d'échanger les cations de l'eau par des ions H^+ et une résine anionique qui est capable d'échanger les anions de l'eau par des ions OH^-.

La chaîne de déminéralisation comporte 4 lignes de traitement, capables de traiter chacune 180m3/h d'eau.

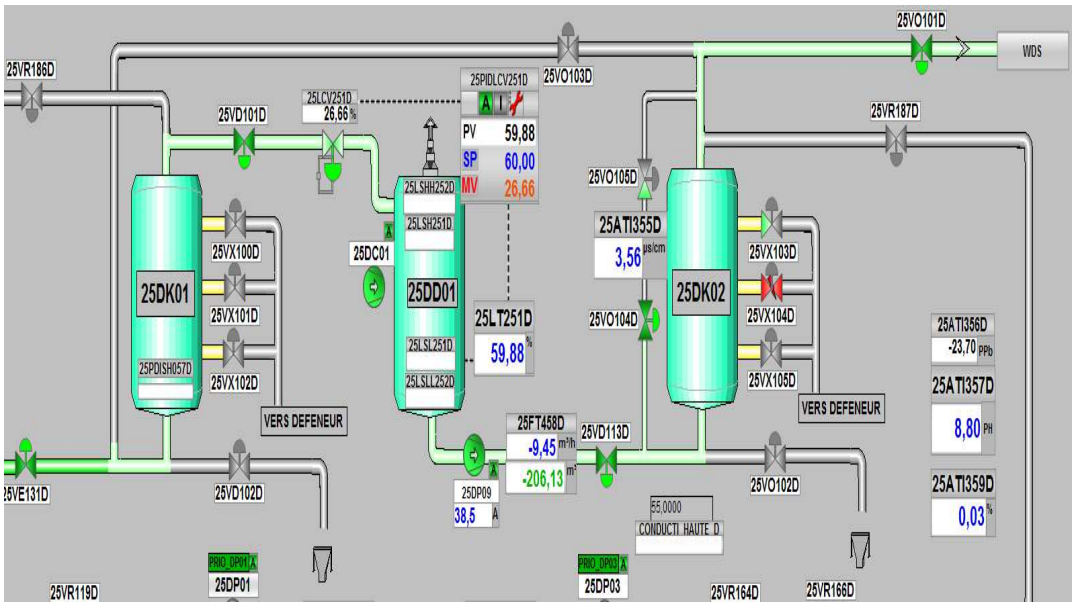


Fig.9 : Réseau de déminéralisation

IV.3. Echangeur cationique

L'eau passe du bas en haut dans l'échangeur cationique qui est composé de trois cellules séparées par des planchers crépinés pour éviter le mélange de résines (Fig.10) ,ces cellules sont fortement acide et servent à éliminer de l'eau les cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ …) en les échangeant contre les ions hydrogènes H+ selon les réaction suivantes :

$$\mathbf{R\text{-}H} + NaCl \Longleftrightarrow R\text{-}Na + HCl$$

$$CaCO_3 + 2\,\mathbf{R\text{-}H} \Longleftrightarrow R_2Ca + H_2CO_3$$

$$2\,\mathbf{R\text{-}H} + CaSO_4 \Longleftrightarrow R_2Ca + H_2SO_4$$

Année Universitaire : 2013-2014

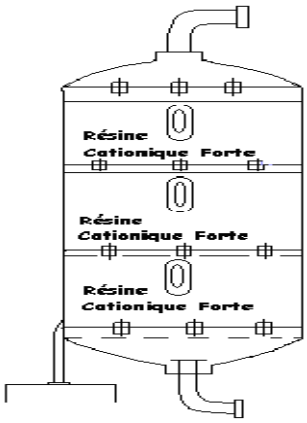


Fig.10 : Schéma d'un échangeur cationique (Fiches techniques ; TED)

IV.4. Dégazeur atmosphérique

Après décationisation, l'eau va passer par un dégazeur atmosphérique du haut en bas pour éliminer le CO2 et O2 dissouts afin d'éviter la formation d'acide carbonique H2CO3, qui provoque l'entartrage.

Ce dégazeur est composé d'une part des anneaux Raching (de petits objets cylindriques en métal, en verre ou en céramique) qui permettent la pulvérisation de l'eau, d'autre part d'un ventilateur qui assure l'injection de l'air du bas vers le haut ce qui augmente la surface de contact gaz-eau et facilite le dégazage de CO2.

En présence de bicarbonates HCO3- l'acidité libérée conduit à la formation de CO2 selon la réaction suivante :

$$HCO3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

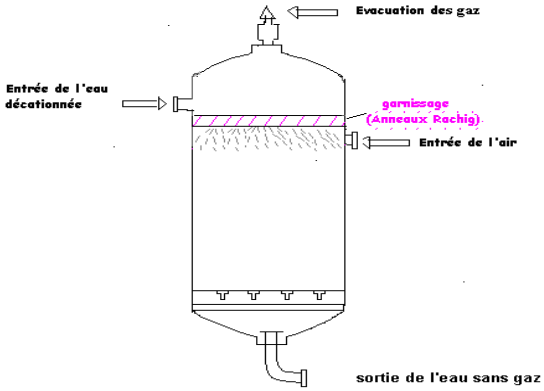


Fig.11 : Schéma d'un dégazeur atmosphérique (Fiches techniques, TED)

Année Universitaire : 2013-2014

IV.5. Echangeur anionique

L'eau sortant du dégazeur est fortement acide passe par l'échangeur anionique afin de se débarrasser des anions. L'échangeur est divisé en deux couches; une cellule inférieure qui contient deux couches anioniques de résines faibles et permet la fixation des anions d'acide fort (SO_4^{--}, HCO_3^- , Cl^-, NO_3^-) et une cellule supérieure qui contient une couche anionique de résine forte et permet de capter les anions d'acide faible(CO_3^{2-} et l'acide silicique SiO3) en les échangeant avec les ions hydroxydes OH- pour former de l'eau H2O selon les réactions suivantes :

$$2\ \mathbf{R\text{-}OH} + H_2SO_4 \Longleftrightarrow R_2SO_4 + 2\ \mathbf{H_2O}$$

$$HCl + \mathbf{R\text{-}OH} \Longleftrightarrow RCL + \mathbf{H_2O}$$

$$2\ \mathbf{R\text{-}OH} + H_2CO_3 \Longleftrightarrow R_2CO_3 + 2\ \mathbf{H_2O}$$

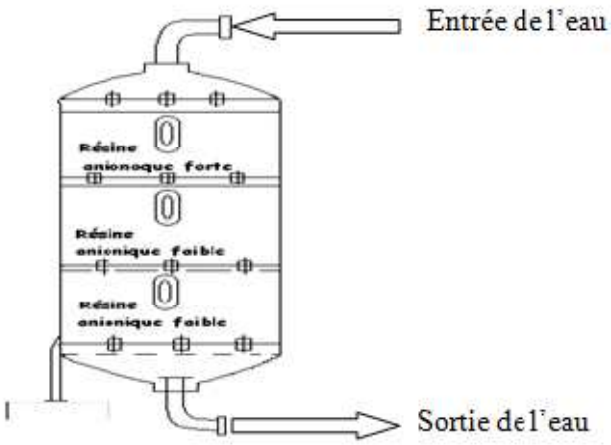


Fig.12 : Schéma d'un échangeur anionique (Fiches techniques, TED)

L'eau à la sortie de la chaine de déminéralisation doit avoir des caractéristiques suivantes :

- Conductivité <10us/cm
- PH<7

Le cycle de production de l'eau déminéralisée continue jusqu'au passage d'un volume d'eau précis à travers la chaine de déminéralisation, ce volume est déterminé suivant la relation suivante:

$$\mathbf{Vp = 1445 * 53.4 / TAF}$$

-Vp : Volume d'eau filtrée qui traverse la résine pendant un cycle de production en m3 ;

Année Universitaire : 2013-2014

-1445 : Représente le cycle brut de production (180 m3/h*8h) en m3 ;

-53,4 : Le TAF moyen en °F ;

-TAF : Représente le TAF mesuré à la sortie de l'échangeur cationique (°F).

