



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER SPECIALISE EN
GENIE ELECTRIQUE, ENERGETIQUE ET ENERGIES RENOUVELABLES (GEER)

OPTION : Energies Renouvelables

A l'issue d'un stage effectué à : AES SONEL (Centrale thermique de

Yaoundé)



AES Company

Présenté et soutenu publiquement le 20-03-2013 par

Modeste KAMENI NEMATCHOUA

Travaux dirigés par :

Sidibé Sayon
Enseignant (2ie)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Daniel YAMEUGEU

MEMBRES : EMMANUEL CLERC, JUSTIN BASSOLE.

Promotion [2011/2012]

EPIGRAPHE

*Pour trouver une aiguille dans une botte de foin, c'est facile :
Brûlez la botte et l'aiguille apparaîtra.*

Pierre Dac L'Os à moelle, Juin 1938

DEDICACES

♠ *A mon feu papa décédé cette année.*

♠ *A ma famille*

♠ *A tous ceux que j'aime, même mes ennemis.*

REMERCIEMENTS

- ❖ Je souhaite tout d'abord remercier le seigneur **mon Dieu** qui par sa grâce m'a permis de mener ce travail jusqu'au bout.
- ❖ Je remercie mon directeur de mémoire, Dr. **Sidibé Sayon** , pour m'avoir accueilli dans son équipe et m'avoir épaulé dans la réalisation de ce mémoire. J'ai eu la chance de bénéficier d'un encadreur positif, attentif et plein d'humour. Je lui suis reconnaissant de m'avoir fait confiance et de m'avoir permis de réaliser ce mémoire dans la sérénité.
- ❖ Mes remerciements à mon encadreur professionnel : Mr. **LEMBA Samuel** pour votre accueil et l'encadrement au sein de votre unité, recevez ici, mon profond respect .
- ❖ Mes remerciements vont également aux membres du jury pour m'avoir suggéré de nombreux conseils et pistes de réflexion.
- ❖ Je souhaite exprimer ma gratitude envers Mr. **Léopold TCHOUTIO** qui a très souvent été disponible pour m'écouter et discuter. Ses conseils et commentaires m'ont fait réfléchir et, j'espère progresser sur de nombreux aspects.
- ❖ Je tiens à remercier **EBOSSÉ, Luc BOUMAL, et DJAMKO Armand**, pour leur disponibilité malgré leurs nombreuses activités. Ils ont su me faire découvrir chacun à sa façon les nombreuses facettes du monde de l'Entreprise .
- ❖ Mes remerciements à tous les enseignants du 2^{ie} et en particulier à notre Coordonnatrice **Sylvie OUEDRAEGO** pour sa présence et son soutien.
- ❖ Remerciement à tous les employés de la centrale thermique d'Oyomabang en particulier, **Désiré Omgba, Mbappe, Ebénizer Ngoumgna, Liliane Bangda** pour leur disponibilité.
- ❖ A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

NOTATIONS

SIGNIFICATIONS

AES SONEL	American Energy Services – Société Nationale d'Electricité
API	Automate programmable Industrielle.
CF	Cash Flow
CPL	Courant porté sur ligne.
D	Dépense.
EDC	Société d'électricité du Cameroun.
ENTER	Entrée.
EPC	Commande de programme Energétique
F	Facteur de turbulence
HFO	Heavy Fuel Oil
HT	Haute tension
I	Investissement.
IP	Indice de profitabilité.
LFO	Light Fuel Oil
MV	Manuelle Vanne
MT50	Détecteur d'eau
R	Coefficient de corrélation
RIN	Réseau Interconnecté.
RV	Vanne réglable.
SCAD	Système de Télé conduite.
SD	Sous direction.
Ti	Temps initialisé.
TRG, TRS	Taux de Rendement général et de Synthétique
TPM	Total Productive Maintenance
SIP	Système d'Indicateurs de Performance
VA	Valeur actualisée.
VAN	Valeur actuelle nette

NOMENCLATURE

LETTRES MINUSCULES

NOTATIONS	UNITES	SIGNIFICATIONS
U	V	tension
d	m	Profondeur
g	N/kg	Pesanteur
r	m	Rayon
m	Kg	masse
f	Hz	Fréquence

LETTRES MAJUSCULES

NOTATIONS	UNITES	SIGNIFICATIONS
E	J	Energie
P	KW	Puissance
S	m ²	Surface
S'	MVA	Puissance apparente
V	m/s	Vitesse
N	tr/min	Vitesse rotation
Q	Kg/m ³	Densité
Q _m	m ³ /S	Débit

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

P'	N	Poids
T	°C	Température
P₁	Pa, bar	Pression
I	A	Intensité
L	m	Longueur
R	Franc Cfa	Recette
TRI	%	Taux de rendement interne
PCI	Kcal/Kg	Pouvoir calorifique inférieure

LETTRES GREC

NOTATIONS	UNITES	SIGNIFICATIONS
ρ	Kg/m³	masse volumique
φ	°	Angle
μ	Poise ou g/cm	Viscosité absolue
ϵ		Erreur

RESUME

TITRE : **Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd :
Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang**

Le séparateur HFO tout comme l'alternateur, le moteur, le disjoncteur etc. Joue un rôle important dans la production de l'électricité dans une centrale thermique. L'état du séparateur HFO actuel de la centrale thermique d'Oyomabang entraîne d'importantes pertes de revenus à AES SONEL, d'ailleurs il ne se passe une semaine à la centrale sans qu'on ne détecte une anomalie liée au dysfonctionnement du séparateur. Ceci est une situation préoccupante à l'entreprise. Face à ces divers problèmes, et surtout suite à la diminution considérable du rendement de séparation (93,341%), Nous avons mené une étude expérimentale sur une durée de trois mois sur les séparateurs HFO de la centrale thermique, ce qui nous a permis de détecter certaines anomalies qui influencent considérablement sur l'efficacité du séparateur et d'apporter quelques éléments de réponse. Les résultats obtenus ont été analysés, interprétés et intégrés. Ce travail vise à réduire les pertes de combustible, la quantité d'eaux huileuses dont il faut de nouveau investir pour leur traitement, et d'augmenter la durée de vie des séparateurs. La méthode consiste dans un premier temps à maîtriser le cycle de fonctionnement des centrifugeuses en s'appuyant sur les différentes étapes du grâce de l'automate (EPC50) qui gère le processus. Dans un second temps à dérouler une méthode similaire à la méthode Total Productive Maintenance (TPM) qui ressort les types de pertes d'un équipement. Ces pertes, liées aux indicateurs de performances, nous conduisent à une expérience sur les séparateurs afin d'identifier les variables d'action qui nous permettront d'augmenter en performance. Dans un troisième temps, à modéliser l'expérience par une fonction objective en vue d'apprécier la qualité de fuel séparé en fonction du temps de séparation. Dans un quatrième temps à faire une étude comparative entre le fonctionnement avant expérience et le fonctionnement après expérience.

Mots clés : optimisation, séparateurs, Rendement, indicateurs de performances, fuel lourd.

ABSTRACT

Title: Optimizing the use of heavy fuel oil separators: Case of the thermal power of Oyomabang .

The HFO separator , all as generator, motor, etc. . Plays an important role in the production of electricity in a thermal power plant. The state of HFO separator causes important losses of income AES Sonel, moreover it don't happen a week in the thermal central without anyone detects an anomaly related at the malfunction Faced with these problems, and especially due to the significant decrease in the separation efficiency (93.341%), we conducted an experimental study over a period of three months on the HFO separators thermal power plant, which has allowed us to detect certain anomalies who influence on the efficiency of the separator and provide some answers. The results were analyzed, interpreted and integrated. This work aims to reduce the loss of fuel, the amount of oily water which must again invest in their treatment, and increase the life of the separators. The method consists first to control the operation of centrifuges based on the different stages of the PLC through (EPC50) that manages the process. for second time, to use a method similar to the method Total Productive Maintenance (TPM) that gives types of equipment losses. These losses related to performance indicators lead us to experience the dividers to identify variables of action that will increase performance. In a third step, to model the experiment by an objective function in order to assess the quality of fuel separate with separation. for fourth time to make a comparative study between the operating experience before and after the operation experience.

Keywords: optimization, separator, yield, performance indicators, heavy fuel.

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :VUE DES GROUPE.....	200
FIGURE 2 : GROUPES ET CONSTITUANTS[2]	21
FIGURE 3: ORGANIGRAMME DE LA CENTRALE THERMIQUE[2].....	23
FIGURE 4 : SCHEMA DE L'EXCITATION DES ALTERNATEURS	24
FIGURE 5 : LA SEDIMENTATION	31
FIGURE 6 : PRINCIPE DE CENTRIFUGATION.....	32
FIGURE 7: PRESENTATION DES TROIS PHASES DE SEPARATION	33
FIGURE 8 PRESENTATION DU DIAGRAMME S.A.D.T	34
FIGURE 9 :DIAGRAMME S.A.D.T DU SEPARATEUR A HFO	34
FIGURE 10 : AJOUT D'EAU DE CONDITIONNEMENT	36
FIGURE 11 :OUVERTURE DU BOL	36
FIGURE 12 :DEMARRER PAR UN ETALONNAGE.....	37
FIGURE 13: DEMARRER SANS ETALONNER	38
FIGURE 14 :APPAREILS DE MESURE	40
FIGURE 15 : LES ETAPES D'ECOGRAI	43
FIGURE 16 : DEMARCHE ECOGRAI.....	44
FIGURE 17 :REPARTITION DES TEMPS D'ETAT D'UN SYSTEME DE PRODUCTION.....	48
FIGURE 18 : REPARTITION DES TEMPS D'ETAT D'UN CYCLE DE35 MIN DES SEPARATEURS A HFO.	50
FIGURE 19 :PRODUCTION DES DECHETS PAR SEPARATEUR PENDANT LES MOIS D'AVRIL ET MAI	52
FIGURE 20 :USURE DES JOINTS D'ETANCHEITE EN FONCTION DES SEPARATEURS	53
FIGURE 21 : VARIATION DE LA TEMPERATURE DANS UN SEPARATEUR	54
FIGURE 22 : VARIATION DE LA VITESSE DE ROTATION DU MOTEUR BOL DE SEPARATION.....	54
FIGURE 23 : REPARTITION DES PERTES TPM FONCTION DES INDICATEURS DE PERFORMANCE...	55
FIGURE 24 : MODELISATION MATHEMATIQUE DE L'EXPERIENCE	57
FIGURE 25 : EVOLUTION DU MT SUR UN CYCLE DE 35MIN	58
FIGURE 26 : EVOLUTION DU MT SUR UN CYCLE DE 120MIN	58
FIGURE 27 :COURBE OPTIMALE D'EVOLUTION DU MT DANS LE TEMPS.....	59
FIGURE 28 :REPARTITION DES TEMPS D'ETAT D'UN CYCLE DE 105MIN DES SEPARATEURS A HFO	60
FIGURE 29 : ECART DE PRODUCTION DES DECHETS SUIVANT LES DEUX REGIMES DE CYCLE	62
FIGURE 30 :VUE D'ENSEMBLE DU SEPARATEUR ALFA LAVAL[3].....	70
Figure 31 : Bol du séparateur SU+ EPC50 [1]	71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Fiche d'identification	19
TABLEAU 2 : CONSTITUANTS CHIMIQUES DU HFO DEPOTE	23
TABLEAU 3 : CONSTITUANTS CHIMIQUES DU HFO SEPRE.....	26
TABLEAU 4 :SITUATION PENDANT LE MOIS D'AVRIL.....	29
TABLEAU 5 : SITUATION PENDANT LE MOIS DE MAI.....	29
TABLEAU 6 : APPAREILS DE MESURE	40
TABLEAU 7 : ANALYSE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE AVANT EXPERIENCE.....	51
TABLEAU 8 : ANALYSE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE APRES EXPERIENCE	61
TABLEAU 9 : SITUATION PENDANT LE MOIS D'AVRIL SUR UN CYCLE DE 105 MIN.....	61
TABLEAU 10 : SITUATION PENDANT LE MOIS DE MAI SUR UN CYCLE DE 105MIN	61
TABLEAU 11 :GAINS INDIRECTS PAR LE NOUVEAU TEMPS DE CYCLE DE 105MIN	62
TABLEAU 12 : VALEUR ACTUELLE NETTE.....	64

