

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-
DIOULASSO

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE EN
SCIENCES ET TECHNOLOGIES

GENIE BIOLOGIQUE

SOCIETE NOUVELLE HUILERIE ET
SOVONNERIE SNCITEC

COORDONNEES DE LA STRUCTURE

(226) 20-97-50-51/52



RAPPORT DE FIN DE CYCLE

Pour obtenir la

LICENCE PROFESSIONNELLE DE GENIE BIOLOGIQUE

Spécialité: AGROALIMENTAIRE

Présentée par

SANOGO YOUSOUF

Sur le thème :

**CONTRIBUTION A L'ANALYSE
DIAGNOSTIQUE DU TRAITEMENT DE
L'EAU DE CHAUDIERE A LA SNCITEC**

Sous la direction de :

Maître de stage : Mr KONATE ABDOULAYE

Directeur de rapport : Dr MILLOGO YOUNOUSSA

Stage effectué du 30/01/2016 au 31/03/2016

Année universitaire : 2014 - 2015

Sommaire

DEDICACE.....	IV
REMERCIEMENT	IV
REMERCIEMENTS	V
AVANT- PROPOS	VI
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
RESUME.....	IX
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : LES GENERALITES	2
I-PRESENTATION DE LA STRUCTURE DE LA SNCITEC	3
1- HISTORIQUE.....	3
2- LES OBJECTIFS DE LA SNCITEC.....	4
II- ETUDE DES ETAPES DE TRANSFORMATION DE LA MATIERE PREMIERE EN HUILE:.....	4
GRAINE DE COTON.....	4
1-LA RECEPTION ET DE STOCKAGE DES GRAINES DE COTONS	4
2-ATELIER DE NETTOYAGE ET DE DECORTICAGE DESGRAINES	5
2.1- Le nettoyage.....	5
2.2- Le décorticage des graines	5
3-ATELIER D'EXPANSION	5
4-ATELIER D'EXTRACTION DE L'HUILE PAR SOLVANT.....	6
5-ATELIER DE RAFFINAGE D'HUILE BRUTE.....	6
6-ATELIER DE CONDITIONNEMENT D'HUILE RAFFINEE	7
III- GENERALITES SUR LE TRAITEMENT DES EAUX DE CHAUDIERES	7
1-HISTORIQUE DES CHAUDIERES.....	7
2-LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUDIERES.....	8
3-TRAITEMENT DE L'EAU BRUTE.....	9
3.1- BASSIN DE DECANTATION	9
3.2- DEFERRISATION	9
3.3- LES FILTRES A SABLES	10
3.4- LES ADOUCISSEMENTS	10
3.5- LES FILTRES FLUIDES	11
3.6- L'OSMOSEUR INVERSE	11
3.7- BACHE ALIMENTAIRE.....	11
3.8- DEGAZEUR THERMIQUE	12

IV- CARACTERISTIQUES DES EAUX DE CHAUDIERES	12
1- DEFINITION D'UNE EAU PURE	12
2- EAUX INDUSTRIELLES	12
3-COMPOSITION D'UNE EAU BRUTE : EAU DE FORAGE.....	12
4- EAU DE CHAUDIERE.....	13
5-TRAITEMENT DE L'EAU BRUTE.....	13
DEUXIEME PARTIE : MATIERES PREMIERES, METHODES ET PROCEDURES EXPERIMENTALES.....	16
I-MATIERES PREMIERES	17
1-ECHANTILLONNAGE	17
2-MATIERES PREMIERS	17
II-METHODES ET PROCEDURES EXPERIMENTALES D'ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES.....	17
1-Le potentiel Hydrogène (pH).....	17
2-Le fer.....	18
3-Le titre alcalimétrique (TA) et alcalimétrique complet (TAC).....	18
4-Le phosphate	19
5-La silice.....	19
6-La conductivité.....	19
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION	20
I-RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	21
1-Résultats des pH.....	21
3-Résultat du fer	22
4-Résultat d'analyse du taux de silice	22
5-Résultats d'analyse du taux de phosphate.....	23
6-Résultats de la conductivité	23
II-DISCUSSION DES RESULTATS	24
1-Résultats des pH.....	24
2-Résultats des TA et de TAC.....	24
3-Résultats du fer	25
4-Résultats de taux de silice	25
5-Résultats du taux de phosphate	26
6-Résultats de la conductivité électrique.....	26
CONCLUSION GENERALE	27
RECOMMADATIONS.....	28
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
Site web:	30

ANNEXES	30
ANNEXES	31

DEDICACE

**Ce présent rapport est
dédié à:**

Mes parents qui m'ont mis au monde.

**A Mme et Mr KONDE Karimou pour
leur affection parentale qui ont veillé à
mon éducation et n'ont ménagé aucun
effort pour me soutenir dans mes études.**

A tout mes frères et sœurs.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé à la Société Nouvelle Huilerie Citec (SNCitec). Il n'aurait pu être mené à terme sans le soutien indéfectible de nombreuses personnes auxquelles nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre très profonde reconnaissance. Nous adressons notre très sincère remerciement au Directeur Général de la SNCitec **Monsieur Alexandre ZANNA** pour nous avoir donné une suite favorable à notre demande de stage et pour avoir mis à notre disposition les moyens nécessaires à la réalisation de ce travail. Nous voudrions particulièrement remercier :

- **Dr Younoussa MILLOGO**, notre Directeur de rapport qui s'est montré toujours à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire qui n'aurait jamais vu le jour sans le temps qu'il a bien voulu nous consacrer ;
- **A Mr. Abdoulaye KONATE**, chef de production huilerie de la SN Citec, notre maître de stage, pour son encadrement malgré ses multiples occupations et pour avoir guidé avec dextérité à l'élaboration de ce document
- **A Mr Aboubacar DAO**, chef de poste du traitement de l'eau de chaudière, pour ses aimables services dans l'élaboration de ce travail et surtout pour ses conseils ;
- **Au Dr. Sado TRAORE**, Directeur de l'Unité de Formation et Recherche en Science et Technique, pour la formation reçue durant notre cursus universitaire ;
- **Au Dr. Lassina OUATTARA**, Directeur adjoint de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Techniques, pour sa contribution à notre formation
- **Au Dr. Roland MEDA**, responsable de la filière Génie Biologie pour contribution à notre formation ;
- **A Madame Eléonore W OUEDRAOGO**, pour son affection et ses conseils ;
- Le président de l'Université Polytechnique de Bobo (UPB), **Pr Anicet Georges OUEDRAOGO**
- **A tout le corps enseignant et l'ensemble du personnel de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso en particulier à l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences Techniques ;**
- **Nous remercions également tous nos camarades de classe et tous ceux qui nous ont apporté leur soutien d'une manière ou d'une autre.**

AVANT- PROPOS

En septembre 1995, avec la décentralisation de l'enseignement supérieur, il a été transféré à Bobo-Dioulasso, 3 écoles d'enseignement technique supérieur pour former le Centre Universitaire polytechnique de Bobo-Dioulasso en abrégé CUPB. Il s'agit notamment de:

- Institut Universitaire de Technologie (IUT) ;
- Institut de Développement Rural (IDR) ;
- Ecole Supérieure d'Informatique (ESI).

Le Centre polytechnique a pris son autonomie au cours de l'année académique 1997-1998 pour devenir la 2^{ème} université publique du Burkina Faso sous la dénomination d'Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB).

En 2005, deux nouveaux instituts ou écoles ont été créés; il s'agit de l'Institut des sciences exactes et appliquées (ISEA), l'Institut des sciences de la nature et de la vie (ISNV), en 2006 celle de l'Institut supérieur des sciences de la santé (INSSA) et enfin en 2012 la Science Juridique Politique Economique et de Gestion (SJPEG) constituée de Droit et science économique et de gestion. Ainsi ISNV et ISEA se fusionnent pour donner Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies (UFR /ST). L'UFR /ST où nous exerçons notre formation est constituée de 2 filières à savoir: la filière DEUG agronomique devenu de nos jours Sciences Biologique et la filière Génie biologique regroupant trois options à savoir option Agro-alimentaire, option Analyse Biomédicale et option Diététique et Nutrition.