IV.6. Régénération des résines :

La régénération est une étape importante, qui s'effectue lors d'épuisement et saturation des résines suivant plusieurs séquences. Cette opération consiste à injecter une solution très concentrée en réactifs (l'acide sulfurique H2SO4 pour la résine cationique et la soude NAOH pour la résine anioniques) de manière à inverser la réaction d'échangeur d'ions. Ce passage se fait à contre-courant où les fluides de régénération percolent du haut vers le bas.

IV.6.1. Résine cationique :

La régénération de la résine cationique assure l'élimination des cations captés au cours de la production de l'eau déminéralisée et les remplacés par le proton d'hydrogène de l'acide sulfurique dilué à 2%, puis à 4% et ensuite à 8%.

- Exemple de réaction de régénération :

$$R_2Ca + H_2SO_4 \Longleftrightarrow 2RH + CaSO_4$$

$$R_2Mg + H2SO_4 \Longleftrightarrow 2RH + MgSO_4$$

IV.6.2. Résine anionique :

La régénération de la résine anionique s'effectue par l'injection la soude diluée (NaOH) à l'eau chauffée par la vapeur qui va passer dans l'échangeur, en échangeant les anions OH- avec les résines saturées en anions.

- Exemple de réaction de régénération :

$$R_2Cl + NaOH \Longleftrightarrow 2ROH + NaCl$$

$$R_2SO4 + 2NaOH \Longleftrightarrow 2ROH + Na_2SO_4$$

IV.6.3. Les séquences de régénérations des résines

Séquence 1: Cette séquence s'effectue sur échangeur cationique et sur échangeur anionique à l'arrêt de la chaine de production pendant 2mn afin d'assurer une décantation

Séquence 2: (sur cation et anion) Cette séquence est une pré dilution qui s'opère par l'ouverture des vannes de l'eau désiliciée et de l'acide sulfurique pour qu'ils se mélangent au niveau de l'échangeur.

Séquence 3: C'est une séquence de rinçage

Année Universitaire : 2013-2014

Rapport-Gratuit.com

- Sur cation : il y a 1er passage acide à 2% soit une dilution par 85m3/h d'eau désiliciée avec 945 l/h d'acide sulfurique pendant 20 mn .
- Sur anion :Cette séquence correspond au passage de la soude caustique à 2.8% ,soit une dilution de 1464 l/h NaOH avec 37.5m ^{3}/h d'eau déssilicée à 45mn.

Séquence 4 : sur cation : passage d'acide à 4% avec un débit de 43m3 pendant 20 mn

- sur anion : il y a déplacement de soude par l'eau déssilicée pendant 15 mn, jusqu'à ce que le passage de soude soit terminé.

Séquence 5 :

- Sur cation : passage acide à 8% avec un débit de 19,3 m3/h pendant 20mn .
- Sur anion : il s'agit d'un rinçage par 110m3/h d'eau qui a pour objectif d'éliminer les dernières traces de soude diluée avec une durée de 40mn.

Séquence 6 :

- Sur cation : déplacement de l'acide (arrêt de pompe d'injection) par un rinçage avec 85m3/h d'eau qui dure de 40 à 47 mn
- Sur anion : il s'agit d'un circuit fermé dont on effectue un recyclage par l'eau pendant 45 mn pour éliminer toutes les traces d'acide restantes afin de neutraliser l'eau et l'évacuer vers les égouts .

Séquence 7 : Elle dure 40mn, c'est une séquence de rinçage qui a pour but d'éliminer les dernières traces d'acide dilué.

Séquence 8 : (Sur cation et anion) C'est la séquence finale qui permet de mettre les résines en condition avant la remise da la chaîne de désiliciation en production. [6]

N.B : La durée totale d'une régénération dure environ 1h40 et se fait environ 7 fois par jour pour les 4 chaînes de déminéralisation A,B,C et D le volume rejeté à l'égout est 197 m³ pour les échangeurs cationiques et 75 m³ pour les échangeurs anioniques.

V) Chaine des condensats

V.1.Principe

L'installation des chaines vise à traiter les condensats qui arrivent à la bâche à condensat afin de diminuer la conductivité de la valeur de 10 à une valeur de 0.1µs/Cm par élimination des traces salines, et par la suite d'éviter tout endommagement des équipements contre la corrosion, l'entartrage et le primage.

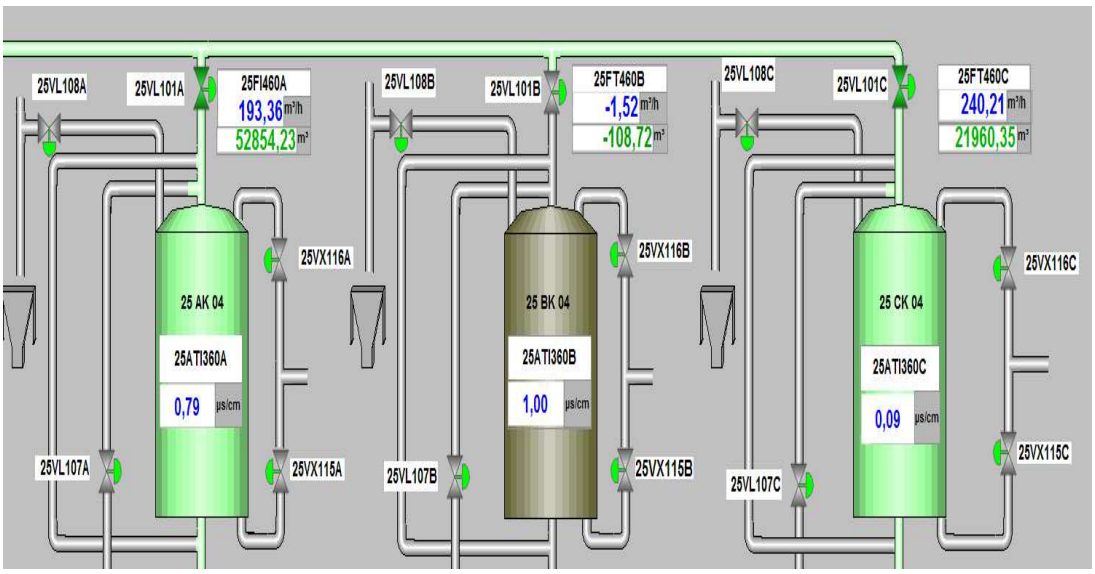
Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

V.2. Descriptif

Les condensats de haute pression et de moyenne pression des différents ateliers du complexe, collectés dans la bâche à condensats du central thermique. Après ils sont refoulés par des pompes vers l'installation de traitement des eaux passant par des refroidisseurs à eau de mer, dont la température ne doit pas dépasser 45°C afin de protéger les résines échangeables, et permettre ensuite un bon traitement.

L'eau condensat subit un traitement selon une chaîne de filtration à lits mélangés (Mixed-Bed) (Fig.13), installés en parallèle, capables de produire chacun 250m3/h, dont deux filtres en service et le troisième reste en service ou en régénération. L'installation comporte 3 lits, dont chacun d'eux comporte une résine cationique et une anionique qui assurent l'élimination des cations et des anions existants dans l'eau. A la sortie de ces lits, la conductivité est de 0,1 us/cm et le pH est acide entre 6 et 7, mais il faut le neutraliser (8<pH<9) par injection d'ammoniac, afin d'assurer la sécurité des équipements. Après le traitement de l'eau condensat, elle est envoyée vers le dégazeur de la bâche alimentaire.