LISTES DES ANNEXES

Annexe 1 : Vue d'ensemble du séparateur Alfa Laval.....	70
Annexe 2 : Bol du séparateur SU +EPC50.....	71
Annexe 3 : Fiche proposée de suivi des séparateurs.....	72
Annexe 4 : Analyse des anomalies rencontrées et solutions proposées.....	74
Annexe 5 : Environnement Oyo 1et2.....	82
Annexe 6 : Schéma de circulation du HFO et LFO	83

Sommaire

EPIGRAPHE	2
DEDICACES	3
REMERCIEMENTS	4
SIGLES ET ABREVIATIONS	5
NOMENCLATURE	6
RESUME	8
ABSTRACT	9
LISTE DES FIGURES	10
LISTE DES TABLEAUX	11
LISTES DES ANNEXES	12
INTRODUCTION GENERALE	16
CHAPITRE I :	18
CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE	18
I.1 Présentation de l'entreprise	19
I.1.1. Fiche d'identification	19
I.1.3. Présentation de la centrale thermique d'Oyomabang	20
Le moteur diesel de chaque groupe est constitué de 18 pistons logés dans 18 cylindres.	21
I.1.4. Organisation	22
I.1.5. Le procédé	23
I.1.5.1. Les intrants	23
I.1.5.2. Le procédé de production du courant électrique	24
a. LE SYSTÈMES DE FUEL	25
b. LE SYSTÈME D'EAU DE REFROIDISSEMENT	26
I.2. Problématique	27
I.2.1. Historique du problème	27
II.2.2 - Evaluation des pertes	27
- Pertes liées aux fuites du HFO lors de la séparation	28
b) pertes relatives à l'utilisation des papiers absorbantes et chiffons	28
C) Les pertes dues à la surconsommation d'énergie électrique	28
d) Les pertes dues aux opérations de maintenance préventive et curative	28

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

e) Les pertes dues aux résidus (boue+eau huileuse) obtenus après séparation du HFO	28
II.2.3- Nécessité de trouver une solution définitive aux problèmes	29
CHAPITRE II. GÉNÉRALITE SUR LE FONCTIONNEMENT DES SÉPARATEURS CENTRIFUGES À DISQUES	30
II.1. Généralités	31
II.1.1. Définition	31
II.1.2. Généralités sur la sédimentation	31
II.2. Description des séparateurs à fuel lourd installés à Oyomabang	32
II.2.1. Cadre d'utilisation de l'appareil.....	32
II.2.2. Fonction d'usage.....	33
II.2.3. Composition	33
II.2.4. Diagramme S.A.D.T (Structured Analysis and Design Technic)	33
II.3. Description du Procédé	35
II.3.1. Démarrage	35
II.3.2. Test de vérification de température et de vitesse	35
II.3.3. Calibrage du séparateur	35
a. Rôle du MT50.....	36
b. Principe du détecteur d'eau MT50.....	36
II.4. Schéma de séquences des séparateurs commandés par l'EPC50.....	37
II.4.1. Démarrage	38
Figure13 : Démarrer sans étalonner(a) et chasse(b)[15].....	39
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODE.....	40
III.1. MATERIELS UTILISES	41
III.2. Méthodologie	42
III.2.1. Généralités sur les indicateurs de performance	42
Un indicateur de performance est caractérisé par un objectif, une mesure d'efficacité.....	42
III.2.2 Généralités sur la méthode ECOGRAI	43
III.2.2.1. Définition	43
III.2.2.2. Origine	43
III.2.2.3. Objectifs.....	43
III.2.2.4. Présentation de la méthode ECOGRAI.....	43
III.2.3. Généralités sur la Total Productive Maintenance	45

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

III.2.3.1. Définition de la TPM.....	45
III.2.3.2. Présentation de la démarche TPM.....	46
III.2.3.3. Avantages d'un projet TPM.....	47
III.2.3.4. Les types de pertes à mesurer en TPM.....	48
III.2.3.5. Répartition des temps d'état d'un système de production.....	49
CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA METHODE, ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION.....	50
IV.1. Étude de la situation actuelle du séparateur.....	51
IV.1.1. Indicateurs de performance.....	51
IV.2. Analyse des causes relatives à la baisse de performance du séparateur.....	52
a) Causes liées au fonctionnement.....	52
b) Autres causes.....	53
IV.3. Identification des indicateurs de performances.....	56
IV.3.1. Choix des indicateurs de performances.....	56
IV.3.1.1. Le Taux de Rendement Synthétique (TRS).....	56
IV.3.1.2. Le Taux de Rendement Global (TRG).....	58
IV.4 Expérience sur les séparateurs.....	58
IV.4.1. Résultats expérimentaux.....	59
IV.4.2. Situation après l'expérience et résultats.....	61
IV.4.2.1. Production de déchets.....	62
IV.4.2.2 Bilan d'étude expérimentale.....	64
IV.5. Solutions et analyse financière.....	64
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES.....	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	69
ANNEXES.....	72
Annexe 4 : Analyse des anomalies rencontrées et solutions proposées.....	76
<i>Annexe 5 : Environnement Oyo 1et2.....</i>	<i>84</i>

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours, l'utilisation de l'énergie s'avère très importante. Sans elle on ne peut plus travailler, se déplacer, transporter, s'informer...l'évolution d'un pays est directement liée à la consommation d'énergie par habitant ; c'est donc un indicateur du niveau de vie. L'énergie électrique, présente à chaque instant dans notre vie, est indispensable pour le fonctionnement de nos différents équipements électriques. C'est dire que son absence paralyse nos activités. Il s'avère donc nécessaire pour la société AES-SONEL de mettre un accent sur la production de l'énergie électrique à moindre coût dans notre pays. Au vue de la demande sans cesse croissante de l'énergie électrique du réseau local. Les évolutions technologiques sont très rapides, les entreprises sont obligées de revoir en permanence leurs priorités et leurs stratégies pour s'adapter à leur environnement. Il devient primordial de gérer au mieux l'outil de production dont les performances sont étroitement liées au « processus maintenance ». En effet, la gestion optimale d'un système industriel tout au long de sa durée de vie, de la conception au démantèlement, passe par la recherche d'un compromis entre des objectifs souvent conflictuels. Pour apporter des éléments d'aide à la décision face à ce problème, il est nécessaire de disposer d'outils et méthodes permettant d'analyser les systèmes et d'évaluer quantitativement leurs performances en termes de fiabilité et de maintenance, tout en respectant les contraintes économiques. C'est dans cette optique que la centrale thermique d'Oyomabang nous a sollicité et proposé dans le cadre d'un mémoire de fin d'études un thème relatif à l'optimisation de l'exploitation des séparateurs à fuel lourd. Pour répondre aux attentes de la Direction. La définition d'un séparateur varie suivant le contexte d'utilisation, cependant de façon générale, un séparateur est un appareil destiné à séparer les minéraux les uns des autres, en général par action magnétique. L'étude du concept d'optimisation de séparation vise à rendre le séparateur plus efficace. Elle se fait sur la base de plusieurs méthodes et fait intervenir plusieurs aspects de la mécanique des fluides tels que l'étude d'écoulements de bulles et de gouttes, la coalescence et la rupture de celles-ci. Tous ces phénomènes étant relativement complexes. Il y a plus de trente ans, l'American Petroleum Institute (API) a établi des normes très précises pour le calcul et le dimensionnement des séparateurs gravitaires dans l'industrie

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

pétrolière. Les normes établies par l'API sont, encore aujourd'hui, reconnues par l'industrie et reposent sur des données réelles et sur des principes scientifiques fondamentaux (loi de Stokes). Très peu de travaux se trouvent dans la littérature concernant l'optimisation des séparateurs, excepté celui mené par ALCAP et Alfa Laval [1] sur les séparateurs de type SU. Le présent document résume le travail effectué et s'articule autour de quatre chapitres : Le premier chapitre précise le contexte du travail effectué et dégage la problématique ; Le deuxième chapitre porte sur les généralités et le fonctionnement des centrifugeuses (séparateurs) à fuel lourd, les concepts et méthodes utilisés pour atteindre les objectifs à nous assigner ; Dans le troisième chapitre, nous déroulons une démarche similaire à la TPM dans le but d'identifier les indicateurs de performances des centrifugeuses. Nous procédons ensuite à une expérience sur ces dernières ; Le dernier chapitre sert de cadre à la modélisation et à l'analyse des résultats expérimentaux qui pourraient nous conduire à la modification des paramètres d'usine des séparateurs. Ce chapitre finit par une évaluation des coûts induits par les nouveaux paramètres d'usine.

CHAPITRE I :

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Ce premier chapitre porte sur la présentation du cadre de travail et du problème à résoudre. La présentation du cadre de travail reviendra ici à présenter la centrale thermique d'Oyomabang, son organisation interne et ses activités. La présentation du problème quant à elle consistera à ressortir les motivations du présent travail.