La filière Génie biologique offre une formation professionnelle aux étudiants en ces trois options sur une durée de trois ans accompagnée d'un stage de deux mois semaines en 2^{ème} année. La formation est donc couronnée d'une licence professionnelle à l'issue de la présentation d'un mémoire soutenu devant un jury.

SIGLES ET ABREVIATIONS

CITEC : Comptoir des Industries Textiles et Cotonnières

SN Citec : Société Nouvelle Huilerie et Savonnerie Citec

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

UFR/ST : Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Techniques

pH : potentiel Hydrogène

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

SHSHV: Société des Huiles et Savons de la Haute Volta

CFDT : Compagnie française pour le Développement des Fibres Textiles

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: RESULTATS DES PH DES EAUX ANALYSEES	21
TABLEAU 2 : RESULTATS D'ANALYSES DES TA ET TAC	21
TABLEAU 3 : RESULTATS D'ANALYSE DU TAUX DE FER.....	22
TABLEAU 4: RESULTATS D'ANALYSE DU TAUX DE SILICE.....	22
TABLEAU 5: RESULTAT D'ANALYSE DU TAUX DE PHOSPHATE	23
TABLEAU 6: RESULTAT D'ANALYSE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	23

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. L'EOLIPILE D'HERON [5]	8
--	---

RESUME

L'objectif de ce présent travail est de mener une étude diagnostique sur le traitement des eaux de chaudière. A cet effet les paramètres physico-chimiques influençant sur la qualité de cette eau ont été évalués. Ces différents paramètres ont été : le potentiel hydrogène (pH), le taux alcalinométrique (TA) et alcalinométrique complet (TAC), le fer, la silice, le phosphate et la conductivité. Des échantillonnages ont été réalisés au cours du traitement qui consistait de passer de l'eau brute à eau filtrée, de l'eau filtrée à l'eau adoucie, de l'eau adoucie à l'eau osmosée, de l'eau osmosée à l'eau de Bâche, de Bâche à Babcock et de Babcock à Mock. Les valeurs moyennes obtenues de pH de l'eau brute (6,70) ; de l'eau filtrée (7,25) ; de l'eau adoucie (7,27) ; de l'eau osmosée (6,58) ; de l'eau de Bâche (9,87) ; de Babcock (11,04) et celle de Mock (11,13) respectent la norme GEOCOTON excepté celle de l'eau osmosée. Les valeurs moyennes des TA exprimées en degré faraday (°F) des eaux de Babcock et de Mock sont respectivement 30,57 et 28,99 et les valeurs moyennes des TAC (°F) de ces eaux respectives sont 39,38 et 39,50. Ces résultats sont tous en conformité avec la norme GEOCOTON. Les taux de silice (mg/L) détectée dans les eaux de Babcock et de Mock sont respectivement 22,94 et 23,15. Ces résultats ne respectent pas la norme en vigueur. Les taux de fer (mg/L) dans les eaux filtrées, adoucies, osmosées, Bâche, Babcock et de Mock sont respectivement 0,16 ; 0,05 ; 0,02 ; 0,03 ; 0,06 et 0,05. Ces valeurs obtenues respectent la norme de GEOTON. Les taux de phosphate (mg/L) ainsi déterminés dans les eaux de Bâche, de Babcock et de Mock sont respectivement de 3,18 ; 10,72 et 14,49. Les deux dernières valeurs respectent la norme mais celle de l'eau de Bâche n'est pas conforme à la norme en vigueur. La valeur moyenne de la conductivité électrique (μs) de l'eau osmosée (4,7) est conforme à la norme fixée. Au regard des résultats obtenus, on peut conclure que la chaudière est utilisable dans le traitement des eaux.

Mots clés : Chaudière, Traitement des eaux ; Eaux brutes ; Paramètres physico-chimiques

INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso est un pays pauvre en voie de développement comme la plupart des pays de la région et du tiers monde. Notre pays tire son revenu du travail de la terre surtout, de l'élevage, la cueillette et la pêche. Dans le souci de voir émerger son économie, le Burkina Faso va se lancer dans de nouvelles politiques de développement touchant plusieurs secteurs. C'est ainsi que l'accent a été mis sur le secteur industriel et surtout dans le domaine de l'agroalimentaire. Le cotonnier est une plante du genre *Gossypium* cultivée dans les zones tropicales pour ses graines et ses fibres. Les graines de coton sont très riches en matières grasses et sont utilisées comme matière première pour une production industrielle d'huile de consommation à la SNCitec par une technologie avancée [4]. Au cours des processus de transformation des graines de coton en huile, il est utilisé de la vapeur d'eau. De plus l'eau traitée sert également dans la production d'énergie. Ainsi la production de vapeur est une grande importance dans les industries agroalimentaires. Cependant la production de la vapeur nécessite une transformation thermique de l'eau dans une chaudière. L'installation d'une chaudière dans une industrie agroalimentaire devient donc nécessaire malgré son coût élevé et de ce fait doit être protégé en respectant les caractéristiques d'eau demandées pour son bon fonctionnement [9]. Une chaudière fonctionnant sans le respect de son principe de fonctionnement génère de mauvaise qualité de vapeur et elle devient une bombe en retardement. C'est face à ces constats que notre étude s'est portée sur le thème intitulé : « **contribution à l'analyse diagnostique du traitement de l'eau de chaudière à la SNCitec** ». L'objectif général de notre étude est de contribuer à l'analyse diagnostique du traitement de l'eau de chaudière dans le but de produire une eau présentant les caractéristiques de la chaudière afin de produire une bonne qualité de la vapeur. Et les objectifs spécifiques sont d'analyser les paramètres physico-chimiques qui influencent le traitement, neutraliser ces éléments perturbateurs et vérifier la conformité des valeurs des paramètres analysés avec les consignes de production établis par la norme GEOCOTON

Le rapport de fin de cycle est structuré comme suit :

- la première partie présente la structure d'accueil et les généralités sur le thème abordé ;
- la deuxième partie expose les matériels et méthodes;
- et la troisième partie présente les résultats suivis de leur discussion.



PREMIERE PARTIE : LES GENERALITES

2- LES OBJECTIFS DE LA SNCITEC

De sa création en 1941 la SNCitec s'est donné pour objectif principal le développement du secteur agroalimentaire par la transformation des graines de coton pour la production d'huile de consommation et pour la production des savons de ménage. Au sein la société il y'a trois grandes activités :

- **Huilerie** : La matière première de cette activité est la graine de coton provenant de SOCOMA et de la SOFITEX. Il découle de cette activité une huile alimentaire propre à la consommation humaine de marque « Savor ». La société à une capacité de production d'huile végétale raffinée de 20 000 tonnes /an cette huile est commercialisée sur le plan national et sous régional.
- **Pelletisation** : dans l'esprit rien ne se perd, rien ne se crée mais tout se transforme; c'est ainsi qu'après production d'huile de consommation les résidus obtenus appelés farines sont transformés en tourteaux et en aliment bétail pour la consommation des animaux.
- **Savonnerie** : La société SN Citec produit du savon de ménage à partir de corps gras végétal (beurre de karité, acide gras de palme, palmiste et du coprah). Ce savon est obtenu par procédé de saponification en discontinu suivi d'une chaîne de finition. La société produit 6000tonnes/an de savon de ménage vendu principalement sur le marché national surtout.

II- ETUDE DES ETAPES DE TRANSFORMATION DE LA MATIERE PREMIERE EN HUILE:

GRAINE DE COTON

1-LA RECEPTION ET DE STOCKAGE DES GRAINES DE COTONS

Cet atelier constitue le début de la chaîne de production de l'huile. C'est à ce niveau que la graine de coton est reçue et doit être stockée en contrôlant l'humidité. Ainsi pour une humidité inférieure (<6%), la graine peut être stockée dans les silos sans problème. Pour une humidité supérieure (>6%), la graine est envoyée directement dans la trémie 80tonnes pour l'alimentation de l'usine ou un stockage sur terrasse à l'air libre[2].