L'eau alimentaire est refoulée par la pompe alimentaire vers la chaudière, où elle se transforme en vapeur haute pression, qui sera admise dans la turbine pour se détendre et produire de l'énergie mécanique, qui, à son tour se transforme en énergie électrique par l'alternateur. La vapeur d'échappement se condense au niveau du condenseur. Le condensat ainsi récupéré est acheminé vers la bâche à condensat pour une nouvelle utilisation et un nouveau cycle. (Fig.14)



Année Universitaire : 2013-2014

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Fig.13 : Schéma des lits mélangés (Mixed-Bed)

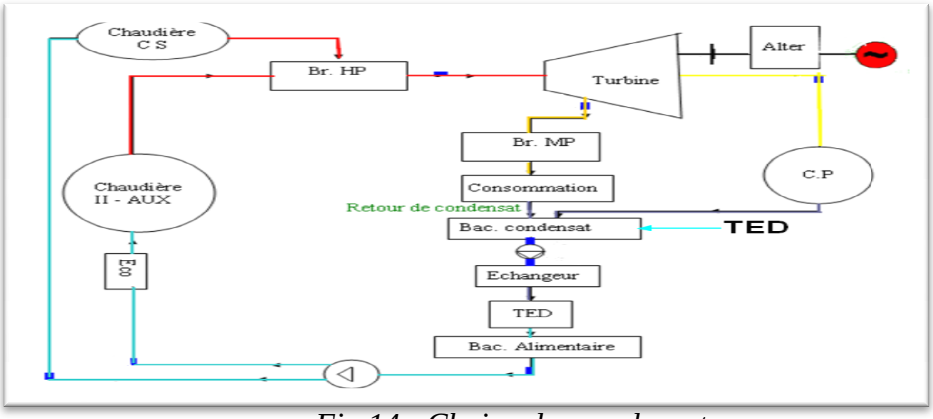


Fig.14 : Chaine des condensats

V.3. Régénération des mixed-bed

La régénération d'un lit mélangé se fait généralement après un volume de condensats traité de 42.000 m³ (deux jours approximativement), elle se fait aussi en cas de perte de charge excessive ou d'un défaut de qualité (silice ou conductivité)

Cette régénération est un peu plus compliquée, du fait qu'il faut soulever et isoler le lit vers un poste de régénération extérieure. Elle comporte 25 séquences qu'on décrit comme suit :

- Soulèvement du lit de résine pour séparer la résine échangeuse de cations de la résine échangeuse d'anions (qui a une densité plus basse).
- Décantation
- Drainage de l'eau jusqu'à la surface du lit de résine.
- Injection de la soude diluée dans de l'eau déminéralisée.
- Déplacement de la soude avec l'eau de dilution.
- Injection de l'acide dilué dans de l'eau déminéralisée.
- Déplacement de l'acide avec l'eau de dilution.
- Drainage de l'eau jusqu'à la surface du lit de résine.
- Mélange des résines avec de l'air comprimé propre ou de l'azote.
- Remplissage de la colonne lentement avec de l'eau.
- Rinçage final à l'eau brute au débit de production jusqu'à obtention de la qualité d'eau requise.

Année Universitaire : 2013-2014

VI) Chaine d'eau potable

La station TED assure la production et la distribution de l'eau potable, en couvrant l'ensemble des besoins du complexe en cette matière. L'eau potable est produite à partir de l'eau filtrée par injection du chlore. Le chlore est utilisé pour son action bactéricide, il est injecté sous forme d'hypochlorite de sodium (javel) :

L'équation de la production de l'eau potable est très simple :

Eau filtrée + eau de javel ⟶ eau potable.

L'alimentation d'eau potable est assurée par :

- Deux pompes centrifuges
- Un hydrophore de compensation

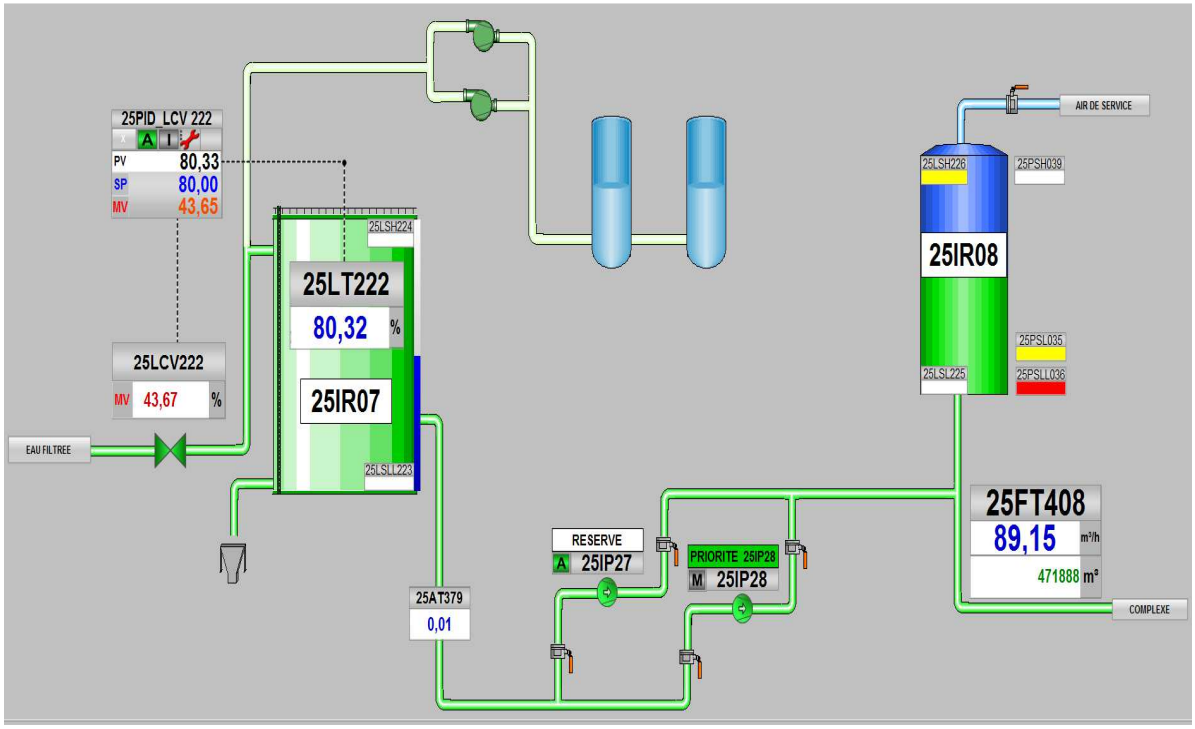


Fig.15 : Chaine d'eau potable

VII) Conclusion

Le processus de traitement des eaux douces joue un rôle très important dans la production des différents types d'eau. Cette eau passe par plusieurs étapes, tels que la filtration et la déminéralisation en utilisant la méthode de résine échangeuses d'ions .Cette méthode est efficace car elle permet de diminuer la conductivité de l'eau de 1200us/cm jusqu'à une valeur inferieur à

Année Universitaire : 2013-2014

10us/cm, ce qui prouve un bon fonctionnement des résines. L'utilisation de cette méthode répond aux besoins des différents ateliers du complexe MPIII et IV en énergie électrique ainsi en eau potable.

Chapitre III : Analyses physico-chimique des eaux de production

I) Introduction

L'appréciation de la qualité des eaux de la station de traitement des eaux douces au niveau de l'usine Maroc Phosphore III et IV à la plate forme Jorf lasfar se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques, indicateurs d'une bonne qualité des eaux d'alimentation et celle produites.