I.1 Présentation de l'entreprise

I.1.1. Fiche d'identification

Tableau1 : Fiche d'identification

RAISON SOCIALE	 Oyomabang power Development company An AES Company
STATUT JURIDIQUE	Société Anonyme
CAPITAL	43.903.690.000 FCFA
SIEGE SOCIAL	Avenue de Gaulle, Douala (Quartier KOUMASSI) Département du Wouri (Cameroun)
N° DU CONTRIBUABLE	M 057400001633
BOÎTE POSTALE	4077 Douala-CAMEROUN
TELEPHONE	342 15 53/ 342 23 06/ 342 86 37
FAX	342 99 33
N° STATISTIQUE	211 511 001
N° REGISTRE DE COMMERCE	4624

I.1. 2. Historique

Jusqu'à un passé récent, les deux centrales hydroélectriques de Songloulou et d'Edéa sur le fleuve Sanaga produisaient assez d'énergie électrique pour alimenter le réseau Sud du Cameroun, à savoir les provinces du Centre, Sud, Littorale, Sud ouest, Ouest et Nord ouest. Dans le souci de doter Yaoundé, capitale politique du Cameroun d'une source de secours en énergie électrique et afin de palier aux besoins grandissants de la demande des entreprises et des consommateurs, une centrale thermique a été construite à OYOMABANG I. Cette centrale aujourd'hui appelée OYOMABANG I, avait été construite pour venir en appoint au réseau interconnecté et secourir la ville de Yaoundé en cas d'effondrement du réseau HT. La

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

finalisation de ce projet de construction d'OYOMABANG I a bénéficié de la tenue à Yaoundé du sommet France/Afrique de 2001. Plus tard, avec l'étiage de la SANAGA (baisse drastique du niveau des eaux) en Janvier 2002 dû à la sécheresse qui coïncide malencontreusement avec l'avènement de l'AES SONEL en Juillet 2001, les deux centrales hydroélectriques de SONGLOULOU et d'EDEA ne pouvaient plus faire face à la demande et ce malgré l'appoint de la centrale thermique d'OYOMABANG I. Devant cette double conjoncture que représentait la baisse drastique des eaux de la SANAGA entraînant des délestages fréquents, et l'avènement de l'AES SONEL, il y avait urgence d'agir. C'est ainsi qu'une 2^{ème} centrale thermique a vu le jour à OYOMABANG, c'est la centrale thermique d'OYOMABANG II qui viendra également en appoint au réseau interconnecté pour alimenter une partie de la ville de Yaoundé. Il est à noter que les deux centrales thermiques d'OYOMABANG 1 et 2 sont sur le même site et se partagent le même personnel. Jusqu'en 2004, elles étaient équipées de groupes électrogènes Diesel utilisant le gazole (LFO). Depuis cette date et compte tenu de la demande sans cesse croissante, OYOMABANG 1 a subi une conversion vers des moteurs à fuel lourd (HFO) plus économiques.

I.1.3. Présentation de la centrale thermique d'Oyomabang

Il dispose actuellement d'une puissance installée de 32.5 MW.

➤ Centrale Thermique D'Oyomabang I

Cette Centrale a une puissance installée de 19.66 MW, avec une puissance disponible de 18 MW. Elle est constituée de trois groupes diesel de marque WARTSILA comme nous montre la photo suivante :



Figure 1 : vue des groupes

Chaque groupe est constitué de plusieurs éléments, à savoir : Un moteur diesel ; Un alternateur ; Un disjoncteur ; Des auxiliaires du groupe.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Ces trois groupes ont en commun un certain nombre d'auxiliaires. Le schéma ci-dessous illustre la disposition générale des groupes

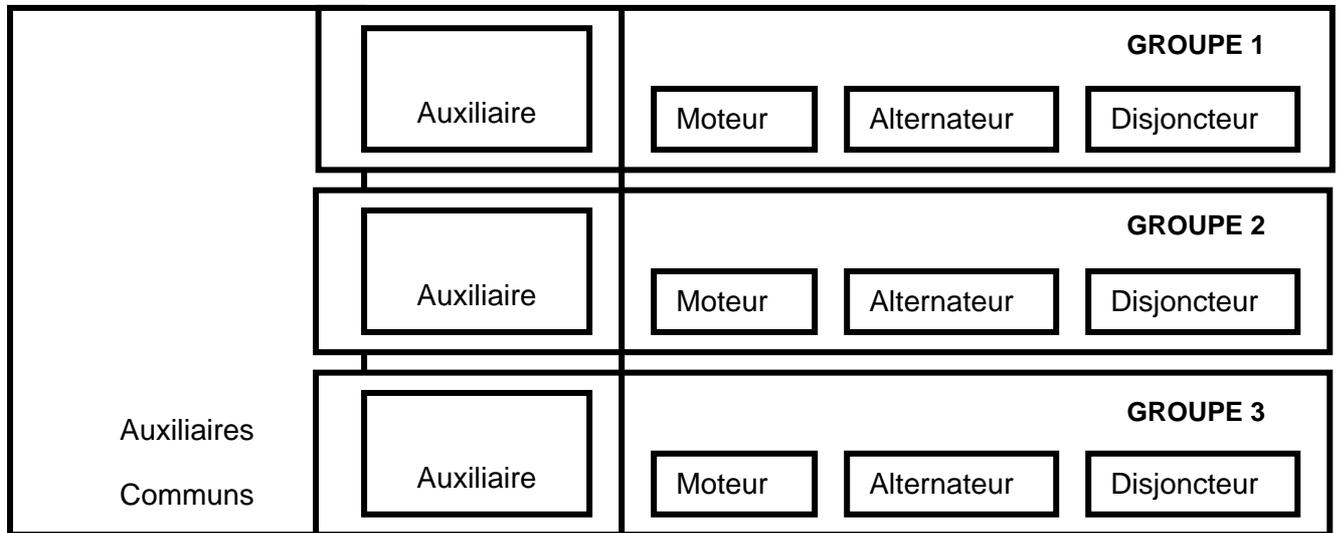


Figure 2 : Groupes et constituants [2]

Le moteur diesel de chaque groupe est constitué de 18 pistons logés dans 18 cylindres. Il démarre à air comprimé de 30 bars et fonctionne avec du fuel LFO (Light Fuel Oil) et du HFO (Heavy Fuel Oil). Il utilise de l'huile Mobilgard 440 pour sa lubrification.

- L'alternateur fournit une puissance maximum de 6.556 MW sous une tension de 15 KV. C'est un alternateur à auto-excitation.
- Le disjoncteur du groupe fonctionne sous une tension de 15KV et protège le groupe contre les défauts électriques pouvant survenir lors du fonctionnement.
- Les auxiliaires du groupe c'est l'ensemble d'organes utiles pour la mise en service et le fonctionnement du groupe ; il s'agit entre autres de : filtres à gas-oil, filtres à huile, séparateur d'huile, pompes multiples, résistance de préchauffage, électrovannes et distributeurs, ventilateurs, armoire électriques de commande,...
- Les auxiliaires communs sont constitués de : Booster (dispositif de traitement de fuel et de sélection avant transfert dans les groupes), séparateurs HFO, pompes, modules de traitement d'eau, aéroréfrigérants, cuve d'eau de maintenance, les armoires électriques de commande,...

Deux transformateurs abaisseurs de tension 15KV/400V

En plus de tout ceci, le site est doté d'un certain nombre de Cuves pour le stockage et le traitement du fuel avant utilisation. Chaque groupe dispose d'une armoire de contrôle commande dans la salle de commande équipée d'un Automate Programmable Industriel (API). Les groupes ont en communs une armoire de contrôle commande dotée d'un automate

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

qui assure le contrôle et le suivi des groupes, communique avec l'homme via un Ordinateur appelé superviseur. Le système est assez moderne, avec l'utilisation de nouvelle technologie de contrôle commande et de communication Homme-Machine.

➤ Centrale Thermique d'Oyomabang II

Cette Centrale a une puissance installée actuelle de 12.8 MW, avec une puissance disponible de 12 MW. Constituée de 10 groupes diesel de marque CATERPILLAR à la création, elle ne dispose plus que de 5 groupes actuellement ; Chaque groupe est constitué de plusieurs éléments, à savoir : Un moteur diesel ; un alternateur un disjoncteur et des auxiliaires du groupe. Ces trois groupes ont en commun un certain nombre d'auxiliaires.

Le moteur diesel de chaque groupe est constitué de pistons logés dans les cylindres.

Il démarre avec un démarreur électrique grâce à une batterie de 24 V CC et fonctionne avec du fuel LFO (Light Fuel Oil) Il utilise de l'huile Delvac CF4 pour sa lubrification.

- L'alternateur fournit une puissance maximum de 1.6 MW sous une tension de 400 V. C'est un alternateur à auto excitation. La tension est élevée en sortie par un transformateur élévateur de niveau de tension 400V/15KV.
- Le disjoncteur du groupe fonctionne sous une tension de 400V et protège le groupe contre les défauts électriques pouvant survenir lors du fonctionnement.

I.1.4. Organisation

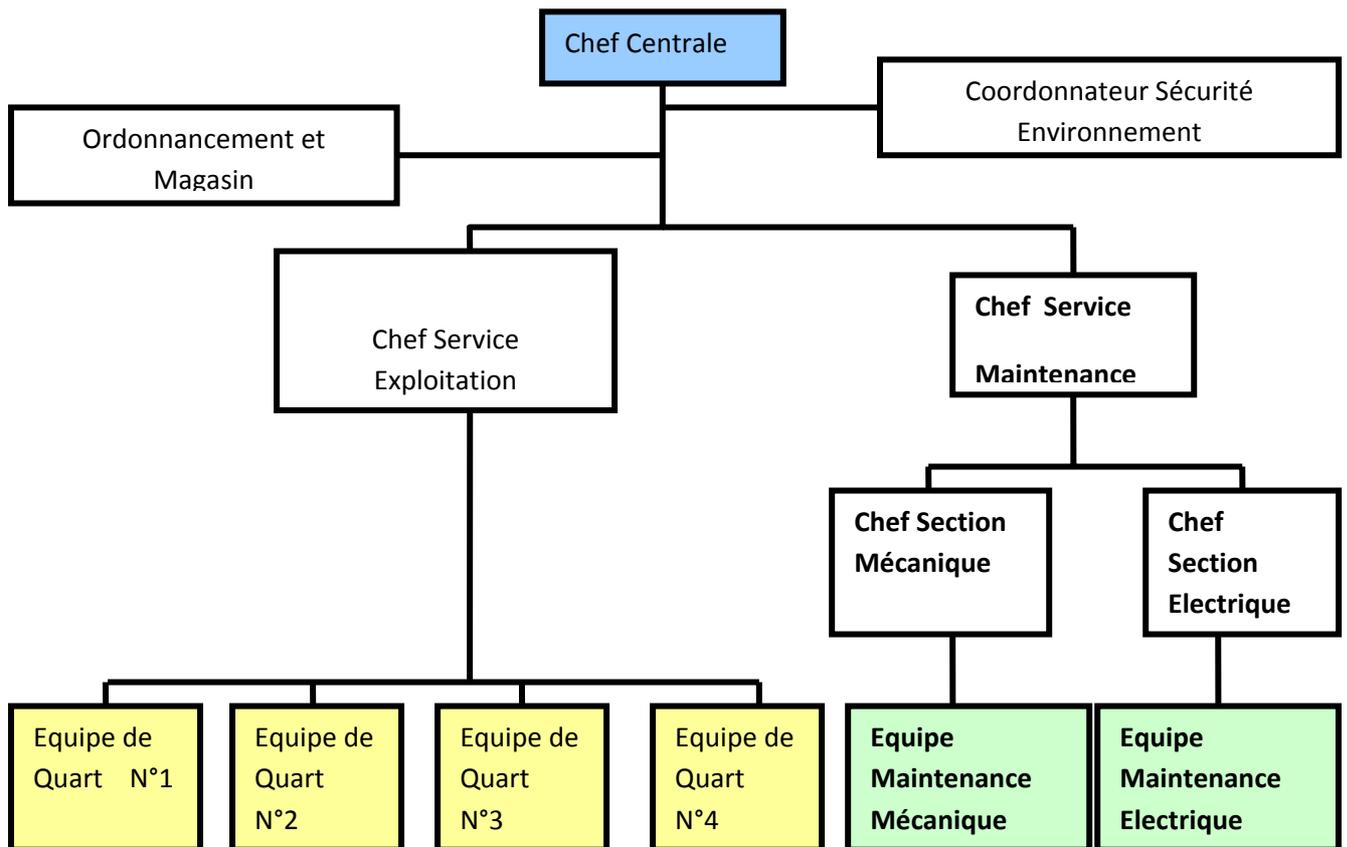


Figure 3: Organigramme de la centrale thermique [2]

La centrale thermique d'Oyomabang est une centrale capable de produire rapidement de l'énergie électrique. Son rôle principal est donc de répondre aux augmentations fortes et soudaines de la demande en électricité.