2-ATELIER DE NETTOYAGE ET DE DECORTICAGE DESGRAINES

2.1- Le nettoyage

Le nettoyage a pour but d'éliminer les matières sans valeur alimentaire ni pour l'homme ni pour les animaux et qui sont susceptibles de gêner les opérations ultérieures. Ainsi, la présence d'éléments étrangers dans les graines de coton justifie l'usage du nettoyage. Le poste de nettoyage de la SNCitec comporte trois (03) nettoyeurs de même type qui permettent de retirer dans les graines, les linters, les grosses particules, les morceaux de ficelle et de séparer les petites particules (pierres, morceaux de bois, sable) et possèdent aussi des fonds ramasseurs qui récupèrent tout ces impuretés pour les acheminer hors du nettoyeur.

2.2- Le décortilage des graines

Le décortilage consiste à briser la graine grâce à un couplage stator/rotor tous muni de découpeaux spéciaux afin de libérer l'amande. Avant l'arrivée au système stator/rotor, un aimant permet de retenir les corps magnétiques échappés au nettoyage [3]. Les graines décortiquées passent à travers un porte-tamis à fond ramasseur qui assure la séparation des coques et des amandes. A la sortie de la séparation, les coques sont aspirées par un cyclone qui les achemine dans un batteur de coques pour extraire les morceaux d'amandes se trouvant dans leur coque sont brisée. Les amandes sont conduites à l'expandage et les coques sont conduites vers la chaufferie d'une part et d'autre part vers la pelletisation.

3-ATELIER D'EXPANDAGE

A ce niveau les amandes subissent trois grandes opérations :

- **Aplatissage des amandes** : l'aplatissage a lieu lors du passage de l'amande entre les mailles constituées par les deux cylindres appelés rouleaux de l'aplatisseur. On obtient ainsi de la farine d'amandes fine. Ce broyage permet également de rompre la membrane cellulosique des cellules oléifères contenant la matière grasse.
- **La cuisson de la farine d'amandes** : Elle a lieu dans un appareil de forme cylindrique verticale appelée cuiseur, il est constitué de cinq (05) compartiments de chauffage avec des températures différentes allant respectivement de 55 à 85°C. La cuisson permet de doser l'humidité de l'amande entre 3,5 et 5% soit par ajout d'eau (0-150L/h) ou par l'évaporation. A la sortie du cuiseur, on obtient une farine chaude et luisante de 85°C.

- **L'expandage de la farine cuite** : la farine cuite est reçue dans l'expandeur à l'aide d'une goulotte d'alimentation où elle subira un malaxage par ajout d'eau, de la vapeur et un contrôle de la température. A la sortie de l'expandeur on obtient un produit appelé collet d'une température de 105°C [4]. Cette opération de libérer l'huile contenue dans les différentes cellules. A la fin les collets sont refroidis à 40°C avec une humidité inférieure ou égale à 7%.

4-ATELIER D'EXTRACTION DE L'HUILE PAR SOLVANT

Les collets arrivent dans un extracteur où ils seront arrosés à contre-courant par de l'hexane pour extraire l'huile qu'ils contiennent. On obtient un liquide appelé miscella qui est un mélange d'huile et d'hexane. Le miscella subira une distillation à 100°C pour faire évaporer l'eau et l'hexane afin d'obtenir de l'huile brute. A l'issue de l'extraction, la farine résiduelle est désolvantée (évaporation de l'hexane) avant d'être conduite à la pelletisation pour la fabrication de tourteaux et d'aliment de bétail.

5-ATELIER DE RAFFINAGE D'HUILE BRUTE

Il a pour but d'éliminer tout ou partie de ces composés plus ou moins indésirables. Le raffinage se déroule en trois grandes opérations: la neutralisation, la décoloration et la désodorisation [5]:

- **la neutralisation** : au cours de cette étape est injecté de l'acide phosphorique (phase de la déémulsion) dans le miscella qui permet d'éliminer les composés phosphorés et les phospholipides et aussi la séparation de certains acides gras libres ; on injecte enfin de la soude (phase de la neutralisation) qui élimine les acides gras. Après maturation dans les maturateurs, on obtient du miscella neutre à l'issue de la séparation dans les séparateurs qui subira une distillation pour donner l'huile neutre.

- **la décoloration** : La décoloration se fait en mélangeant l'huile neutre avec de la terre décolorante (naturelle ou activée). Elle commence dans un « bac à terrage » et se poursuit dans le décolorateur. Un échangeur installé à l'entrée du décolorateur permet de chauffer l'huile jusqu'à 90-120°C environ. Une agitation ou un malaxage permet de réduire le temps de réaction; l'opération a lieu sous vide. La terre décolorante agit par adsorption avec l'huile. Elle attire à sa surface aussi bien les molécules de la substance dissoute que celles des solvants et les condense. Après filtration dans les filtres Niagara, les produits colorants tels que les

caroténoïdes, la chlorophylle et ses produits de décomposition, les pigments et certains agents toxiques comme les pesticides restent dans la terre et on obtient de l'huile décolorée.

- **la désodorisation** : Après filtration, l'huile décolorée accède à la désodorisation. La désodorisation se fait à très haute température (200°C) et doit se passer dans de bonnes conditions car c'est la dernière phase du raffinage. En effet, les composés odorants et certains composés colorants sont de très faible proportion dans l'huile décolorée et ont un point d'ébullition faible comparativement à celui de l'huile. Le chauffage à haute température diminue leur viscosité, les rend plus fluides et seront aspirés hors de l'huile par le vide.

6-ATELIER DE CONDITIONNEMENT D'HUILE RAFFINÉE

L'huile raffinée arrive au niveau du conditionnement. On ajoute de la vitamine A afin qu'elle soit plus riche. Ainsi l'huile est conditionnée dans des bidons de 20 et de 5L.

III- GENERALITES SUR LE TRAITEMENT DES EAUX DE CHAUDIERES

1-HISTORIQUE DES CHAUDIERES

La chaudière est un dispositif permettant de chauffer l'eau et de produire de la vapeur si l'eau est chauffée au-delà de la pression atmosphérique[5].

Industriellement, on utilise les chaudières pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement des procédés. La source de chaleur peut-être fournie par un combustible (gaz, fioul, charbon...) ou une résistance électrique.

L'idée d'utiliser la vapeur comme force motrice remonte au premier siècle après JESUS CHRIST avec l'invention de l'éolipile par Héron d'Alexandrie. L'éolipile d'Héron est présenté sur la figure I.1. Mais ce n'est véritablement qu'à partir de la fin du 17^{ème} siècle que les ingénieurs ont développé les machines à vapeur modernes. En 1800, l'ingénieur américain Evans mis au point la première chaudière à tubes de fumée qui servit dans les premières locomotives. La nécessité d'avoir des débits et pressions de vapeur importants aboutit en 1867 à la mise au point de la chaudière à tubes d'eau par les ingénieurs américains Babcock et Wilcox [5].

Depuis, celles-ci se sont sans cesse perfectionnées permettant d'avoir notamment des rendements de 90,0 %.



Figure 1. L'éolipile d'Héron [5]

2-LES DIFFERENTS TYPES DE CHAUDIERES

Les générateurs de vapeur peuvent être classés selon divers paramètres. On distingue notamment:

- **les générateurs de vapeur à tubes de fumée** : ce sont des générateurs de vapeur où les gaz de combustion passent à l'intérieur de tubes submergés dans l'eau. Ces générateurs de vapeur sont largement utilisés dans les installations industrielles et commerciales, beaucoup plus dans les locomotives. Un générateur de vapeur à tubes de fumée moderne peut produire de la vapeur à pression jusqu'à 25 bars (basse et moyenne pressions), et un débit de 1 à 25 tonnes/h. Ces générateurs de vapeur peuvent utiliser du gaz naturel, de l'huile ou du combustible solide. Le transfert de chaleur entre les tubes et les gaz de combustion se fait principalement par le mode de convection[6].
- **les générateurs de vapeur à tubes d'eau** : c'est un type de générateur de vapeur dans lequel l'eau circule dans les tubes qui sont chauffés extérieurement par les gaz de combustion. Ces générateurs de vapeur sont utilisés dans les grandes installations industrielles et les centrales électriques pour produire de la vapeur à haute pression. Ils

utilisent comme combustible du gaz, de l'huile ou du combustible solide. Les générateurs de vapeur à tubes d'eau possèdent en général deux réservoirs ou plus, le réservoir supérieur appelé ballon collecteur, et le (ou les) réservoir inférieur appelé ballon distributeur. Les gaz chauds produits par le brûleur sont directement en contact avec les tubes vaporisateurs, à l'intérieur de ceux-ci se produit la vaporisation. La vapeur ainsi générée est collectée dans le ballon supérieur. Le transfert de chaleur entre les tubes et les gaz de combustion se fait principalement par radiation contrairement à la chaudière à tubes de fumées, où le transfert de la chaleur se fait par convection entre les gaz de combustion (fumées) et les tubes. Les gaz de combustion peuvent être aussi utilisés dans le préchauffage de l'air de combustion et l'eau d'alimentation [6].