L'ensemble de ces éléments permet d'évaluer l'efficacité de traitement de ces eaux et le suivi du bon fonctionnement de la station.

Pour contrôler la qualité des eaux, la station TED possède un laboratoire local qui a pour rôle d'effectuer des analyses 24h/24h pour le suivi des normes des eaux industrielles produites.

II) Les analyses effectuées au laboratoire

II.1.Echantillonnage

C'est une action qui consiste à prélever une partie considéré comme représentative d'une masse d'eau en vu d'examiner divers caractéristiques définies. Les échantillons on été prélevé du back de stockage pour l'eau filtrée, de la sortie de l'échangeur cationique pour l'eau déminéralisée et de l'hydrophore pour l'eau déminéralisée.

Année Universitaire : 2013-2014

Fig.16 : Prélèvement des échantillons

II.2. Potentiel hydrogène pH

Le potentiel hydrogène renseigne sur la concentration des ion $[H^+]$ et indique si l'eau est neutre, acide ou alcaline, ainsi les caractères agressifs, corrosifs, et entartrant d'une eau.

D'une manière plus générale, on peut dire que les acides ont tendance à augmenter la concentration en ions H^+ et les bases à augmenter celle en ions OH^- .

Ceci résulte du fait que les acides libèrent des ions H^+ les bases des ions OH^- dans l'eau :

$$H\,Cl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

$$Na\,OH \longrightarrow Na + OH^-$$

Fig.17 : Mesure de pH

Année Universitaire : 2013-2014

Tab.3 : Les limites de PH

PH	Signification
PH<5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
PH=7	pH neutre
7<PH<8	Majorité des eaux de surface
5,5<PH<8	Majorité des eaux souterraines
PH=8	Alcalinité forte évaporation intense

II.3. Conductivité électriques

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. C'est une fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leurs valences, de leur concentration relatives.

Fig.18 : Mesure de la conductivité

Tab.4 : Valeur admissible de la conductivité

Année Universitaire : 2013-2014

Valeur de CE	Qualité d'eau
50 à 400 (µs/cm)	Qualité excellente
400 à 750 (µs/cm)	Bonne qualité
750 à 1500 (µs/cm)	Qualité médiocre mais eau utilisable.
A 1500 (µs/cm)	Minéralisation excessive

II.4. Titres Alcalimétrique et Alcalimétrique complet (TA et TAC)

II-4.1 Principe

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenues dans l'eau, d'autre façon l'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et hydroxydes

Donc on peut dire que :

- Le titre alcalimétrique ou T.A mesure la teneur en alcalins libres (OH-) et en carbonates (CO3).
- Le titre alcalimétrique complet ou T.A.C mesure la somme des alcalins libres, des carbonates et des bicarbonates. [5]

II-4.2.Mode opératoire

-Prise de 100ml de la solution d'eau, à laquelle ajouter quelques gouttes de Phénophtaléine puis mélanger.

-S'il n'y a pas de coloration, **TA = 0**

-Si la coloration est rose, titrer avec de l'acide sulfurique jusqu'à l'incolore, soit TB1 le volume de H2SO4 nécessaire pour aboutir au point d'équivalence [4]

$$\mathbf{TA = 5*TB1*N_{H2SO4}*1000/PE \quad en\ °F}$$

$$\mathbf{TA = 2TB1}$$

Année Universitaire : 2013-2014

Fig.19 :Résultat du dosage pour le TA

- A la même prise d'essais PE, ajouter quelques gouttes de méthylorange puis titrer avec H2SO4 jusqu'à devenir rouge brique, soit TB2 , le volume d'acide sulfurique nécessaire à la neutralisation :

TAC = 5*(TB1+TB2)*N_{H2SO4} *1000/PE en °F

TAC = 2TB

Fig.20 :Dispositif de dosage par méthylorange

Fig.21 : Résultat du dosage du TAC

II.5. TH :

II.5.1. Principe

Le titre hydrotimétrique consiste à mesurer la teneur globale de l'eau en sel de calcium Ca^{2+} et de magnésium Mg^{2+}. Il renseigne donc sur la dureté d'une eau :

- Une eau à TH élevé est dite dure.
- Une eau à TH faible est dite douce. [4]

Année Universitaire : 2013-2014

Tab.5 : Valeurs admissibles de TH

TH(°F)	Eau
0-7	Très douce
7-15	Douce
15-25	Moyennement dure
25-42	Dure
>42	Très dure

II.5.2. Mode opératoire

-Prise d'essai de 50 ml de la solution. [4]

-Ajout de 2ml de solution tampon pH=10, quelques gouttes du Noir d'ériochrome et mélanger l'ensemble :

- Si la coloration est bleu TH = 0
- Si la coloration est violette, titrer avec E.D.T.A jusqu'au virage du violet au bleu, soit TB le volume d'E.D.T.A nécessaire à la neutralisation :

$$TH = 5*TB*N_{EDTA}*1000/PE \text{ en } °F$$

$$TH = 2\ TB \text{ en } °F$$

Année Universitaire : 2013-2014

Rapport-Gratuit.com

Fig.22 :Dispositif de dosage du TH

II.6. TAF:

II.6.1. Principe

Le titre des acides forts est utilisé lorsque l'eau est décationnée. Il consiste à mesurer l'acidité liée aux sulfates, chlorures, nitrates : c'est à dire les concentrations en acide sulfurique, chlorhydrique, et nitrique.

II.6.2. Mode opératoire :

-Prise d'essais de 50 ml de la solution à laquelle, on ajoute quelques gouttes du Rouge de Méthyle. [4]

-Mélanger l'ensemble, puis titrer avec de la soude NaOH(0,1N) jusqu'au virage du rouge au jaune.Soit TB le volume de soude nécessaire à la neutralisation :

TAF = 5 *TB *N_{NaOH}*1000 /PE en °F
TAF = 10 TB

Année Universitaire : 2013-2014

Fig.23 : Matériel et solution utilisée *Fig.24: Résultat du dosage du TAF*

III) Expression des résultats

III.1.Eau brute

L'eau brute provenant du barrage Daourate subi un certain nombre d'analyse par l'ONEP avant de subir aucun traitement dans la station TED, les résultats sont présentés comme suivant:

Tab.6 : Résultats des analyses de l'eau brute

	Eau brute (7/04/2014)	**Normes**
pH	8.2	7-7.
Température (°C)	19	25
Conductivité (µs/cm)	1300	500-1500
MES (mg/l)	3.2	-
Matières organiques	0.3	-

- **Interprétation**

D'après les résultats obtenus on peut constater que nos échantillons analysés contiennent peu de matières en suspension et le taux de matières organiques est presque nul, on déduit donc que les paramètres analysés répondent aux normes internationales d'eau brute du point de vue physico-chimique.

III.2.Eau filtrée

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Les prélèvements de l'eau filtrée ont été effectué après la filtration sur filtre à sable et filtre à charbon actif afin d'évaluer leurs efficacité à éliminer les MES et MO existantes.

Tab.7 :Résultats des analyses de l'eau filtrée

	Eau filtrée		
	Echantillon n°1 (7/05/2014)	Echantillon n°2 (8/05/2014)	Normes
pH	7.28	7.4	6.5-9
Température (°C)	19.2	18.7	<25
Conductivité (µs/cm)	1290	1150	500-1500
MES (mg/l)	<1	<1	-
Matières organiques	0.1	0.2	-
TA	0	0	0 .0
TAC	13.4	13.1	11-16
TH	29.4	28.4	30-40

- **Interprétation**

  D'après les résultats obtenus, on remarque que le taux de matière en suspension et de matières organiques a diminué, ce qui montre le bon fonctionnement des filtres à sable et à charbon actif, on peut dire donc que les paramètres analysés sont conforme aux normes exigées par l'OCP.