I.1.5. Les intrants et le procédé de production du courant électrique

I.1.5.1. Les intrants

Le Heavy Fuel Oil (HFO) et le Leavy Fuel Oil (LFO) constituent les principales matières premières du processus. Avec un taux d'humidité à l'achat variant entre 5 et 10 %, une viscosité de 180 Cst à 50°C et un point d'éclair minimal de 66°C, le HFO est le Combustible prioritaire et présente la composition moyenne suivante :

Tableau 2 : Constituants chimiques du HFO dépoté [19]

Propriétés	Unités	Limites
Viscosité	mm ² /s à 50°C	366,2
Masse volumique	kg/m ³ à 15 °C	950,3
Teneur en eau	% volume	0,8
Vanadium	mg/kg	22,8
Résidu Conradson	% masse	6,5
Teneur en sédiments	% masse	0,01

En plus de la ressource humaine et des financements, les autres intrants sont :

Le courant électrique , l'huile de lubrification ,l'eau et l'air.

I.1.5.2. Le procédé de production du courant électrique

Le processus de production de courant électrique est un procédé relativement

Complexe dont les principales étapes sont :

- ❖ L'alimentation du moteur en combustible ;
- ❖ La transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique ;

Ici, on utilise la puissance mécanique disponible sur l'arbre moteur pour faire tourner

l'alternateur et fournir le courant d'excitation. L'alternateur a un rendement de 90 % et utilise le système d'excitation monté sur le même arbre que le rotor de l'alternateur.

Voir figure 4 ci-dessous.

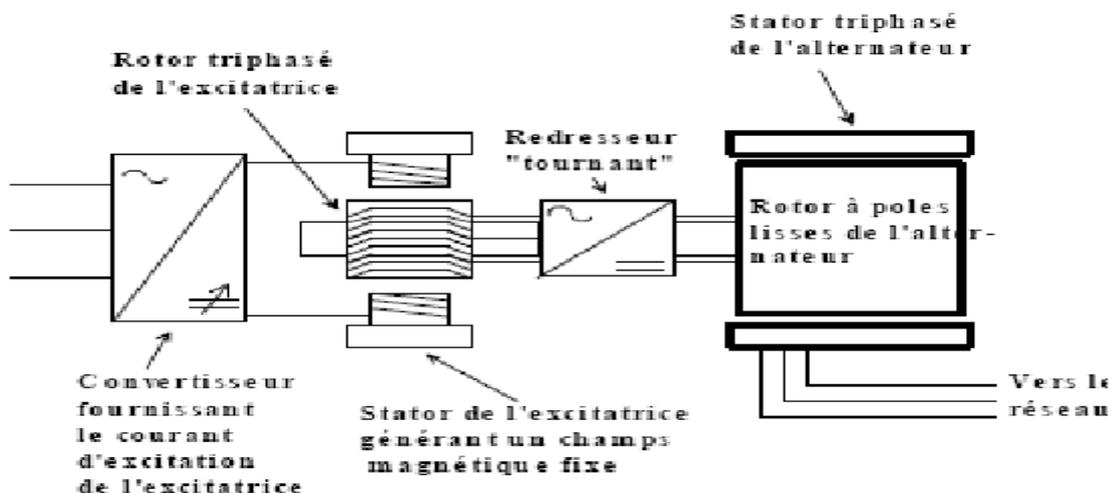


Figure 4 : Schéma de l'excitation des alternateurs [17].

a. LE SYSTÈMES DE FUEL

Le système de fuel a pour fonction d'alimenter les groupes de façon continue en Combustible propre dans des conditions de température et de pression appropriées.

Les moteurs étant de type diesel, ils peuvent fonctionner sous deux types de combustibles à savoir le LFO et le HFO, d'où l'existence de deux circuits principaux de fioul[15] :

- ✚ Le circuit de HFO qui est le circuit principal et sur lequel repose le fonctionnement de la centrale ;

- ✚ Le circuit de LFO .

Eléments constitutifs principaux du système de fuel :

- 🌟 **Les réservoirs** qui permettent de stocker le combustible. On en distingue trois types :

- ✓ Les réservoirs de stockage qui conservent le fuel provenant des stations de dépotage à une température moyenne de 50°C à l'aide des résistances chauffantes. En dessous de cette température, le fuel se coagule et ne peut plus circuler facilement dans la tuyauterie.

- ✓ Le réservoir tampon qui conserve le fuel à une température moyenne de 70°C avant la séparation.

- ✓ Les réservoirs journaliers qui contiennent le fuel séparé et prêt pour les salles de machines. Ici, la température moyenne est de 80°C.

- 🌟 **La station de dépotage** : c'est le lieu où est dépoté le combustible des camions aux réservoirs de stockage à l'aide des pompes de l'unité de déchargement.

- 🌟 **La station de transfert** qui permet de déplacer le HFO des réservoirs de Stockages vers le réservoir-tampon. Ceci en filtrant et en augmentant la température à l'aide des résistances chauffantes.

- 🌟 **Les séparateurs de HFO** qui purifient (traitent) le HFO sous une température minimale de 85°C. Cette purification consiste à séparer en ses contenus le HFO propre de l'eau et des boues. Le HFO propre est pompé dans le D tank,

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

les eaux huileuses sont envoyées dans le tank à boues (sludge tank).

🌟 **La station d'alimentation (feeder)** qui alimente les salles de machines en HFO propre, provenant du D tank et en LFO filtré provenant du réservoir de Stockage.

🌟 **La station d'amplification (booster)** qui augmente la pression et la température du HFO pour un fonctionnement en HFO, et augmente la pression du LFO pour un fonctionnement en LFO. Le combustible booster, se dirige vers l'unité de fuel.

🌟 **L'unité de fuel** qui contient un filtre de sécurité, fournit le fuel au moteur dans les conditions de pression et de température requises pour la combustion.

Tableau 3 : Constituants chimiques du HFO séparé .

(Issu du test report du 19 décembre 2009)

Propriétés	Unités	Limites
Viscosité	mm ² /s at 50°C	393,8
Masse volumique	kg/m ³ at 15 °C	393,8
Teneur en eau	% volume	<0.1
Sulphur	% masse	0,35
Vanadium	mg/kg	5
Sodium	mg/kg	7
Aluminium + Silicon	mg/kg	<2
Residu Conradson	% masse	5,74
Asphaltenes	%masse	0,3
Teneur en sédiments	% masse	<0,01

b. LE SYSTÈME D'EAU DE REFROIDISSEMENT

Le système d'eau de refroidissement a pour fonctions de refroidir le moteur pendant son fonctionnement et de le préchauffer lorsqu'il ne fonctionne pas. Ce système comporte deux circuits principaux : le circuit «Haute Température» (HT) et le circuit « Basse Température» (LT). Chacun de ces circuits joue un rôle décrit comme suit :

Rôle du circuit HT

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Avec ses 90°C, il préchauffe le moteur lorsqu'il est à l'arrêt. Ceci pour éviter un démarrage à froid pouvant fissurer les pièces mécaniques. Il refroidit les chemises du moteur et refroidit au premier étage l'air de charge admis par le turbocompresseur.

Rôle du circuit LT

Avec ses 50°C, il refroidit l'air de charge au deuxième étage avant son entrée dans la chambre de combustion et refroidit l'huile de lubrification dans l'échangeur de chaleur eau/huile.

I.2. Problématique

I.2.1. Historique du problème

Les séparateurs HFO occupent une place très importante dans le process de production de l'énergie électrique à la centrale thermique d'Oyomabang . En effet, il est indispensable pour le démarrage des groupes. L'absence d'un séparateur HFO, engendrerait tout simplement l'indisponibilité de la centrale. particulièrement cette année, plusieurs défaillances ont été notées, d'ailleurs comme constat, il ne se passe une semaine à la centrale sans qu'on ne détecte une anomalie liée au fonctionnement des séparateurs. Ceci est une situation préoccupante à l'entreprise. Comment faire pour remédier à cette situation ? Les problèmes rencontrés couramment sont :

- 🔧 Diminution de la performance des séparateurs, ce qui entraîne une baisse considérable du rendement de séparation ;
- 🔧 Niveau de boue élevé du tank de boue après un fonctionnement de moins de 10 heures du séparateur sollicité;
- 🔧 Fuite de HFO considérable ;
- 🔧 Mauvaise alimentation d'eau et usure des joints d'étanchéités etc.

Le personnel de la centrale sous la direction du chef centrale n'est pas resté indifférent face à ce constat, les solutions adoptées jusqu'ici sont :

- ✓ Nettoyage régulier de boue dans le tank boue ;
- ✓ Achat de la bonne qualité du HFO ;
- ✓ Disponibilité à toute heure d'eau pour l'alimentation du bol lors de la séparation etc.

II.2.2 - Evaluation des pertes

Cette évaluation sera faite sur les mois d'Avril et de mai. Parmi les

Pertes engendrées par la situation actuelle, nous pouvons recenser :

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

- Pertes liées aux fuites du HFO lors de la séparation

Ces pertes varient de $0,55\text{m}^3$ à 3m^3 en une heure. Pour les mois d'avril et de mai, nous avons enregistré une perte de $15,7\text{m}^3$ de HFO. De ceci, 26,6% seront constitués d'eau non polluante déversé dans des caniveaux, tandis que seront traité par la société BOCOM, $11,523\text{m}^3$.

-Coût du litre : 900frs,

-Les dépenses totales engendrées par cette situation s'élève à **10371420 FCFA**.

b) pertes relatives à l'utilisation des papiers absorbantes et chiffons

Ces pertes sont difficilement quantifiables à cause de non connaissance des quantités de chiffons et de papiers absorbantes utilisés pour le nettoyage des séparateurs.