3-TRAITEMENT DE L'EAU BRUTE

3.1- BASSIN DE DECANTATION

Au niveau de la SNCitec l'eau utilisée pour le fonctionnement des chaudières provient de deux forages. L'eau provenant de ces forages passe par un tube d'aération où se fait l'élimination naturelle des gaz dissous tel que le CO_2 . A la sortie du tube d'aération l'eau entre dans un bassin de 400 m^3 dans lequel se fait la décantation qui consiste à une élimination des solides non solubles au fond du bassin. Après la décantation l'eau passe dans un filtre à sable pour être filtrée avant d'aller se stabilisée dans le château d'eau. Le pH est un facteur qui influence la décantation.

3.2- DEFERRISATION

Dans les eaux de forages dépourvues d'oxygène, le fer y est présent sous forme dissoute. Le traitement par oxydo-filtration est la technique la plus couramment utilisée et se fait dans un appareil appelé la colonne d'oxydation. L'objectif de la déferrisation est de transformer le fer soluble en fer ferrique minérale par oxydation du fer ferreux, puis le précipité sous forme d'hydroxyde en réglant le pH entre 7,2 et 8,2. De ce fait en amont de la colonne d'oxydation est injectée dans l'eau une solution de soude de concentration de 25Be permettant d'élever le pH et du désinfectant pour limiter l'action destructrice des bactéries souvent présent dans

l'eau. Ainsi dans la colonne d'oxydation se déroule une réaction chimique qui permet la transformation du fer dissout (ions ferreux Fe^{2+}) en ions ferrique (Fe^{3+}) insolubles dans l'eau.

3.3- LES FILTRES A SABLES

Après le traitement dans la colonne d'oxydation, l'eau subit une filtration à sable. En effet en amont des filtres à sables est injecté dans l'eau du flocculant appelé sulfate d'alumine ($Al_2(SO_4)_3$). Ce flocculant a pour rôle de faciliter la filtration en rassemblant les ions ferriques formés sous forme de flocons. Ces flocons sont ensuite éliminés après le passage de l'eau dans les filtres à sable et on obtient de l'eau déferrisée. Le filtre à sable est un appareil cylindrique hermétiquement fermé contenant des granules de sables permettant ainsi la filtration de l'eau et peut facilement être colmaté [7]. De ce fait un système automatique de lavage se déclenche lorsque la différence de pression à l'entrée et à la sortie des filtres dépasse 0,5 bar.

3.4- LES ADOUCISSEMENTS

L'eau déferrisée va subir un adoucissement. L'adoucisseur est un appareil contenant des échangeurs d'ions appelés les résines. Ces résines permettent de retirer dans l'eau les ions calciums (Ca^{2+}) et les ions magnésiums (Mg^{2+}) par un échange d'ions sodiums. Les résines sont donc des composés solides insolubles disposant au sein de leur structure d'ions sodium mobiles. A la fin de l'adoucissement, on obtient une eau adoucie dépourvue d'ions calcium et d'ions magnésium responsables de la dureté de l'eau. Ainsi lorsqu'un volume de résine a libéré tous les ions mobiles dont elle était dotée, l'échange d'ion ne peut plus avoir lieu. La résine est alors dite « saturée » elle a donc perdu son pouvoir d'échange. La résine saturée peut alors soit être purement et simplement remplacée par de la résine neuve, soit subir un traitement qui tendra à lui redonner sa forme chimique d'origine. Un tel traitement est appelé régénération qui consiste à faire percoler sur la résine saturée une solution de sel très riche en ion régénérant (Na^+), de façon à ce que ces derniers se substituent aux ions fixés pendant le cycle de production [8]. Cette régénération se fait automatiquement après un adoucissement de 9000 litres d'eau au niveau de la SNCitec.

3.5- LES FILTRES FLUIDES

Il existe deux types de filtres fluides : les filtres à poche et les filtres à charbon. Après adoucissement, l'eau adoucie passe dans les filtres à poche de 10 μ m qui permet de retenir les particules insolubles échappées lors de la filtration à sable [8]. Ensuite l'eau passe dans deux filtres à charbons actif pour être débarrasser de toute couleur, odeur et goût désagréables. Le charbon actif est un adsorbant ayant la particularité également d'être un réducteur. Au passage de l'eau, il va retenir toutes les molécules organiques par adsorption et réduire les oxydants.

3.6- L'OSMOSEUR INVERSE

L'osmose inverse est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtration très fine qui ne laisse passer que les molécules d'eau. Si l'on dispose de deux solutions de concentration différentes séparées par une membrane filtre, l'eau franchisse celles-ci jusqu'à ce que les concentrations s'équilibrent : c'est le phénomène d'osmose [8]. Cependant, lorsqu'on exerce une pression hydrostatique entre 50 et 80 bar, on dépasse la pression osmotique et on force l'eau à franchir la membrane dans un seul sens : on parle d'osmose inverse. Le procédé utilise une membrane semi-perméable, perméable qu'aux molécules d'eau afin de séparer les solides dissoutes, la matière organique, les virus et les bactéries contenue dans l'eau. L'eau osmosée est donc une eau dépourvue totalement ou quasi-totalement de nitrate, pesticides, virus, microbes, mercure, le plomb et autres métaux lourds ainsi que tout ce qui est dissous dans l'eau. L'eau par osmose inverse est légère et très faiblement minéralisée.

L'eau osmosée entre dans une cuve de stockage avant de continuer dans la bêche alimentaire. A sa sortie dans la cuve est injecté de la soude et du phosphate pour régulariser le pH entre 8,5 – 10.

3.7- BACHE ALIMENTAIRE

C'est une bêche qui permet d'alimenter la chaudière en eau nécessaire pour son fonctionnement. Dans la bêche on élève la température de l'eau jusqu'à 105°C. A l'entrée de la bêche le pH de l'eau doit être régularisé par une injection de la soude et du phosphate. L'eau ne doit jamais manquer dans la bêche alimentaire.

3.8- DEGAZEUR THERMIQUE

C'est un appareil constitué d'une application particulière du stripage, particulièrement réservé à l'élimination de l'oxygène et du gaz carbonique dissous dans l'eau d'alimentation d'un générateur de vapeur [9]. L'élimination de ces gaz se fait en augmentant la température de l'eau jusqu'à 105°C et par ajout d'un réducteur d'oxygène car la concentration d'un gaz dissous est proportionnelle à sa pression partielle dans l'atmosphère au dessus du liquide (Loi de Henry) la solubilité d'un gaz diminue quand la température du liquide augmente.

IV- CARACTERISTIQUES DES EAUX DE CHAUDIERES

L'eau est associée à la vie, et il a été depuis toujours étroitement liée à son développement et son rôle a été d'autant plus important lors de la révolution industrielle ou jusqu'à nos jours, elle est indispensable pour le bon fonctionnement des usines.

1- DEFINITION D'UNE EAU PURE

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur la terre, essentielle pour tous les organismes vivants connus. La formule chimique de l'eau pure est H₂O. L'eau pure est donc une eau dépourvue de toutes impuretés et est formée uniquement de molécule d'eau [9].