III.3. Eau déminéralisée

Toutes les eaux naturelles contiennent des quantités variées de matière dissoute et suspendue et de gaz dissous. Depuis que les impuretés de l'eau causent des problèmes dans les chaudières, une grande attention doit être portée sur la qualité de l'eau utilisée pour générer la vapeur. La composition de l'eau d'alimentation en éléments dissouts ne doit pas dépasser les limites de tolérance. Les impuretés doivent être complètement éliminées dans tous les cas.

Année Universitaire : 2013-2014

Les prélèvements de l'eau déminéralisée, ont été effectué après qu'ils ont subit une déminéralisation au niveau des échangeurs des ions afin d'évaluer l'efficacité des résines à capter les différents substances dissoutes dans l'eau, ainsi à produire une eau purement déminéralisée .

Tab.8 : Résultats des analyses de l'eau déminéralisée

	Eau Déminéralisée		
	Echantillon n°1 (7/5/2014)	Echantillon n°2 (8/52014)	Normes
pH	8.73	8.6	7-9
Température (°C)	18.9	18.9	25
Conductivité (µs/cm)	4.2	3.9	5-10
TA (°f)	0.1	0	0-0.1
TAC (°f)	0.6	0.4	0.2-0.5
TH (°f)	0	0	0

- **Interprétation**

  Nous remarquons que la qualité de l'eau désiliciée est améliorée presque 300 fois par rapport à l'eau brute en passant d'une conductivité de 1300 µS/cm à 4.2 µS/cm, et qu'elle révèle une conformité aux normes.

  On peut dire donc, que l'eau déminéralisée ne présente aucun risque pour les installations de différentes unités.

III.4.Eau potable

Les analyses d'eau potable s'effectuent afin de contrôler la qualité d'eau de consommation destinée à alimenter tout le complexe de Maroc Phosphore III et IV.

Année Universitaire : 2013-2014

Tab.9 : Résultats des analyses de l'eau potable

	Eau potable		
	Echantillon n°1 (7/05/2014)	Echantillon n°2 (8/05 /2014)	Normes (NM 03.7.001)
pH	8	7.8	6.5-8.5
Température (°C)	19.8	19.6	25
Conductivité (µs/cm)	1250	1200	2700
MES	<1	<1	-

- **Interprétation**

D'après les résultats obtenus, on peut dire que les paramètres analysés répondent aux normes de potabilité de l'eau*(Annex1)* du point de vue physico-chimiques ainsi qu'elle ne présente aucun danger pour la santé humaine.

IV) Conclusion

Au terme des différents analyses effectuées au laboratoire local de TED on conclue donc que la comparaison ci-dessus révèle une conformité des paramètres physico-chimique des eaux potables produites au niveau de la station de traitement d'eau douce avec les lignes directrices fixées par les normes marocaine [7].Cette eau destinée à la consommation humaine ne présente donc aucun danger pour les employés de la plateforme Maroc Phosphore III & IV Jorf Lasfar.

Année Universitaire : 2013-2014

Cette conformité est de même pour la production d'eau déminéralisée et l'eau filtré qui ne représente aucun risque pour les installations des unités phosphoriques, sulfuriques et celle des engrais, qui exigent une qualité d'eau pure et déionisée dans le processus de production.

Chapitre IV : Caractérisation des effluents liquides rejeté au niveau de la station de traitement des eaux MP-III&IV

I) Introduction

La pollution de l'environnement causée par les rejets liquides constituent un sujet complexe et d'actualité tant pour l'office chérifien des phosphates, dont elle commence à s'intéresser à la nature des rejets qu'elle produit en essayant de trouver des solutions pertinentes pour être en conformité avec la législation.

Ces différents problèmes de pollution imposent de penser à la mise en place de solution afin de limiter les rejets des effluents industriels au niveau de la mer.

Ce chapitre donc donne un aperçu général sur les effluents liquides rejetés au niveau de la station de traitement et leurs impacts sur l'environnement. Cette étude est consacré au positionnement du problème, la description de l'acheminement actuel des effluents liquides de la station TED et l'évaluation de leurs quantités et de leurs qualités physico-chimiques.

II) Etat actuel de l'acheminement des effluents

Année Universitaire : 2013-2014

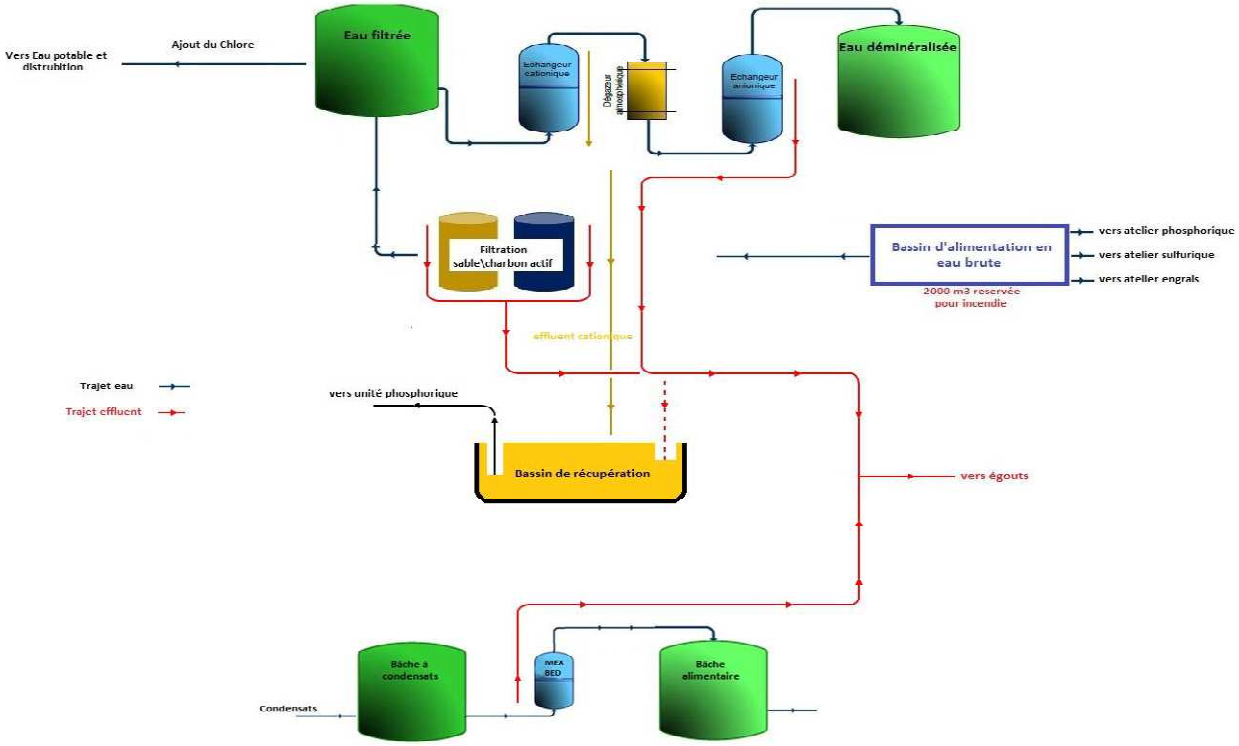


Fig.25 : Etat de l'acheminement actuel des effluents

D'après le schéma ci dessus, on distingue 4 sortes de rejets liquides à la station de traitement d'eau :

-Des eaux de lavage des filtres à sable

-Des eaux de lavage des filtres à charbon actif

-Des effluents de régénération des chaines de déminéralisation incluant :

- Un rejet acide de la résine cationique
- Un rejet basique de la résine anionique.

-Des effluents de régénération des lits mélangés.