C) Les pertes dues à la surconsommation d'énergie électrique

Cette énergie représente un manque à gagner, dans la mesure où elle aurait du être

Vendue par la centrale. En effet, pour produire de l'électricité, les groupes de moteurs diesel utilisent du HFO purifié, qui est traité par un séparateur. Mais durant ces deux mois aucune perte n'a été enregistrée dans ce sens, par ce que le HFO purifié et utilisé directement par les groupes provient du Day tank HFO, or la centrale s'assure toujours que le HFO purifié se trouvant dans le Day tank est au moins à 3/5 de la cuve de dépotage.

d) Les pertes dues aux opérations de maintenance préventive et curative

Les maintenances préventives prévues par le constructeur sur cet équipement s'effectuent

au bout de : 12000h et 4000h de fonctionnement. Face à la situation préoccupante du séparateur, une maintenance spéciale de 3000h sera allouée. L'intervention mécanique et électrique se fait presque chaque semaine. Seul une masselotte coûtant **100000Fcf** a été remplacée durant cette période.

e) Les pertes dues aux résidus (boue+eau huileuse) obtenus après séparation du HFO

Les tableaux suivants nous donnent les quantités de résidus produites

ainsi que le coût de leur traitement par mois et par séparateur, en fonction de ses heures de marche. Ces calculs ont été effectués à partir du nombre de cycles de séparation durant les Périodes d'avril et de mai. Les résidus sont produits après chaque interruption de cycle et après chaque fin de cycle. Notons que la durée du cycle ici est de 35 min = 0.583 h.

o Mois d'avril

Tableau 4 : Situation pendant le mois d'Avril

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Séparateurs	Séparateur1	Séparateur 2
Heure de marche (H) : a	21	13
Durée de séparation (H) : b	0,5	0,5
Durée de chasse (H) : c	0,081	0,081
Quantité totale de résidus/cycle(l) : d	232,6	232,6
Nombre de cycle: $e=a/(b+c)$	36	22
Quantité de résidus (l) $d*e$	8373,6	5117,2
Production totale de résidus (l)	13490,8	
Coût de l'incinération (900F/l)	12141720Fcf	

○ Mois de mai

Tableau 5 : Situation pendant le mois de mai

Séparateurs	Séparateur1	Séparateur 2
Heure de marche (H) : a	18	11
Durée de séparation (H) : b	0,5	0,5
Durée de chasse (H) : c	0,081	0,081
Quantité totale de résidus/cycle(l) : d	232,6	232,6
Nombre de cycle: $e=a/(b+c)$	31	19
Quantité de résidus (l) $d*e$	7210,6	4419,4
Production totale de résidus (l)	11630	
Coût de l'incinération (900F/l)	10467000Fcf	

En deux mois les séparateurs 1 et 2 ont donc fonctionné pendant **63heures** pour **108 cycles** de **35minutes**, avec une durée de **4minutes52secondes** par chasse et les micros arrêts de **5secondes** de durée, après chaque **5minutes**. Les pertes enregistrées jusqu'ici par cette situation en deux mois s'élèvent à **33080140 FCFA**.

II.2.3- Nécessité de trouver une solution définitive aux problèmes

Conscient de la place importante qu'occupe les séparateurs pour le bon déroulement de

ses activités, vu les limites que présentent jusqu'ici les solutions adoptées, et les dépenses qui s'élèvent à **33080140 FCFA**, l'administration de la centrale thermique d'Oyomabang nous a confié ce travail à savoir : » **Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang** »

Les attentes de ce travail sont:

- ❖ L'identification des causes exactes de la baisse de performance constatée, et proposés des solutions.
- ❖ Réduire les pertes de HFO, et quantifier les éventuels écarts survenus dans le stock etc.

CHAPITRE II. GÉNÉRALITE SUR LE FONCTIONNEMENT DES SÉPARATEURS CENTRIFUGES À DISQUES

Au chapitre précédent, nous avons présenté l'entreprise et la problématique. Dans ce chapitre, nous décrirons le fonctionnement des séparateurs Centrifuges à disque et nous donnerons quelques étapes de Fonctionnement de ces séparateurs.

II.1. Généralités

II.1.1. Définition

La **centrifugation** est une technique utilisant la force centrifuge pour séparer des mélanges comme des fluides de densités différentes ou des éléments solides en suspension dans un fluide. Elle consiste à faire tourner à grande vitesse un bol cylindrique dans lequel est introduit le mélange. Ce qui alourdit artificiellement le poids des particules qui, de ce fait, se déposent plus facilement au fond du récipient.

II.1.2. Généralités sur la sédimentation

L'idée de base de la centrifugeuse repose sur le fonctionnement d'un bac de décantation, dans lequel les particules, les sédiments et les solides tombent progressivement au fond, et les phases liquides de différentes densités se séparent sous l'effet de la gravité (force de décantation F_d). Les niveaux de liquide dans le bol dépendent de nombreux facteurs (géométrie du bol, densités du liquide, débits etc.). Pour mieux comprendre la manière dont les liquides sont répartis dans le bol, procédons comme suit: Imaginons que le bol est à l'arrêt et tourné sur 90° . Influencé uniquement par la gravité, ce dernier se comporte comme un réservoir de sédimentation, où nous pouvons distinguer les différentes phases du combustible comme le présente la figure 5.

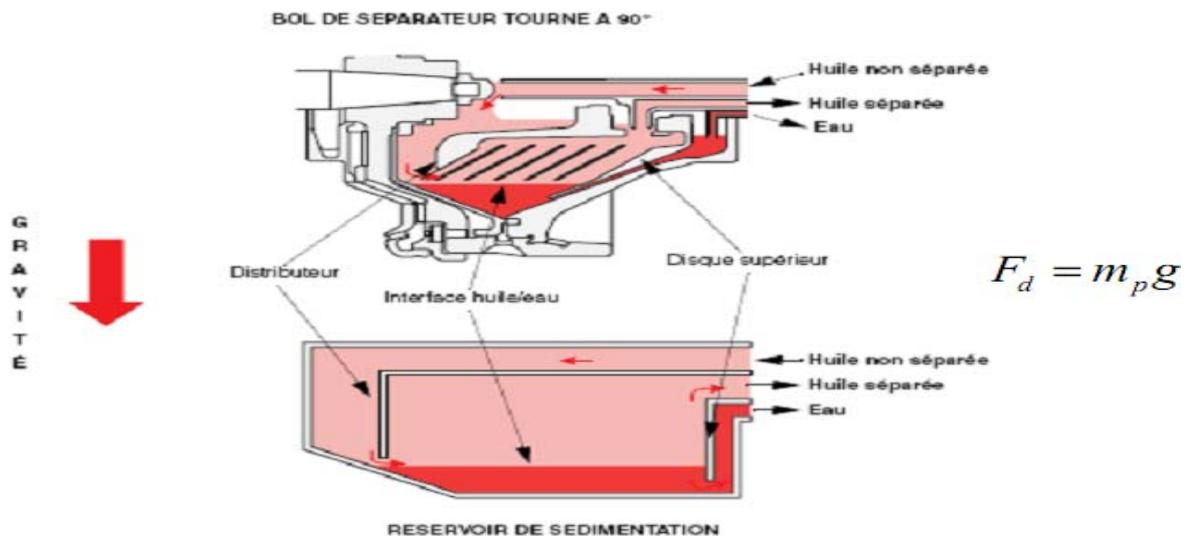


Figure 5 : La sédimentation [16].

Cependant, ce processus de décantation est extrêmement lent et ne peut satisfaire les

besoins de l'industrie en résultats rapides et contrôlables. L'idée générale des centrifugeuses est donc d'assurer une séparation mécanique rapide et continue des solides et des liquides, afin de répondre aux besoins des procédés industriels modernes.

Imaginons un bonhomme qui tourne à partir d'un fil des objets de masses différentes (voir figure 6). On constate que :

✓ plus la masse augmente, plus la force centrifuge (F_c) augmente et plus l'objet s'éloigne du bonhomme qui, ici est l'axe du mouvement ;

✓ plus la vitesse de rotation augmente, plus la force centrifuge augmente et plus l'objet s'éloigne du bonhomme.



$$F_c = m_p \omega^2 r = m_p \left(\frac{2\pi N}{60} \right)^2 r$$

(2)

Figure 6 : Principe de centrifugation [16].

II.2. Description des séparateurs à fuel lourd installés à Oyomabang

II.2.1. Cadre d'utilisation de l'appareil

L'unité de séparation est conçue pour le nettoyage des combustibles et des huiles de lubrification pour les moteurs diesels, dans les applications maritimes et d'énergie. Conformément au standard ISO 8217: 2010 qui spécifie les exigences relatives aux Combustibles pétroliers pour l'utilisation dans les moteurs diésels et dans les chaudières des navires. La contenance acceptable des particules solides dans les bacs de stockage est de 80 ppm avant tout traitement préalable à leur utilisation. Or, selon les données prescrites par les constructeurs, la teneur maximale de particules solides acceptable pour l'alimentation d'un moteur est de 15 ppm. Par conséquent, la séparation du HFO est indispensable pour assurer la disponibilité du fuel traité, prêt au démarrage des moteurs diesels[9].

II.2.2. Fonction d'usage

La fonction d'usage des séparateurs est de purifier le combustible (fuel lourd).

Le séparateur est alimenté en combustible et sépare l'eau, les solides et le fuel propre du fluide non traité. L'eau sort normalement du séparateur par le biais de la sortie d'eau. Au cours de la chasse des boues, les sédiments et l'eau sont évacués au travers des orifices de chasse alors que le fluide épuré est évacué en permanence. L'étude qui suivra a été effectuée sur un séparateur à fuel lourd (HFO) de marque Alfa Laval, dont le schéma de la figure 7 nous montre les différentes phases de la séparation du HFO.

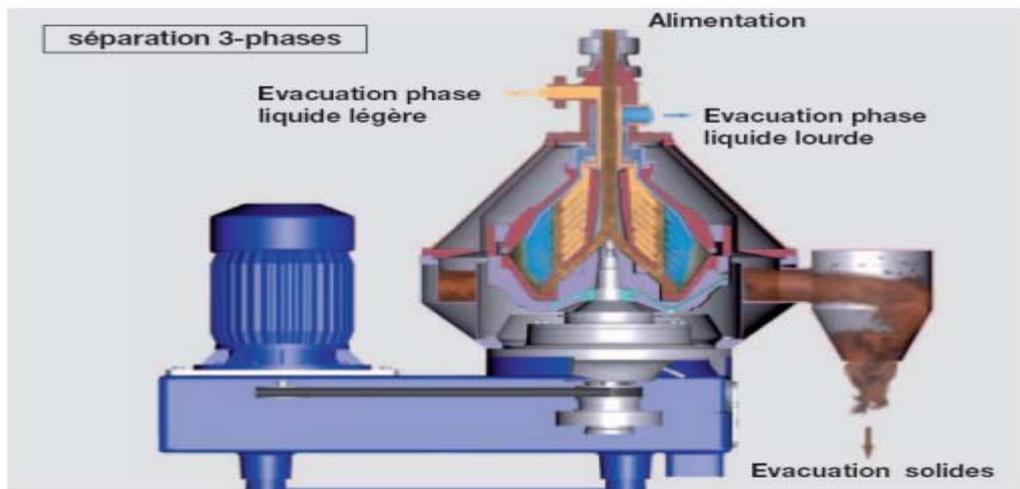


Figure 7 : Présentation des trois phases de séparation [14].

II.2.3. Composition

L'unité de séparation de base comprend :

- Un bol qui contient le fluide à traiter ;
- L'EPC50, automate chargé de gérer le processus ;
- Du matériel auxiliaire : moteur, pompes, bac à boues, résistances chauffantes.