2- EAUX INDUSTRIELLES

La qualité et la quantité des eaux utilisées dans l'industrie sont très variables, elles dépendent du type de l'entreprise productrice et de sa taille [10]. Une eau qui va entrer dans un cycle de refroidissement d'une chaudière est moins exigeante que l'eau utilisée dans l'industrie électronique.

3-COMPOSITION D'UNE EAU BRUTE : EAU DE FORAGE

L'eau en général est une solution complexe contenant plusieurs éléments de compositions différentes, qu'on peut classer en 3 catégories [10] :

- **les éléments minéraux** : les cations tels que le calcium(Ca²⁺) , magnésium(Mg²⁺) , potassium(K⁺) , sodium(Na⁺) et le fer ferreux (Fe²⁺) ... et les anions tels que (OH⁻, Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, sulfate(SO₄²⁻), nitrate(NO₃⁻), phosphate(PO₄³⁻),
- **les gaz dissous** : CO₂, O₂.

- **les oligo-éléments** : Le cuivre, zinc, étain, vanadium, titane, molybdène, zirconium, germanium....

L'eau de forage est en général beaucoup riche en fer.

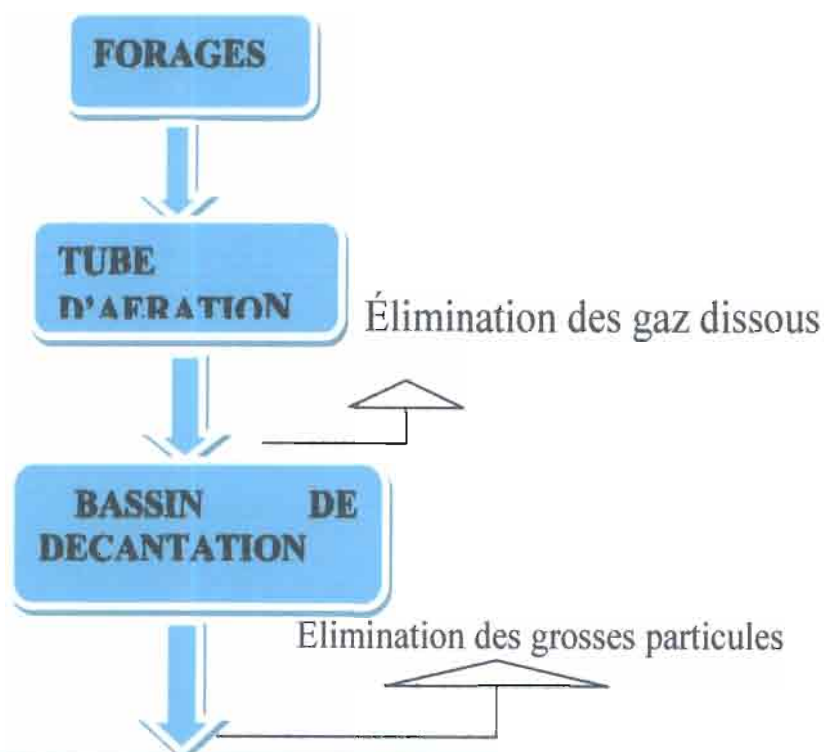
4- EAU DE CHAUDIERE

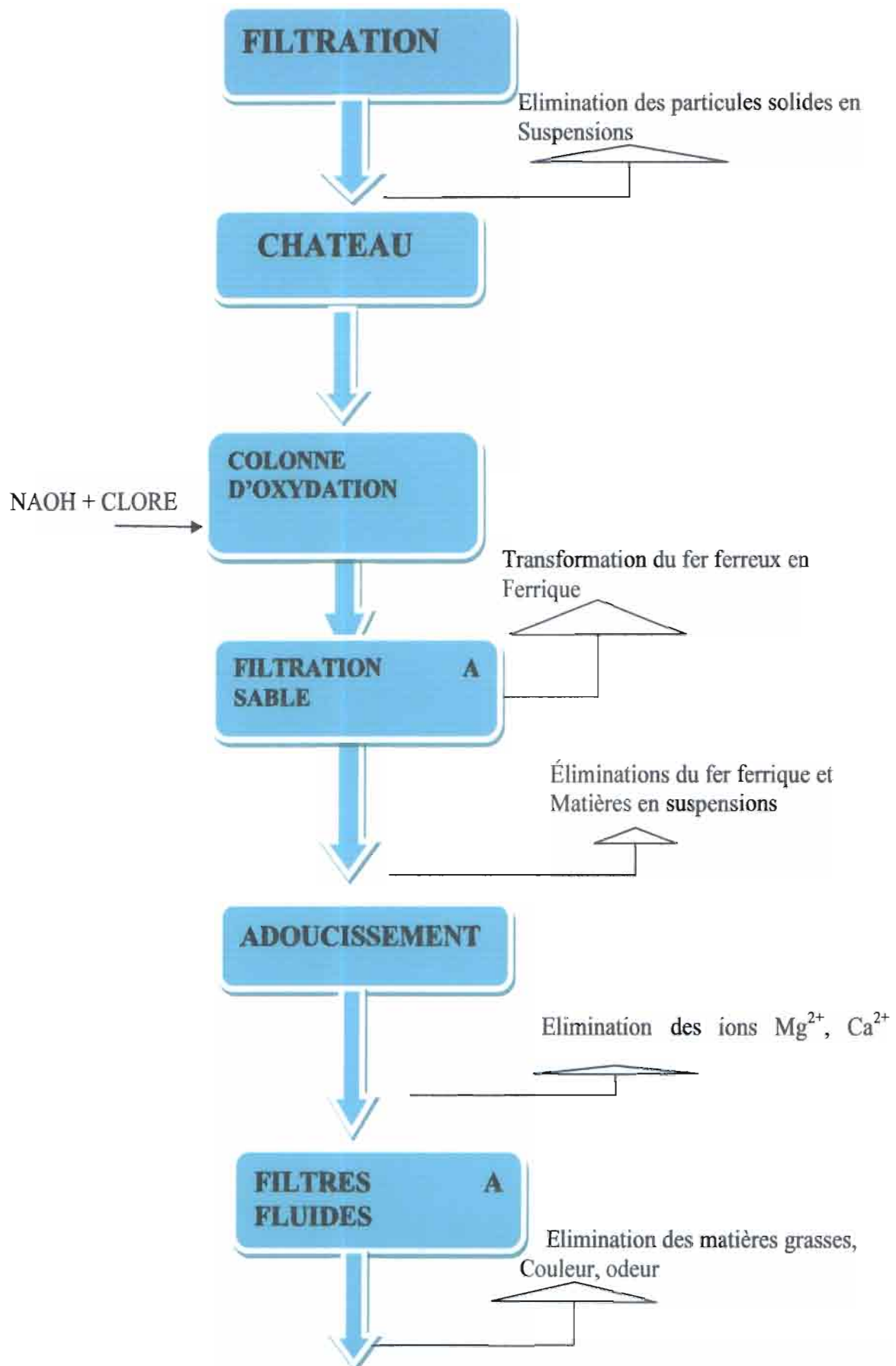
Une chaudière est une unité pour générer de la vapeur. L'eau après évaporation laisse des dépôts au fond de la chaudière. Pour éviter cela n'importe quelle eau ne doit pas être utilisée pour produire de la vapeur. Ainsi une eau de chaudière doit être débarrassée de tous ces composants par un traitement approprié[11]. Au niveau de la SNCitec l'eau utilisée pour le fonctionnement des chaudières est une eau osmosée dépourvue de tous les minéraux de toutes les impuretés.