Une partie des effluents de régénération de l'échangeur cationique, sont envoyés vers un bassin de volume effectif de 500 m^3 où ils sont dilués par de l'eau brute, afin d'alimenter les lignes de production d'acide phosphorique H_3PO_4.

Pendant que les rejets de lavage des filtres à sable et des filtres à charbon actif, ainsi que de l'échangeur anionique et des Mix-Beds sont collectés, mis en égouts, et rejetés vers la mer. Ces

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

effluents sont parfois redirigés avec l'effluent cationique afin de diluer la concentration de sulfate présente dans le bassin et éviter la formation de sulfate de calcium ($CaSO_4$: solide cristallin blanc) qui gêne et bloque parfois les pompes d'alimentation de l'atelier phosphorique.

On peut dire que l'état actuel est d'une part, beaucoup mieux que la situation « tout à l'égout », car cet acheminement est mis en place afin de minimiser l'impact sur le milieu récepteur, et d'éviter le rejet d'un effluent, d'autre part, cette situation constitue une perte, vu la consommation d'eau pour diluer un volume de rejet.

III) Quantification des rejets

Afin de quantifier les rejets, il faut tenir compte de la fréquence des activités au sein de la station TED. Pour ceci, il a fallu faire un suivi des lavages des filtres à sables et à charbon, et des régénérations des chaines de déminéralisation (résines échangeuses d'ions).

Les volumes rejetés peuvent être obtenus depuis les totaliseurs sinon on les évalue par le débit et la durée de chaque séquence de lavage/régénération. Les activités générant des effluents se résument en :

- Lavage des filtres à sables et à charbon actif
- régénérations des chaines de déminéralisation.

Tab.10: Volumes journaliers d'effluents rejetés à la station TED

Effluent	**lavage des filtres**	**régénération des chaines de déminéralisation**
Volume moyen rejeté par jour (m3)	**480**	**1760**
Fraction volumique %	**19%**	**81%**

On remarque d'après le tableau que les effluents de régénération des chaines de déminéralisation représentent une quantité importante du volume total rejeté par jour.

IV) Les Normes de rejets en eau de mer:

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

L'état actuel des rejets est acheminé vers l'océan atlantique, seulement le rejet cationique est recyclé vers l'atelier phosphorique, le débordement du bassin de récupération le conduit avec le reste des effluents de la station de traitement des eaux douces vers l'eau de mer.

Avant de caractériser les rejets des régénérations et des lavages, il est primordial de poser une limite à ne pas dépasser en matière de volume et concentration, cette limite ne sera rien d'autre que la loi marocaine imposée sur les rejets industriels.

La loi concernée est la loi n° 10-95 sur l'eau promulguée par le décret N° 2.04.553 du13 dilhija 1425 (24 Janvier 2005) relatif aux déversements, écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans les eaux superficiel, souterraine et marines.*(Annexe3)*

V) Analyse qualitative des effluents

Après avoir quantifié les effluents des régénérations des chaînes, ainsi que ceux du lavage des filtres de sables et charbon actif, il était très important de savoir la composition exacte de chaque type d'effluent. De ce fait, des échantillons ont été pris de chaque chaîne au moment de régénération et de lavage pour mieux caractériser et évaluer chaque type d'effluent.

V.1. Echantillonnage

Pour qu'ils soient représentatifs, les échantillons constituent un mélange des rejets de chaque séquence de lavage ou de régénération, pondérés par leurs fractions volumiques (volume rejeté pendant la séquence par rapport à la durée totale).

V.2. Analyses effectuées

Afin d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques des effluents, il a été primordial de demander un certain nombre d'analyses à effectuer au laboratoire central qui sont comme suivant :

- pH [8]
- Conductivité [9]
- Turbidité
- Analyses des anions et des cations par méthode d'absorption atomique (ICP) [10]

V.3. Expression des résultats et interprétation

Tab.11 : Résultats des analyses Physico-chimiques

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Effluents	Conductivité (µs/cm)	pH	Turbidité	SiO_2
Eau Brute	1300	7	1.2	4.64
Lavage filtre à sable	1200	6.9	0.46	4.64
Lavage filtre à CA	1205	6.1	0.28	4.65
Régénération anionique	185000	12.32	-	207.6
Régénération Cationique	243000	0.65	-	2.56

Tab.12 : Résultats d'analyses des cations par ICP

Effluents	Ca^{++}	K+	Mg^{++}	Na^{+}
Eau Brute	79.40	3.87	35.40	215
Lavage filtre à sable	79.34	3.80	35.39	214.8
Lavage filtre à CA	79.30	3.82	35.42	215.1
Régénération anionique	0	0	0	1340
RégénérationCationique	545	78.9	695	2290

Tab.13 : Résultat d'analyses des anions par ICP

Effluents	SO_4^{2-}	CO_3^{-}	HCO_3^{-}	Cl^{-}
Eau Brute	94.20	0	232	291.10
Lavage filtre à sable	94.0	0	13.2	261.3

Année Universitaire : 2013-2014

Rapport-Gratuit.com

Lavage filtre à CA	**94.20**	**0.4**	**12.48**	**262.7**
Régénération anionique	**1900**	**10.24**	**1.48**	**3124**
Régénération Cationique	**42000**	**0**	**0**	**8.08**

V.3.1.Effluents de lavages des filtres

En faisant une comparaison des caractéristiques de l'eau brute du tableau avec celles des effluents de lavage des filtres, on remarque que les eaux de lavage des filtres ne sont pas polluées, leur pH toujours neutre (6-7) leurs conductivité et composition sont presque identiques à celles de l'eau brute.

La composition des effluents de lavage reste très voisine à celle de l'eau brute, ce qui met en évidence leur réutilisation.

Vu qu'ils ne contiennent en plus que des matières en suspensions, on peut envisager une simple filtration pour la sécurité des installations en aval (pompe, conduites…).

Donc, l'effluent des lavages des filtres à sable et charbon actif évacué à l'état actuel vers égout, respecte les normes imposées sur les rejets(voir Annexe) mais il constitue une perte pour le complexe, avec un volume de 480 m^3/jour qui doit être recyclé et valorisé pour une autre utilisation.

V.3.2. Effluents de la régénération de la résine cationique

Les effluents de régénération des résines cationiques sont très chargés en ions et dépassent de loin les normes de concentrations de l'eau brute, de plus leur pH est acide et leurs conductivités élevées reflètent leur pollution dissoute en minéraux.

Ces effluents contiennent des teneurs faibles en carbonates et bicarbonates, et élevée en magnésium et calcium.

La teneur élevée en magnésium et calcium dans l'effluent cationique renseigne sur la probabilité de formation de tartre, c'est le tartre sulfaté qui aura tendance à se former : les sels de sulfates surtout $MgSO_4$ $CaSO_4$ Na_2SO_4 forment facilement des cristaux précipitables qui pourront boucher les conduites et former d'épaisses couches au fond des bassins et cuves.

V.3.3. Effluents de la régénération de la résine anionique

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

Les effluents de régénération des résines anionique sont aussi très chargés en ions et dépassent de loin les normes de concentrations de l'eau brute, de plus leur pH est basique et leurs conductivités élevées reflètent leur pollution dissoute en minéraux.

La teneur en Cl^- dépasse les normes dans l'effluents anionique 3124mg/l contre 291mg/l dans l'eau brute. Cette teneur est susceptible d'avoir un effet néfaste sur les installations en causant une corrosion des conduites et équipements.

Les concentrations en sulfates et silice sont très élevées par contre celles des carbonates et bicarbonates sont très faibles.

V.3.4.Impacts des effluents liquides sur l'environnement

Les analyses des effluents effectuées au laboratoire central ont montré des teneurs élevées en certaines substances dissoutes précisément en sulfate et en silice ce qui a pour conséquence quelques effets négatifs sur l'environnement.