(Annexe1&2 :Vue d'ensemble du séparateur Alfa Laval)

II.2.4. Diagramme S.A.D.T (Structured Analysis and Design Technic)

L'analyse S.A.D.T permet de décrire le système en mettant notamment en évidence

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

les parties qui le constituent, la finalité, le fonctionnement de chacune, et les interfaces entre les diverses parties qui font qu'un système ne soit pas une simple collection d'éléments indépendants, mais une organisation structurée de ceux-ci dans une finalité précise. Le système étant défini, c'est à dire limité par sa frontière, nous pouvons

Identifier:

🔗 **Le produit**, qui est (ou sera) fourni à un utilisateur pour répondre à son besoin, selon les spécifications du cahier des charges ;

🔗 **sa fonction d'usage**, qui apporte la valeur ajoutée à la matière d'œuvre ;

🔗 **ses éléments** constitutifs (sous-systèmes, composants) qui, incluent dans la frontière, supportent la fonction ;

🔗 **la matière d'œuvre** sur laquelle agit le produit ;

🔗 **les données d'entrée, ou de contrôle**, qui provoquent ou modifient le processus d'élaboration de la valeur ajoutée.

Modéliser un système consiste à en donner une représentation qui énumère les quatre ensembles d'éléments ci-dessus, selon schéma suivant :

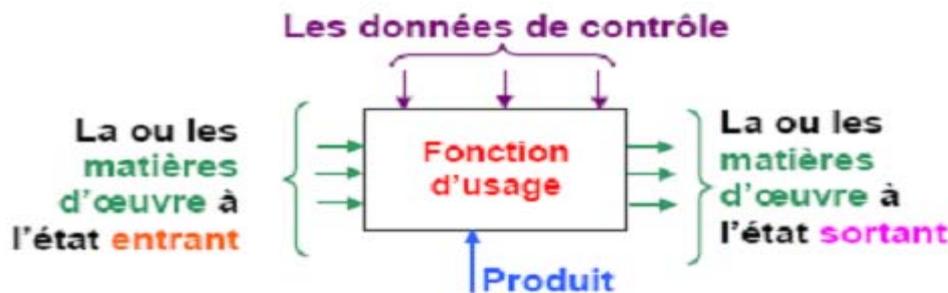


Figure 8 Présentation du diagramme S.A.D.T [14].

Le diagramme S.A.D.T du séparateur est donc le suivant :



Figure 9 : Diagramme S.A.D.T du séparateur à HFO[14].

II.3. Description du Procédé

II.3.1. Démarrage

Le procédé commence par le démarrage de la pompe d'alimentation, du séparateur et du réchauffeur.

II.3.2. Test de vérification de température et de vitesse

La sonde de température (TT) et la sonde de vitesse (ST) envoient des signaux à l'unité de commande EPC50 en continu. Lorsque le séparateur atteint la vitesse appropriée (6000 tr/min) et le fuel, une température correcte (85°C), une chasse de boues est déclenchée pour s'assurer que le bol est vide. L'unité de commande commence alors le cycle de traitement.

II.3.3. Calibrage du séparateur

La vanne 3 voies dirige le combustible vers la conduite de recirculation. L'eau de Conditionnement est ajoutée dans le bol du séparateur jusqu'à ce que la sonde de pression à la sortie combustible détecte la pression et envoie un signal à l'unité de commande. L'unité de commande enregistre la durée de l'adjonction d'eau. Cette valeur de référence de débit de l'eau sert par la suite à calculer la quantité correcte d'eau de conditionnement et de déplacement à ajouter : c'est le calibrage du séparateur.

II.3.4. Chasse

Le séparateur effectue une chasse en ouvrant le bol à l'aide de la vanne V15 :

- soit au bout d'un cycle de durée déterminée (30 min) et donnée par le paramètre Pr1 ;
- soit au bout d'un nombre limite de purge déclenchée par les tests du MT50. Ce nombre limité est de 5 chasses et est déterminé par le paramètre Fa 33 ;
- soit lors d'une chasse manuelle, déclenchée par l'opérateur.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Et la séquence qui suit se déroule comme le montre la figure 10 :

- ✓ la vanne 3 voies passe en recirculation de combustible.
- ✓ à l'aide du débit calculé lors du démarrage du cycle, l'unité de commande signale à

l'électrovanne de s'ouvrir de façon à ce que de l'eau de déplacement soit ajoutée pour pousser le combustible contenu dans le bol vers la pile de disques.

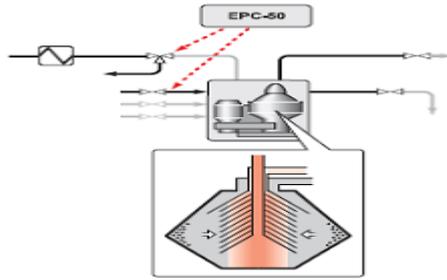


Figure 10 : Ajout d'eau de conditionnement [3].

Après écoulement de la durée calculée pour l'adjonction de l'eau de conditionnement pour le déplacement du fuel, le séparateur effectue une chasse en ouvrant le bol. Les boues accumulées sortent du bol comme l'indique la figure 11.

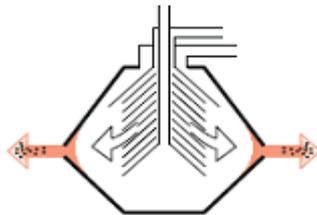


Figure 11 : Ouverture du bol [3].

L'eau de conditionnement est ensuite ajoutée, et un nouveau cycle de séparation commence.

II.3.5. Test de la teneur en eau (MT50)

a. Rôle du MT50

Le rôle du capteur MT50 est de déterminer la quantité d'eau présente dans le fluide après séparation.

b. Principe du détecteur d'eau MT50

Ce capteur est constitué de deux tubes concentriques jouant le rôle de capacité. L'eau étant beaucoup plus conductrice que l'huile ou le HFO, la moindre variation de la quantité d'eau dans le fluide sera aussitôt détectée, mesurée. Cet organe est essentiel pour garantir la

qualité de fuel traité.

II.4. Schéma de séquences des séparateurs commandés par l'EPC50

Le diagramme de séquence est la représentation graphique des

interactions entre les actions et le système selon un ordre chronologique.

II.4.1. Démarrage

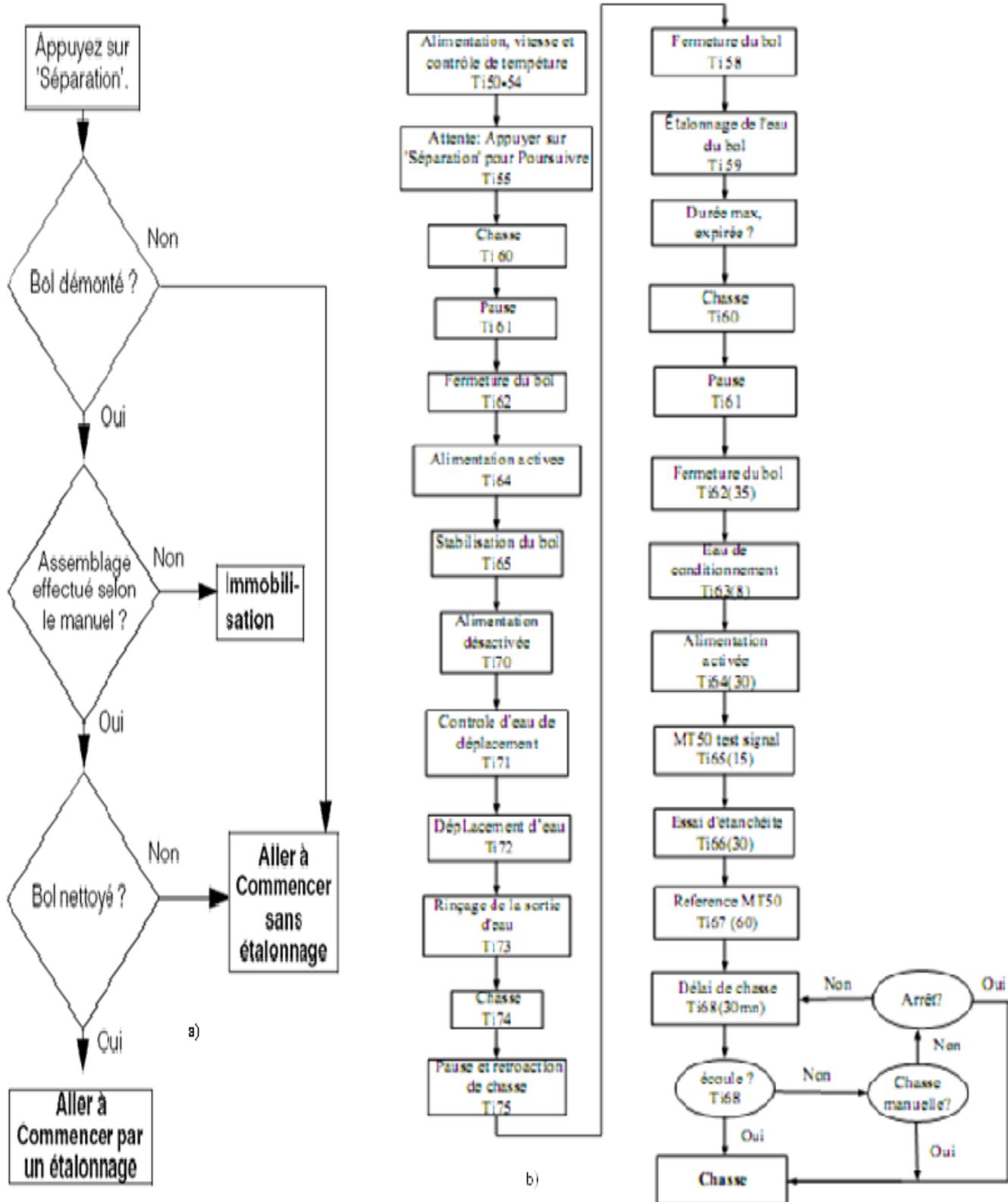


Figure 12 : Démarrage du procédé (a) et démarrage avec étalonnage(b). [15].

II.4.2. Démarrer sans étalonnage et chasse.