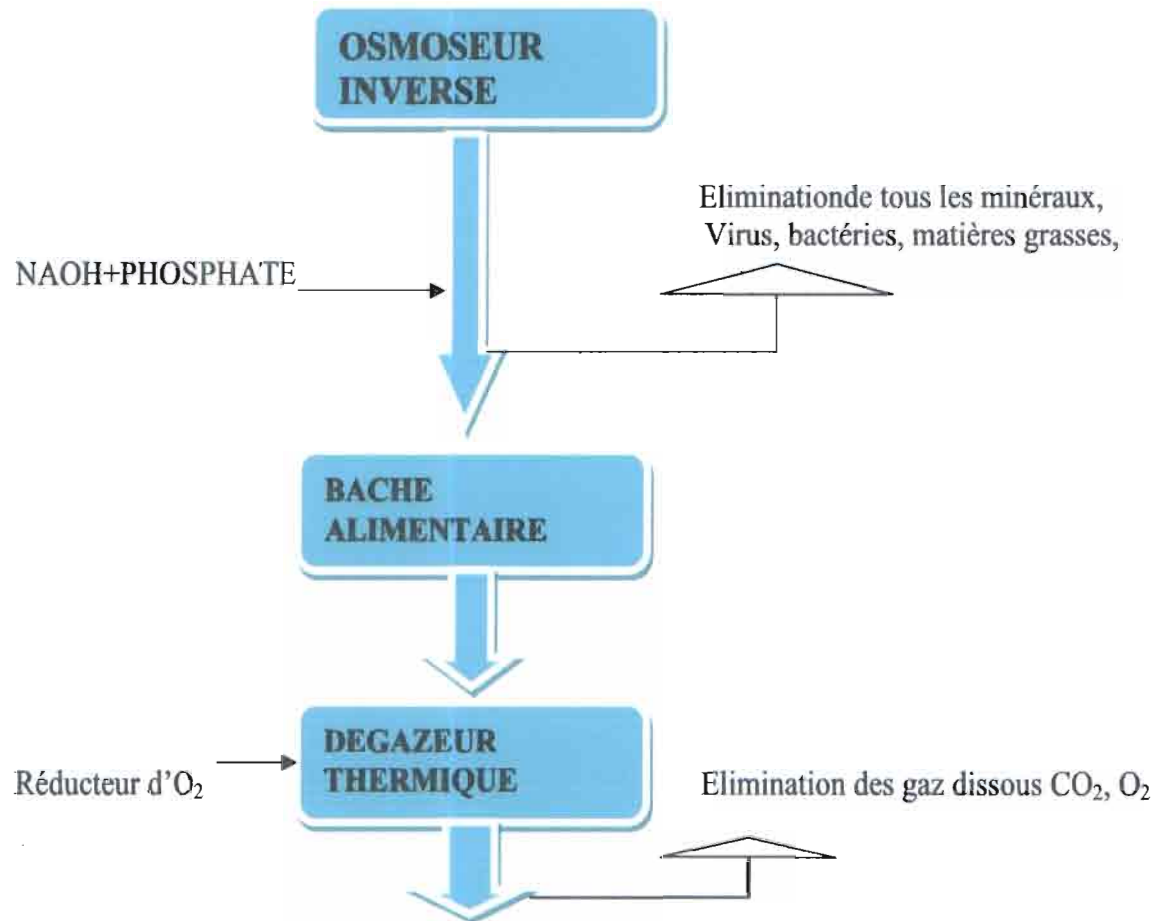
5-TRAITEMENT DE L'EAU BRUTE

A la SNCitec le traitement de l'eau brute suit le diagramme suivant :

DIAGRAMME DE TRAITEMENT DE L'EAU DE CHAUDIERE







DEUXIEME PARTIE : MATIERES PREMIERES, METHODES ET PROCEDURES EXPERIMENTALES

I-MATIERES PREMIERES

1-ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage consiste à prélever chaque jour (matin et soir) 1 litre d'eau suivant chaque étape de traitement pour être analysée au laboratoire. Par jour on prélève deux échantillons de chaque type d'eau. Par définition un échantillon est un fragment ou une petite partie choisie de telle façon qu'il représente fidèlement l'ensemble dont il est extrait.

2-MATIERES PREMIERS

Notre stage s'est effectué du janvier à mars 2016 et consistait à une contribution à l'analyse diagnostique du traitement de l'eau de chaudière. Nous avons fait un traitement de l'eau de chaudière et faire des prélèvements au cours de chaque étape du traitement. Les différentes eaux obtenues deviennent nos matières premières, ce sont :

- L'eau brute: l'eau provenant des forages.
- L'eau déferrisée/filtrée: eau dépourvue d'ions ferreux ensuite filtrée.
- L'eau adoucie: eau dépourvue d'ions calciums et magnésiums.
- L'eau osmosée: eau dépourvue d'ions, bactéries, virus et d'impuretés.
- Eau de bêche alimentaire: eau osmosée stockée pour alimenter les chaudières.
- Eau de Babcock: utilisée pour la production de la vapeur.
- Eau de Mock: pour production de l'électricité.

II-METHODES ET PROCEDURES EXPERIMENTALES D'ANALYSE DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Pour connaître l'efficacité du traitement de l'eau brute, la SNCitec effectue des analyses sur les échantillons d'eau prélevée à chaque étape du traitement. Ces analyses concernent les paramètres physico-chimiques caractéristiques d'une eau de chaudière.

1-Le potentiel Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H_3O^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 et 7 étant le pH de neutralité. Ce

paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

- **Le principe :** mettre le pH mètre en marche en appuyant sur SETUP puis sur MESURE. Ensuite rincer à l'eau distillée la partie qui sera introduit dans l'échantillon puis introduit le et appuyer sur SETUP et sur MESURE. Enfin attendre quelques secondes, après apparition d'ERROR appuyer sur MESURE pour afficher la valeur du pH. On détermine le pH de tous les échantillons.

2-Le fer

La présence de fer dans les eaux souterraines a de multiples origines : le fer, sous forme de pyrite (FeS_2), est couramment associé aux roches sédimentaires déposées en milieu réducteur (marnes, argiles) et aux roches métamorphiques. Il se retrouve souvent à de fortes concentrations dans les eaux des cuirasses d'altération de socle. Il est aussi présent sous forme dissous (Fe^{2+}) présent en quantité élevée dans l'eau de forage.

Principe : prélevé 25ml de l'échantillon dans deux flacon puis ajouté le réactif de fer, IRON PHENANTHROLINE dans l'un et considéré l'autre comme le blanc c'est-à-dire le témoin et attendre 2 minutes pour sa dissolution. Ensuite déposé d'abord le blanc sur le spectro-direct appuyer sur ZERO ensuite placé l'autre flacon puis appuyer sur MESURE et attendre quelques secondes la valeur sera affichée. La quantité de fer s'exprime en mg /L

3-Le titre alcalimétrique (TA) et alcalimétrique complet (TAC)

Le TA et le TAC permettent de mesurer l'alcalinité de l'eau à travers les CO_3^- , OH^- , HCO_3^- . Ils s'expriment degré français (°F).

Principe : on prélève 50 ml dans un bécher puis on introduit un barreau aimanté et placé l'ensemble sur un agitateur magnétique. On met quelques gouttes de phénolphtaléine on obtient une couleur rose pal puis on dose par l'acide chlorhydrique la couleur vire au blanc. Le volume de HCL multiplié par 4 donne la valeur de TA. On ajoute enfin quelques gouttes de méthylorange la couleur devient jaune ocre puis on dose par HCL la couleur vire à violet. Le volume de HCL multiplié par 4 donne la valeur de TAC.

4-Le phosphate

Au cours du traitement de l'eau brute est ajouté le phosphate pour maintenir l'alcalinité suffisante et éviter les phénomènes de corrosion. La concentration de PO_4^{3-} ajoutée ne doit pas dépasser une certaine valeur c'est-à-dire doit être conforme à la norme qui est de 15 à 30 mg/L. Pour cela son taux doit être déterminé après traitement.

Principe : on prélève 1 ml dans deux flacons puis on complète à 25 ml à l'eau distillée, on ajoute le réactif de phosphate dans un flacon et considère l'autre comme le blanc (témoin) et on attend 3 minutes pour sa dissolution. On procède de la même manière comme pour le fer. On multiplie la valeur par 25 pour avoir sa valeur dans 25ml.

5-La silice

La silice est présente dans la plus part des minéraux et dans beaucoup d'algues telles que les diatomées. On la retrouve donc dans les eaux et peuvent présenter des inconvénients majeurs.