-Le principal effet est de troubler l'eau, diminuant ainsi le rayonnement lumineux indispensable pour une bonne croissance des végétaux au fond des océans

-Détérioration de biodiversité et extinction de certain éspéces

-Perte de la vie aquatique

-Des maladies hydrique et des cancérigène

VI) Proposition de méthode pour la gestion des effluents au niveau de la station TED

VI.1.Pour les effluents de lavages des filtres

Les analyses en laboratoire ont prouvé que les effluents issus des lavages des filtres à sable et charbon actif ne sont pas chargés, d'autre part il y'a une très grande perte pour le complexe vu le volume journalier évacué vers égout (480 m^3), et aussi le besoin en eau pour les différents ateliers, c'est pour cela qu'on a vu nécessaire de les réutiliser en les amenant de la sortie des filtres vers le bassin d'alimentation en eau brute par une simple coagulation-floculation suivie d'une décantation et une filtration.

- ✓ **La coagulation**

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques, la coagulation donc va permettre de supprimer les répulsions liées à

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

l'électronégativité des colloïdes. Cette opération est réalisée en ajoutant des sels métalliques qui vont se lier aux colloïdes et les neutraliser.

- ✓ **La floculation**

La floculation permet une agglomération des particules colloïdales. Du fait de leur faible poids, les particules seules ne peuvent pas se décanter .En créant des agglomérats (appelés flocs), on augmentera significativement le poids des particules, qui auront de ce fait une masse suffisamment importantes pour pouvoir se décanter. Cette opération est réalisée en ajoutant un polymère qui va jouer le rôle de colle entre les colloïdes.

- ✓ **Décantation**

La décantation de l'eau est un procédé de séparation de l'eau avec, soit un autre liquide non-miscible (c'est-à-dire qui ne se mélange pas à l'eau) et de densités différentes, soit de solides insolubles en suspension dans l'eau. La décantation de l'eau est un procédé naturel qui dépend de la gravitation.

Si on laisse reposer un liquide contenant des particules en suspension, on observe que sous l'action de la gravitation et de la poussée d'Archimède les particules tombent vers le fond ou remontent à la surface selon leur densité et leur diamètre. Lorsque la décantation est difficile ou lorsque l'on veut accélérer le processus on peut utiliser la centrifugation qui utilise la force centrifuge au lieu de la gravitation.

- ✓ **Filtration**

La filtration c'est l'étape finale après décantation, qui s'effectue en plaçant un filtre à tamis qui assure l'élimination de toutes les particules décantés pour qu'il rejoigne ainsi le réseau d'eau brute pour entrer par la suite dans une nouveau cycle de production.

VI.2.Pour les effluents de régénération des résines

D'après les essais effectués des effluents de régénération, il s'avère impossible de les réutiliser car ils sont de mauvaise qualité, vu le pH très acide et le taux élevé des sulfates dans l'effluent. Dans ce cas, on propose l'utilisation de l'osmose inverse comme procédé de déminéralisation de l'eau au lieu d'installer des unités de traitement de l'effluent, ces unités viendront remplacer les résines échangeurs d'ions.

VI.2.1.Définition de l'osmose inverse

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

L'osmose inverse est un procédé de séparation en phase liquide par perméation à travers des membranes semi-sélectives sous l'effet d'un gradient de pression. L'écoulement s'effectue en continu tangentiellement à la membrane. Une partie de la solution à traiter (débitQ0) se divise au niveau de la membrane en deux parties de concentrations différentes:

- une partie (débit Qp) passe à travers la membrane (perméat)
- une partie qui ne passe pas à travers la membrane (concentrat ou rétentat) et qui contient les molécules ou particules retenues par la membrane

VI.2.2.Principe

L'osmose est un phénomène naturel qui se traduit par le transfert de solvant à travers une membrane sous l'effet d'un gradient de concentration. Si on considère un système à deux compartiments séparés par une membrane semi-sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes, l'osmose se traduit par un flux d'eau dirigée de la solution diluée en sel vers la solution concentrée de telle façon à obtenir deux milieux de concentration uniforme.

Si on applique une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Avec une pression suffisamment forte, le flux d'eau va même s'annuler et il n'y aura plus de transfert de part et d'autre de la membrane semi-perméable cette pression est nommée la pression osmotique π.

Donc l'osmose inverse consiste à appliquer une pression P plus élevée que la pression osmotique π sur le milieu le plus concentré. Ainsi on observe un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est le phénomène d'**osmose inverse.**

VI.2.3. Justifications sur le choix de la méthode

La méthode d'osmose inverse est une méthode très efficace pour le traitement des eaux, car elle produit une eau de très bonne qualité, ainsi elle n'utilise pas des produits chimiques dangereux au cours du processus, ce qui réduit l'impact des rejets des effluents sur l'environnement. L'avantage particulier de la technologie d'osmose inverse par rapport à d'autres méthodes réside dans le fait qu'en plus de l'enlèvement de minéraux dissous ; les bactéries, les germes, les particules, et les substances organiques dissoutes sont également séparées.

Année Universitaire : 2013-2014

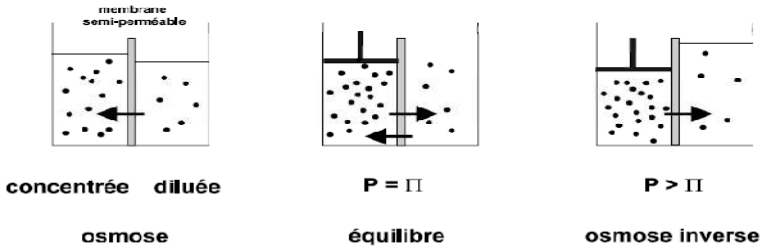


Fig.26 : Principe d'osmose inverse

VII) Conclusion

Les résultats obtenus suite aux analyses physico-chimiques des effluents de la station TED, montrent que les eaux de lavage des filtres sont de bonne qualité. Même s'ils ne contiennent en plus que des matières en suspension, on peut les recyclés par une simple coagulation-floculation, suivie d'une décantation et une filtration.

Par contre celle des effluents de régénération sont de mauvaise qualité, vu leur composition chimique qui dépasse les normes, alors il s'avère impossible de les réutiliser, ce qui nous laisse à penser à un traitement par osmose inverse comme procédé de déminéralisation de l'eau au lieu d'installer des unités de traitement de l'effluent, et qui est très efficace que les résines échangeuses d'ion.

Année Universitaire : 2013-2014

Conclusion générale

Le processus de traitement des eaux douces joue un rôle très important dans la production des différents types d'eau. Cette eau passe par plusieurs étapes, tels que la filtration et la déminéralisation en utilisant la méthode de résine échangeuses d'ions .Cette méthode est efficace car elle permet de diminuer la conductivité de l'eau de 1200us/cm jusqu'à une valeur inferieur à 10us/cm, ce qui prouve un bon fonctionnement des résines. L'utilisation de cette méthode répond aux besoins des différents ateliers du complexe MPIII et IV en énergie électrique ainsi en eau potable.

Au terme des différents analyses effectuées au laboratoire local de TED on conclue qu'il y a une conformité des paramètres physico-chimique des eaux potables produites au niveau de la station de traitement d'eau douce avec les lignes directrices fixées par les normes marocaine *(NM 03.7.00).* Cette eau destinée à la consommation humaine ne présente donc aucun danger pour les employés de la plateforme Maroc Phosphore III & IV Jorf Lasfar.
Cette conformité est de même pour la production d'eau déminéralisée et l'eau filtrée qui ne représente aucun risque pour les installations des unités phosphoriques, sulfuriques et celle des engrais, qui exigent une qualité d'eau pure et déionisée dans le processus de production.