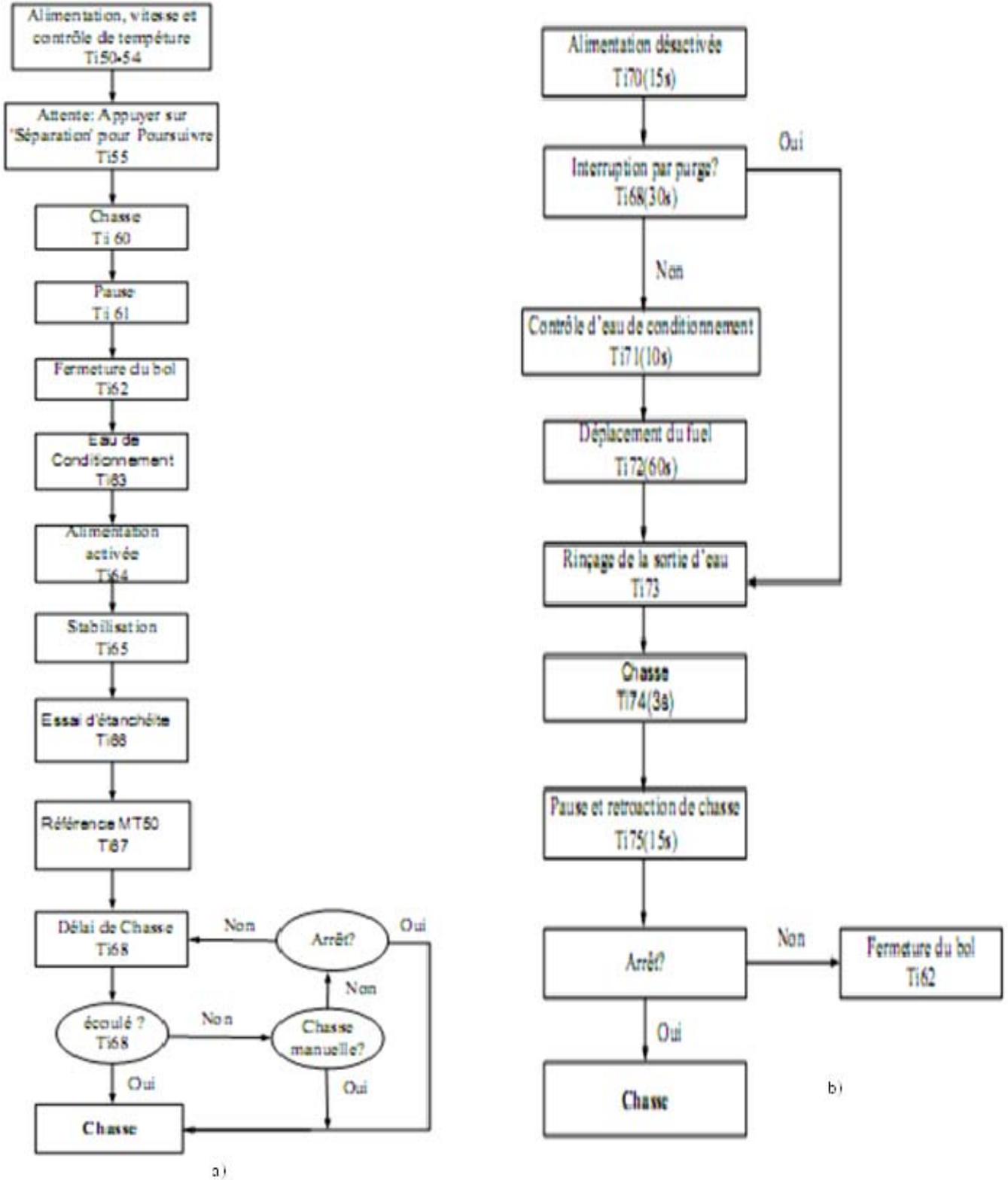


Figure13 : Démarrer sans étalonner(a) et chasse(b)[15].

Dans ce chapitre, nous avons donné le rôle et les étapes de fonctionnement du séparateur HFO .Le chapitre suivant, donne les différents matériels utilisés et la méthode de résolution des différents problèmes posés.

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODE

Au chapitre précédent, nous avons donné le principe de fonctionnement du séparateur de la centrale. Dans ce chapitre, nous présenterons des matériels et la méthodologie d'étude.

III.1. MATERIELS UTILISES

- **Appareils de mesure**

Ce travail dans sa réalisation a nécessité l'utilisation de plusieurs types d'appareils. Nous avons utilisé le Thermomètre pour mesurer la température du HFO, avant et après séparation, le Densimètre pour mesurer la densité du fluide, le Mégohmmètre pour étudier l'isolement avant la séparation, Multimètre et Pince -ampérométrique, pour mesurer respectivement les tensions et l'intensités de chacun des constituants du séparateur, et le Télérimètre pour la prise de terre. Les caractéristiques de ces appareils sont données dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Appareils de mesure

Appareils	gamme effective	Caractéristiques
Thermomètre	0 à 100°C	± 0.1° C ,made in Germania
Densimètre	50—500ml	± 2,5 , à 20°C
Mégo ohmmètre	-	Metriso 5000A-M580A
Multimètre	(U _{max} =600V ;I _e =400A)	Chauvin Arnoux-C.A5260
Télérimètre	-	C.A 6462
Pince ampérométrique	-	Chauvin Arnox F03

La figure suivante nous donne les différents appareils utilisés :



Figure 14 : Appareils de mesure

- **Matériels Numériques**

Des documents scientifiques appropriés ont été utilisés .La simulation numérique est effectuée sur un ordinateur portable pentium M où les logiciels Excel, Tecplot ,Origin etc. nous ont permis d'obtenir les courbes .Le langage de programmation C++ est utilisé pour générer les résultats de la simulation numérique.

III.2. Méthodologie

III.2.1. Généralités sur les indicateurs de performance

Un indicateur de performance est caractérisé par un objectif, une mesure d'efficacité et des variables d'action. L'objectif représente l'état espéré, la mesure, l'état réel et la variable d'action, l'un des leviers sur lesquels on peut agir en fonction de l'écart entre l'objectif et la mesure. « **Produire plus et mieux sans investissement productif supplémentaire est possible si l'on s'attaque aux gaspillages** ». Tel est l'objectif final de la méthode ECOGRAI qui permet la conception et l'implantation des systèmes d'indicateurs de performance ; et de la Totale Productive Maintenance (TPM) dont en plus du Taux de Rendement Synthétique (TRS) qui est l'indicateur de base, la mise sur pied de la TPM, peut définir d'autres indicateurs suivant les dysfonctionnements du secteur

étudié dans le but de réduire les pertes et d'augmenter l'efficacité. Ces indicateurs peuvent être temporaires ou permanents.

III.2.2 Généralités sur la méthode ECOGRAI

III.2.2.1. Définition

La méthodologie GRAI est une méthode de modélisation et d'analyse des systèmes de décisions des entreprises de production de biens ou de services.

III.2.2.2. Origine

Elle a été mise au point par le groupe de recherche GRAI du Laboratoire d'Automatique et de Productique de l'Université Bordeaux I durant les années 80. Au cours de ces dernières années, cette méthodologie a beaucoup évolué en terme applicatif dans l'objectif d'améliorer les performances des systèmes de production ou des entreprises. Douze modules méthodologiques ont été développés, supportés par le logiciel IMAGIM: GIM pour les modélisations, diagnostic et conception du système cible pour l'ingénierie des systèmes industriels, ECOGRAI pour la conception et l'implantation d'un système d'indicateurs de performance et bien d'autres [8].

III.2.2.3. Objectifs

En analysant la situation actuelle concernant les indicateurs de performances, nous constatons qu'il n'est pas simple de les identifier, de les localiser et de les faire vivre. En général, le nombre d'indicateurs implantés est important, et par conséquent, il est difficile de les mettre à jour. De plus, ils ne couvrent pas toujours la totalité du domaine de production en termes de fonction et de niveau de décision. On remarque également que ces indicateurs de performances sont peu efficaces, car ils ne sont pas directement connectés avec les moyens d'actions sur lesquels les décideurs peuvent agir pour atteindre les objectifs fixés. Cette dernière remarque explique certainement le fait que les décideurs de production n'utilisent pas de façon profitable les informations fournies par les indicateurs de performances. ECOGRAI est une méthode pour concevoir et implanter les Systèmes d'Indicateurs de Performances (SIP) pour évaluer la performance technico-économique des entreprises industriels et de services. Ce SIP doit contenir un nombre limité et cohérent d'indicateurs de performances avec une répartition régulière.

III.2.2.4. Présentation de la méthode ECOGRAI

Il existe deux étapes principales dans cette méthode: la conception et l'implantation.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Le résultat de la phase de conception est un ensemble cohérent de fiche de spécifications décrivant chaque Indicateur de Performances (indicateurs, acteurs concernés, informations et traitements nécessaires). L'implantation et l'exploitation du SIP peuvent être supportées par un outil simple de traitement de l'information (tableur Excel).

Les cinq phases de la méthode ECOGRAI

La démarche ECOGRAI va de la modélisation de la structure de pilotage à la conception du système d'information des indicateurs de performances. Dans le cadre de notre étude, nous nous arrêterons à la phase 3.

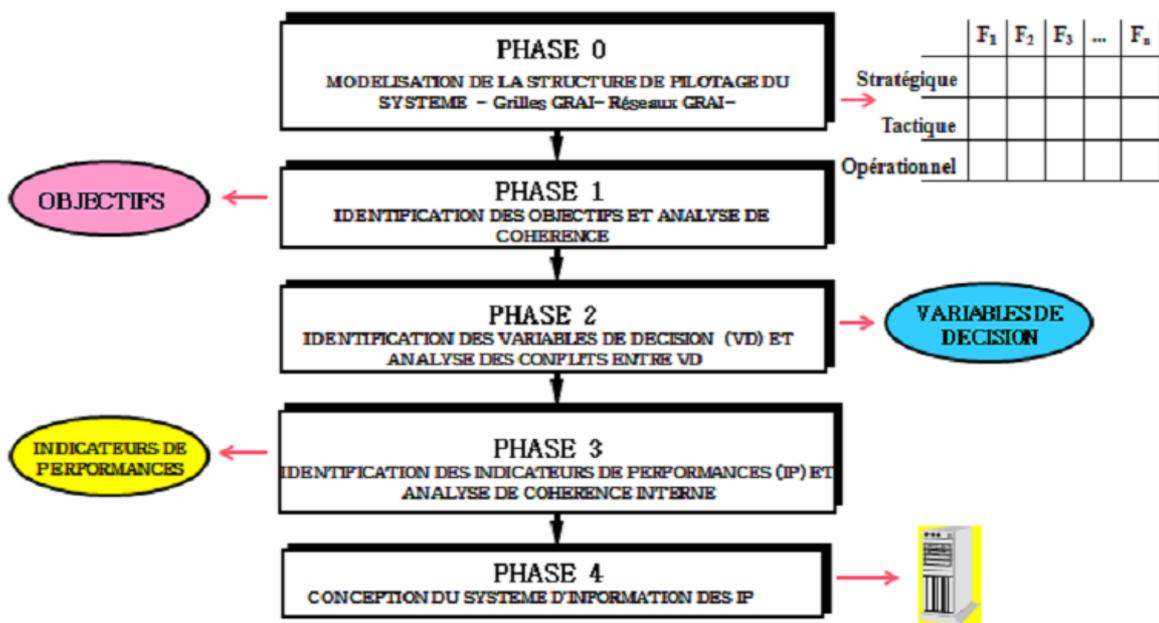


Figure 15 : Les étapes d'ECOGRAI [8].

III.2.2.5. Caractéristiques de la méthode ECOGRAI

Les caractéristiques principales de l'approche d'ECOGRAI sont :

- Une démarche logique (d'analyse et de conception) de modélisation qui nécessite une approche descendante c'est à dire décomposer les objectifs des niveaux stratégiques en objectifs pour les niveaux tactiques et opérationnels .
- Une démarche concrète de mise en œuvre participative qui nécessite une approche ascendante qui développent un dialogue entre les différents niveaux de l'hierarchie et permettent de mieux comprendre l'expression des indicateurs de la part des futures

utilisateurs .