La détermination de sa teneur est importante après le traitement.

Principe : on prélève 25 ml dans deux flacons puis on ajoute dans l'un d'abord le réactif de molybdate ensuite le réactif d'acide et on attend 10 minutes pour leurs dissolution. Enfin on ajoute le réactif d'acide citrique et 2 minutes pour sa dissolution. On place le blanc (témoin) dans le spectro-direct puis appuyer sur ZERO ensuite on place l'autre flacon dosé puis on appuis sur MESURE et la valeur s'affiche en mg/L.

6-La conductivité

C'est un paramètre essentiel pour la conduite des chaudières électriques. Elle mesure la quantité des ions dissous dans l'eau. La mesure a été réalisée par un conductimètre dont la capacité de mesure se limite à 15 μs .

Principe : plonger la sonde du conductimètre dans l'échantillon et attendre quelques minutes (5minutes) la valeur s'affiche sur l'écran.



TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

I-RESULTATS DES PARAMETRESPHYSICO-CHIMIQUES

Les valeurs données sont des moyennes des résultats obtenus durant le moi de mars et sont

1-Résultats des pH

Les résultats des pH sont donnés dans le tableau I en fonction des normes de chaque échantillon.

Tableau 1: Résultats des pH des eaux analysées

Echantillon	Eau brute	Eau filtrée	Eau adoucie	Eau osmosée	Eau de bêche	Eau Babcock	Eau mock
Moyenne des pH	6,70	7,26	7,27	8,58	9,88	11,04	11,14
Normes	Pas de norme	7,2-8	7,2-8	7,2-8	8,5-10	11-11,7	11-11,7

L'analyse du ce tableau I montre que les résultats du pH obtenus ont été 11,04 pour l'eau de Babcock et 11,14 pour l'eau de Mock, l'eau de bêche(9,87). Toutes ces valeurs sont conformes à la norme excepté celle de l'eau osmosée qui est hors norme. Le pH de l'eau brute n'est pas comparé à une norme.

comparées aux normes préconisées pour chaque type d'eau traitée à la SNCitec. 2-

Résultats des TA et TAC

Les résultats des TA et TAC sont consignés dans le tableau II et comparés à la norme.

Tableau 2 : Résultats d'analyses des TA et TAC

Echantillon	Eau de bêche	Eau Babcock	Eau mock
Moyenne des TA (°F)	5,18	30,57	28,99
Moyenne des TAC (°F)	10,71	39,38	39,5
Normes de TA (°F)	Pas de norme	17,5-70	17,5-70
Norme de TAC (°F)	Pas de norme	25-100	25-100

L'analyse des résultats de ce tableau (II) montre que la moyenne de TA et TAC de l'eau de Bâche n'est pas comparée à une norme. Les moyennes des TA et TAC des eaux de Babcock sont conformes à la norme préconisée par la SNCitec.

3-Résultat du fer

Les résultats d'analyse du fer sont donnés par moyenne dans le tableau III et comparés à la norme préconisée.

Tableau 3: Résultats d'analyse du taux de fer

Echantillon	Eau brute	Eau filtrée	Eau adoucie	Eau osmosée	Eau de bâche	Eau Babcock	Eau mock
Moyenne du fer	0,18	0,16	0,06	0,03	0,037	0,06	0,06
Norme (mg/L)	Pas de norme	0,2 max	0,2 max	0,2 max	0,2 max	0,2 max	0,2 max

L'analyse de ce tableau (III) montre que la moyenne du fer de l'eau filtrée(0,16), de l'eau adoucie(0,05), de l'eau osmosée(0,02), de l'eau de Bâche(0,03) de l'eau de Babcock(0,06) et de l'eau de Moch(0,05) sont conformes à la norme en vigueur. La moyenne du fer de l'eau brute n'est pas comparée à une norme.

4-Résultat d'analyse du taux de silice

Ces résultats sont donnés en moyenne durant le mois de mars dans le tableau IV et comparés à La valeur de la norme préconisée par la SNCitec.

Tableau 4: Résultats d'analyse du taux de silice

Echantillon	Eau osmosée	Eau de bâche	Eau Babcock	Eau mock
Moyenne des SiO₂ (mg/L)	1,84	6,69	22,94	23,62
Norme (mg/L)	5mg/L	Pas de norme	15mg/L	15mg/L

L'analyse de ce tableau (IV) montre que la moyenne du taux de silice de l'eau osmosée (1,84) est conforme à la norme. Par contre celles de Babcock (22,94) et de Mock (23,62) sont au dessus de la norme. Il faut signaler qu'il n'y a pas de norme en vigueur pour de l'eau de Bâche.

5-Résultats d'analyse du taux de phosphate

Ces résultats sont donnés dans le tableau V avec des valeurs normatives.

Tableau 5: Résultat d'analyse du taux de phosphate

Echantillon	Eau de bache	Eau Babcock	Eau mock
Moyenne des PO_4^{3-} (mg/L)	3,18	10,72	14,49
Norme	15-30mg/L	15-30mg/L	15-30mg/L

L'analyse de ce tableau (V) montre que les valeurs de la moyenne du taux de PO_4^{3-} de l'eau de Bâche(3,18) et celle de l'eau de Babcock(10,72) et aussi celle de l'eau de Moch(14,49) ne sont pas conformes à la norme.

6-Résultats de la conductivité

Ce résultat est donné dans le tableau VI suivant en comparaison avec la valeur de la norme.

Tableau 6: RESULTAT D'ANALYSE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE

Echantillon	Eau osmosée
Moyenne de la conductivité (μS)	4,7
Norme	15 μS max.

L'analyse de ce tableau (VI) montre que la valeur de la moyenne de la conductivité de l'eau osmosée est conforme à la norme. Elle a été déterminée uniquement que dans l'eau osmosée.

II-DISCUSSION DES RESULTATS

1-Résultats des pH

L'analyse de ces résultats montre qu'au cours du traitement durant ce mois de mars, la moyenne des pH de l'eau filtrée(7,25), adoucie(7,27), osmose (6,58), eau de Babcock(11,04), eau de Mock(11,13) et l'eau de bêche(9,87) sont conformes à la norme. Ce qui peut s'expliquer par un bon traitement de l'eau au niveau de poste de traitement. Ce traitement se fait par une injection de la soude en amont de la colonne d'oxydation. De plus ces résultats peuvent s'expliquer par le respect des règles d'analyse au niveau du laboratoire. Cependant la valeur de la moyenne de pH de l'eau osmosée n'est pas conforme, c'est-à-dire n'a pas atteint la norme minimale fixée. Cela peut s'expliquer par le fait qu'au cours de l'osmose inverse bactéries, microbes, virus, calcaire, chlore, nitrates, métaux, produits chimiques et tout polluant sont éliminés et cette élimination peut entraîner une variation du pH. Par ailleurs cela peut être dû soit à une régulation insuffisante, soit au non respect des règles d'analyse au laboratoire. Cependant une régulation insuffisante du pH est à l'origine de la corrosion dans la chaudière. La corrosion est le retour d'un métal à sa forme de minerai provoqué par un pH faible (acide).

Couramment, le pH (potentiel hydrogène) mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- une solution de pH = 7 est dite neutre ;
- une solution de pH < 7 est dite acide ;
- une solution de pH > 7 est basique.

2-Résultats des TA et de TAC

La moyenne des TA et TAC des eaux de Babcock se trouvent dans la norme préconisée par la SNCitec. Cela peut s'expliquer par un bon traitement de l'eau au niveau du poste traitement et est dû également au respect des règles d'analyse au niveau du laboratoire. Cependant la connaissance de Titre Alcalimétrique (TA) et le Titre Alcalimétrique Complet(TAC) nous renseignent sur l'état du pH. Lorsque ceux-ci ne se trouvent pas dans la norme, cela montre que le pH est faible donc entraîne la corrosion. Ainsi les valeurs respectives de TA et de TAC permettent de déterminer la teneur en hydroxydes, carbonates et bicarbonates contenu dans l'eau traitée.