En ce qui concerne des effluents de la station TED, les résultats obtenus suite aux analyses physico-chimiques montrent que les eaux de lavage des filtres sont de bonne qualité. Même s'ils ne

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

contiennent en plus que des matières en suspension, on peut les recyclés par une simple coagulation-floculation, suivie d'une décantation et une filtration.

Par contre celle des effluents de régénération sont de mauvaise qualité, vu leur composition chimique qui dépasse les normes, alors il s'avère impossible de les réutiliser, ce qui nous laisse à penser à un traitement par osmose inverse comme procédé de déminéralisation de l'eau au lieu d'installer des unités de traitement de l'effluent, et qui est très efficace que les résines échangeuses d'ion.

Année Universitaire : 2013-2014

Références bibliographiques

[1] Belts D., 1991 : Industrial water conditioning

[2] Degrémont K., 1991 : Water treatment handbook

[3] Document interne du groupe OCP (fiche technique), secrétariat

[4] Groupe OCP., 2012 : Production et distribution des eaux industrielles, *CIJ/PI/PU Code : IT-PPS–04-05Version.*

[5] HAKMI A., 2006 : Traitement des eaux ¨traitement de l'eau de source Bousfer ORAN¨.Université des sciences et de la technologie Oran.

[6] Manuel de description de la station TED « OTV »

[7] Normes Marocaines. Eau d'alimentation Humaine (NM 03.7.001 SNIMA)

[8] Norme N.F 90-008de Février 2001 : Méthode d'analyse des eaux ; Détermination du pH.

[9] Norme N.F En 27888 janvier Méthode d'analyse des eaux ; Détermination de la conductivité électrique.

[10] NF EN ISO 17294-1 Janvier 2007; Analyses de l'eau par ICP

Wébographie

http://www.techniques-ingenieur.fr/boutique/traitements-des-effluents-liquides.html

http://www.3.ac-poitiers.fr/sc_phys/prog/premiere/naturelles.pdf

http://www.eaudemineralisee.net

http://www.ocpgroup.ma/excellence-mondiale/partenariats-cles/jorf-lasfar-phosphate-hub-jph

http://www.lenntech.fr/francais/chaudiere/moussage-primage.htm

http://www.crdp-montpellier.fr/ressources/examens/sujets/03/320/3430100/E6/U61-2ann.pdf

http://www.water.gov.ma/index.cfm?gen=true&ID=80&ID_PAGE=206

http://eduscol.education.fr/rnchimie/gen_chim/triboulet/rtf/osmose_inverse.pdf

Année Universitaire : 2013-2014

ANNEXES

Annexe 1: Les normes de qualité de l'eau de consommation humaine NM 03.7.001 (SNIMA)

Paramètres à analyser	Expression des résultats	VMA
Température	°C	25
pH	Unité de pH	6,5<pH<8,5
Turbidité	NTU	5
Conductivité	µs/cm à 20°C	2700
Ammonium	NH4: mg/l	0.5

Année Universitaire : 2013-2014

Nitrites	NO2: mg/l	0.5
Nitrates	NO3 : mg/l	50
Chlorure	Cl : mg /l	750
Chrome	Cr : µg	50
Cuivre	Cu : mg /l	2
Cyanure	CN : µg/l	70
Fer	Fe : mg /l	0,3
Fluorure	F : mg/l	1,5
Manganèse	Mn : mg/l	0,5
Mercure	Hg : µg/l	1
Nickel	Ni : µg/l	20
Oxydabilité au KMNO4	O_2 : mg/l	5
Oxygène dissous	O_2: mg/l	5<O2<8
Plomb	Pb : µg/l	10
Sulfate	SO_4 : mg/l	400
Zinc	Zn : mg/l	3

Annexe2 :Tableau besoins en eau filtrée, potable, et desiliciée pour l'année 2011

Mois	Eau filtrée (m3)	Eau potable (m3)	Lavage filtres (m3)	Eau désiliciée (m3)
janv-11	341 631	14 827	13 455	313 349
févr-11	305 300	11 590	12 351	281 359
mars-11	331 286	15 454	13 683	302 149
avr-11	314 791	16 508	13 644	284 639
mai-11	337 575	24 691	13 687	299 197

Année Universitaire : 2013-2014

Rapport-Gratuit.com

juin-11	**349 768**	34 649	13 552	**301 567**
juil-11	**363 874**	34 324	13 445	**316 105**
août-11	**347 600**	31 498	14 167	**301 935**
sept-11	**328 040**	21 207	14 177	**292 656**
oct-11	**356 961**	20 982	13 900	**322 079**
nov-11	**321 483**	17 445	13 948	**290 090**
déc-11	**326 409**	16 426	14 304	**295 679**
Total	**4 024 718**	**259 601**	**164 313**	**3 600 804**

Annexe 3 : Loi N° 10-95 portant sur l'eau, promulguée par le Dahir N° 1-95-154 du 18 Rabii I 1416 (16 Août 1995)

La loi 10-95 portant sur l'eau prévoit les dispositions légales et réglementaires pour la gestion intégrée des ressources en eau. De plus, la mise en place d'un arsenal juridique portant sur la lutte contre la pollution et l'instauration de sanctions pour lutter contre les infractions constituent les points forts de cette loi. Les déversements ayant pour conséquence de porter atteinte à la qualité des ressources en eau sont interdits au même titre que toutes les nuisances mettant en péril la santé et la sécurité publique. Les déversements qui sont soumis à l'octroi d'une autorisation et au paiement d'une redevance doivent se faire dans des conditions définies par la loi. Celle-ci introduit le concept du pollueur payeur.

On cite au passage, le Dahir du 26 Mai 1916, qui vise à protéger spécialement les eaux destinées à l'alimentation. Cette loi a été complétée par plusieurs décrets et arrêtés notamment ceux relatifs à la Loi 10-95 :

- Décret N° 2-97-487 fixant la procédure d'octroi des autorisations relatives au domaine public hydraulique.

Année Universitaire : 2013-2014

- Décret N° 2-97-488 relatif à la composition et au fonctionnement des commissions préfectorales et provinciales de l'eau.
- Décret N° 2-04-553 relatif aux déversements, écoulements, rejets dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines.
- Décret N° 2-97-489 relatif à la délimitation du domaine public hydraulique, à la correction des cours d'eau et l'extraction des matériaux.
- Décret N° 2-97-787 relatif à l'utilisation des eaux usées fixe les conditions de l'autorisation d'utilisation des eaux usées épurées délivrée par l'Agence du Bassin Hydraulique ainsi que les modalités d'octroi du concours financier de l'état lorsque l'utilisation de ces eaux permet de réaliser des économies d'eau et de préserver les ressources en eau contre la pollution.

D'autres textes et lois existent pour combler tout vide législatif dans ce domaine, on cite en outre :

- Décret N° 2-05-1326 du 29 Joumada III 1427 (25 juillet 2006) relatif aux eaux à usage alimentaire.
- Norme marocaine N° 03-07-00 fixant les valeurs limites de la qualité des eaux d'alimentation humaine.
- Décret N° 2-05-1533 du 14 moharrem 1427 (13 février 2006) relatif à l'assainissement autonome.

Annexe 4 : Les équipements de protections individuelles

Partie a protégé	les risques	Equipements nécessaires.
Le corps	Poussière	Les vêtements de travail : blouse, combinaison.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Faculté des Sciences et Techniques - Fès
B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
212 (0) 535 60 29 53 Fax : 212 (0) 535 60 82 14

les mains	Coupures, brûlures	les gants en cuir
les pieds	chutes d'objets chocs, brûlure objets pointus	Chaussures bottes.

Année Universitaire : 2013-2014