- Si le TA=0, l'eau traitée ne contient que du bicarbonate dont la concentration est égale au TAC enregistré
- Si le TA est inférieur à $\frac{1}{2}$ de TAC, il n'y a pas d'hydroxyde en solution mais des carbonates et bicarbonates. La teneur en carbonate est de 2TA et en bicarbonates TAC - 2TA
- Si le TA est supérieur à $\frac{1}{2}$ de TAC, il ya présence d'hydroxyde et de carbonate. La teneur en hydroxyde est de 2TA-TAC et la teneur en bicarbonate est de 2(TAC-TA).
- Enfin si le TA est égale au TAC, la solution ne contient que des hydroxydes à une concentration égale au TAC mesuré.

3-Résultats du fer

L'analyse des résultats montre que la moyenne du fer de l'eau filtrée(0,16 mg/L), de l'eau adoucie(0,05 mg/L), de l'eau osmosée(0,02 mg/L), de l'eau de Bâche(0,03 mg/L) de l'eau de Babcock(0,06 mg/L) et de l'eau de Moch(0,05 mg/L) sont conformes à la norme. Cela peut s'expliquer par un bon traitement de l'eau au niveau du poste de déferisation. Ces résultats peuvent s'expliquer aussi par le respect des règles d'analyse au niveau du laboratoire. Cependant, lorsque le taux de fer n'est pas compris entre la norme cela entraine l'accumulation en chaudière d'oxydes métalliques qui risquent de former des dépôts poreux, et par suite, de donner lieu à ces phénomènes de corrosion sous dépôts, il convient de veiller à ce que la teneur en oxydes de l'eau alimentaire ne dépasse pas le maximum indiqué.

4-Résultats de taux de silice

L'analyse des résultats montre que la moyenne du taux de silice de l'eau osmosée (1,84 mg/L) est conforme aux valeurs normatives. Ce résultat s'explique par le bon fonctionnement de l'osmoseur inverse et aussi au respect des règles d'analyse au niveau de laboratoire. Par contre celles de Babcock (22,94 mg/L) et de Mock (23,61 mg/L) sont hors norme. Cela s'explique par le pH alcalin de ces trois eaux. En effet les eaux de Babcock et de Mock doivent être suffisamment alcalines pour que la silice présente puisse être maintenue en solution. Au niveau de l'eau de Bâche il n'ya pas de norme. Cependant la concentration en silice est limitée de façon à éviter la formation d'incrustations silicatées par réaction avec la dureté. Dans les installations comprenant une turbine, la silice attendance à se déposer sur les aubages lors de la détente de la vapeur. En effet la solubilité des sels de silice décroît avec une

augmentation de la température, ce qui les fait précipiter dans les circuits de refroidissement et dans les tubes d'eau de chaudière. De plus ces sels sont volatiles et sont en partie entraînés dans la phase de vapeur de l'eau de chaudière.

5-Résultats du taux de phosphate

L'analyse des résultats montre que les valeurs de la moyenne du taux de PO_4^{3-} de l'eau de Bâche(3,18 mg/L) et celle de l'eau de Babcock(10,72 mg/L) et aussi celle de l'eau de Moch(14,49 mg/L) sont hors norme. Cela s'explique par la faible concentration du phosphate injecté. La présence de phosphates permet de maintenir dans l'eau une alcalinité suffisante afin d'éviter les phénomènes de corrosion dus à la présence de soude caustique, et de précipiter sous forme non incrustante la dureté pouvant être introduite en chaudière. Et comme les valeurs de pH de ces eaux respectent la norme alors cette faible concentration de phosphate n'influencera pas négativement sur le traitement.

6-Résultats de la conductivité électrique

L'analyse des résultats montre que la valeur de la moyenne de la conductivité de l'eau osmosée est conforme à la norme. Cela peut s'expliquer par le bon fonctionnement de l'osmoseur inverse et aussi de l'adoucisseur en éliminant tous les ions présents dans l'eau. Cependant lorsque cette valeur dépasse la norme, cela prouve l'existence des charges électriques des ions dans l'eau et aussi une indication rapide de la concentration en sels minéraux dissous. Par conséquent, il y'aura des dépôts en chaudière qui peuvent créer des encrassements ou de la corrosion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] TRAORE M., 2009. Contribution à l'amélioration des paramètres de qualité de l'huile de coton raffinée de la SNCitec. Rapport de fin de cycle en Génie Biologique option agro-alimentaire. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 62 pages.
- [2] KAGONE AA., 2014. Effet du raffinage sur quelques paramètres physico-chimique de l'huile brute de graine de coton. Rapport de fin de cycle en Génie Biologique option agroalimentaire. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 43pages.
- [3] CHEFTEL H,- CHEFTEL J-C., 1976. Introduction a la Biochimie et à la Technologie des aliments, volume1 -11, rue Lavoisier, 75008 Paris-4è trimètre. 787pages.
- [4] GEOCOTON., 2012. Extraction par solvant, DAI/GD. 137pages.
- [5] GHIA V.V « Récupérateurs et régénérateurs de chaleur », Edition Eyrolles, Paris, 1970.
- [6] TP Lycée – Filière Eau et Environnement – Faculté de Sciences et Techniques Limoges (jar-test). « Paramètres physico-chimique de l'eau »2012.
- [7]AMROUNI M.T., « Modélisation de l'écoulement lors de l'ébullition dans un générateur de vapeur », Thèse de Magister, Université d'Annaba, 1998.
- [8]Rapport de Rachad.pdf détection de potentiel et anomalie à la station de traitement des eaux de procès et optimisation de l'ajout de réactif 2012.
- [9] Rapport de D8-5.pdf. Qualité et traitement des eaux de chaudières 2005
- [10] : HECTOR RICARDO HERNANDEZ <Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable> Par De León 2006.
- [11] Rapport de suivid'ajout de réactifs 2010.

Site web:

- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Filtration sur membrane](http://fr.wikipedia.org/wiki/Filtration_sur_membrane) 15 SEPTEMBRE 2016
- [http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement securite-th5/procedes-de-traitement-des-eaux-potables-industrielles-et-urbaines42318210/adsorption-j2730/adsorption-et-adsorbants_j2730niv10001.html#permissions](http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement_securite-th5/procedes-de-traitement-des-eaux-potables-industrielles-et-urbaines42318210/adsorption-j2730/adsorption-et-adsorbants_j2730niv10001.html#permissions), 15 SEPTEMBRE 2016
- <http://www.drinking-water.org/html/fr/Treatment/Coagulation-Flocculation-technologies.html>



ANNEXES



Figure 1 : Image de filtres

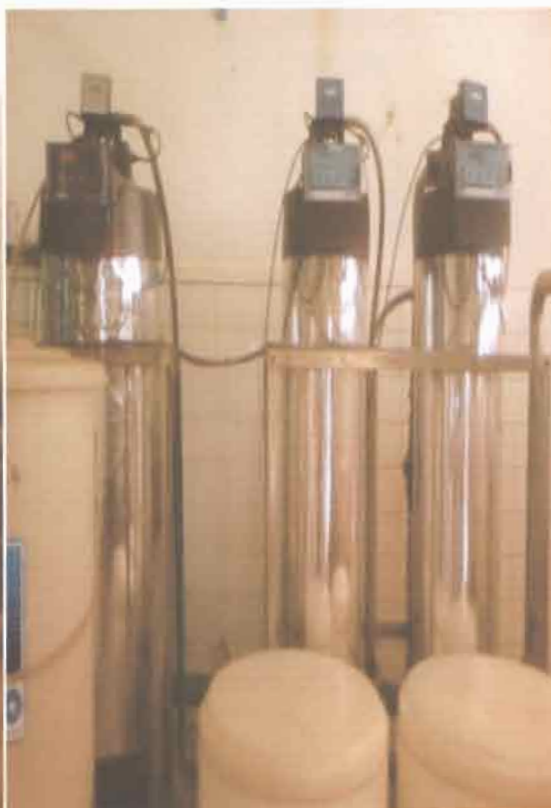


Figure 2 : Photo de l'adoucisseur



Figure 3 : Photo de l'osmoseur inverse