- L'utilisation des outils et des supports graphiques : Grilles et Réseaux GRAI, Diagramme (graphe) de Décomposition, Tableau de Cohérence, Fiche de Spécification.

- Distribution cohérente des indicateurs de performance suivant deux axes, l'axe de différentes fonctions et l'axe de différents niveaux décisionnels, stratégiques (long terme), tactiques (moyen terme), et opérationnels (court terme).

- Sélectionner et choisir un nombre limité d'indices de performances IP selon l'approche originale qui se compose de trois étapes successives :

- Identification des objectifs assignés aux décideurs ;
- Identification des variables de décision ;
- Identification des indicateurs de performance pertinents aux variables de décision.

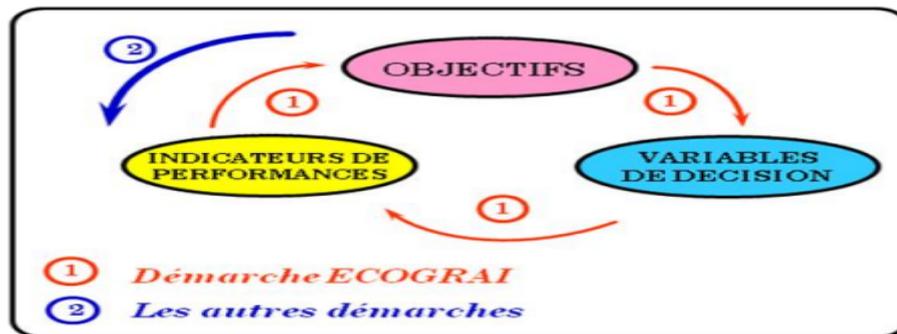


Figure 16 : Démarche ECOGRAI [8].

III.2.3. Généralités sur la Total Productive Maintenance

III.2.3.1. Définition de la TPM

La TPM est, selon Sei-Ichi Nakajima, « une démarche d'amélioration des performances de l'équipement en impliquant tout le personnel de l'entreprise à travers des activités en petits groupes ». La TPM est bien connue des milieux industriels du secteur concurrentiel, car ses résultats sont spectaculaires et surtout pérennes. Pris individuellement, les mots de la TPM peuvent se définir de la manière suivante :

- **Maintenance** : maintenir en bon état, c'est-à-dire réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire,
- **Productive** : assurer la maintenance tout en produisant, ou en pénalisant le moins possible la production,
- **Totale** : considérer tous les aspects et y associer tout le monde.

III.2.3.2. Présentation de la démarche TPM

De nos jours, la TPM est considérée **comme une démarche d'amélioration continue de la performance industrielle** qui, s'inscrit dans une politique de maîtrise totale de la qualité et de l'excellence. La philosophie du concept TPM c'est la recherche de la productivité maximale du système industriel, de l'utilisation maximale du potentiel productif.

C'est à ce titre que l'on parle de la recherche du zéro panne. La TPM est une démarche globale et continue qui contribue à la réalisation de deux objectifs :

- Elle détermine précisément ce qui se passe lors du dysfonctionnement d'une machine afin d'en éliminer la cause. Ici, les pertes du TRG sont essentiellement dues à des problèmes provoqués par les techniciens de la maintenance et par les opérateurs. Elles font également suite aux défaillances d'encadrement.
- Elle lutte contre les défaillances les plus répétitives, afin de limiter leur fréquence pendant une période de temps donnée. Dans cette phase d'amélioration, les opérateurs doivent travailler en corrélation avec la maintenance en entretenant eux-mêmes les équipements. La TPM est donc, selon A. GRATACAP, « un outil de gestion des aléas dans la mesure où elle limite la fréquence et la durée des actions de maintenance des actions correctives ». Les entreprises ayant mis en place un projet TPM ont vu grimper leur productivité de 30% l'année suivante.

Le groupe TPM part du constat réel du terrain et des performances des Systèmes.

Ce constat doit se faire directement par les opérateurs, suivant des fiches de relevés journaliers. Au démarrage d'une démarche TPM, les relevés automatiques sont à proscrire car, alors, le personnel ne s'approprie pas la démarche et les causes de dysfonctionnements ne sont pas aussi précises que lors des relevés manuels.

Le groupe TPM définit des indicateurs de suivi En plus du TRS qui est l'indicateur de base, le groupe peut définir d'autres indicateurs suivant les dysfonctionnements du secteur étudié (indicateur de qualité, indicateur de disponibilité des équipements, indicateur de déprogrammation). Ces indicateurs peuvent être temporaires (suivis de micros défaillances) ou permanents.

Le groupe TPM constate les résultats et les performances des systèmes

Le groupe TPM est souvent surpris par les premiers constats. Un TRS de 50 % veut

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

dire que l'on vend bien 1 heure sur 2 (l'entreprise perd une heure de production sur deux), c'est quelque chose que le personnel a du mal à imaginer. Ce constat se fait équipe par équipe, jour par jour, puis en groupe une fois par semaine ; il provoque une première prise de conscience et c'est le début d'un changement de comportement.

Le groupe TPM analyse les dysfonctionnements

Lors des réunions, l'analyse des dysfonctionnements est une des phases les plus riches de la démarche TPM, car tous les dysfonctionnements de l'entreprise apparaissent.

L'apport d'un animateur extérieur est déterminant lors de ces premières réunions afin que celles-ci ne tournent pas au règlement de comptes. En effet, se faisant, le groupe se rend compte de toutes les pertes de performance.

Le groupe TPM propose des améliorations

Après hiérarchisation des enjeux, le groupe TPM doit proposer des améliorations.

Pour cela, deux cas de figures peuvent se présenter :

- le groupe en interne, a les compétences et les moyens pour analyser le problème et suggérer des améliorations ;
- il ne les a pas et peut faire appel à des compétences extérieures.

Dans les deux cas, le groupe est garant de la méthodologie et ne proposera des améliorations que si leur retour sur investissement peut être mesuré.

Le groupe TPM suit la réalisation des améliorations proposées etc.

III.2.3.3. Avantages d'un projet TPM

Comme expliqué précédemment, une des forces du TPM est de faire converger vers le même indicateur (TRS) les efforts de différents services, avec à la clé, une diminution spectaculaire des coûts de revenu. La TPM présente plusieurs avantages parmi lesquels :

- accroissement de la productivité (produits fabriqués en moins de temps) ;
- amélioration de la qualité (moins de dérèglages) ;
- diminution des coûts de maintenance ;
- réduction des stocks de sécurité entre les phases successives du processus de production ;

- diminution des coûts de main d'œuvre (un même opérateur peut conduire davantage de machines, puisqu'elles nécessitent moins de surveillance) ;
- réduction des besoins en investissements (moins de machines pour la même production).

III.2.3.4. Les types de pertes à mesurer en TPM

La méthode TPM distingue six types de pertes parmi lesquelles :

1. les pannes lors des relevés de production ;

Dans les entreprises, dès qu'il y a un arrêt non identifié, on le classe en panne, de même que lorsqu'il s'agit d'un arrêt pour non formation des opérateurs, ou pour non maîtrise du procédé. Une panne est un arrêt accidentel d'un fonctionnement.

2. les changements de séries ou réglages ;

Lors qu'on ne remet jamais en cause le réglage des équipements dans une usine, on court le risque d'une augmentation non justifiée des changements de séries. Ceci peut être causé par les différentes variations de la qualité de matières premières en entrée. Après quantification de ces changements, il convient alors de les estimer en tant que pertes de production. Concernant les réglages, deux attitudes sont possibles :

- soit on accepte de faire des réglages en les justifiant par une certaine complexité intégrant les matières entrantes;
- soit on ne les accepte pas et l'on fait de la prévention en travaillant le plus en amont possible, sur les tolérances admissibles, afin de ne pas avoir besoin de réglages.

3. Les marches à vide et/ou les micros arrêts ;

Les marches à vide regroupent les temps où l'on fait tourner les équipements sans produire. Cela se fait surtout lors des démarrages, des débuts de cycles. Les micros arrêts ou micros défaillances sont beaucoup plus difficiles à piéger car ce sont des arrêts qui durent 20 à 30 s, qui peuvent être très fréquents, que l'on ne note généralement pas ; il est donc difficile de les quantifier et donc de les analyser et de les supprimer.

4. Les ralentissements, les sous-vitesses ;

Lorsque l'équipement ne tourne pas à sa vitesse nominale, il y a perte par ralentissement ou sous-vitesse. Parmi les causes expliquant la baisse des vitesses nominales, nous pouvons citer : l'usure prématurée des outils ; la mauvaise qualité des produits ;

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

la fin de cycle. fonctionnement (vitesse de rotation, température, pression).etc.

III.2.3.5. Répartition des temps d'état d'un système de production

La répartition des temps de production sur un cycle de fonctionnement nous permet de distinguer les périodes de production théorique, les périodes de production réelle et celle de production du fuel de qualité. Ces périodes sont fonction des temps des différentes étapes du processus de traitement et matérialisées sur la figure 38 ci-dessous.

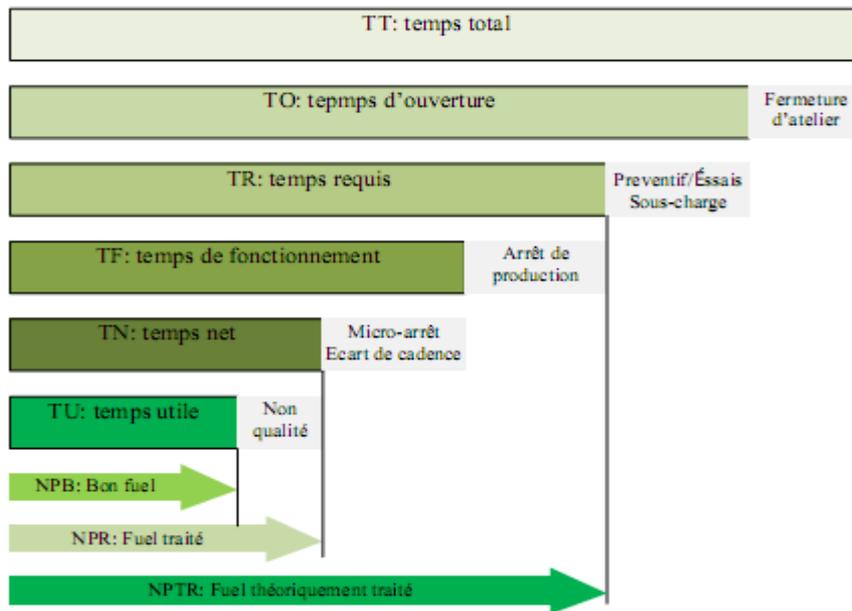


Figure 17 : Répartition des temps d'état d'un système de production

(Voire cours PR. Djomo).

Du **temps total**, enlevons le temps de fermeture de l'atelier. Il reste le temps d'ouverture. Au **temps d'ouverture**, retirons le temps lié aux interventions préventives nous obtenons le temps idéal de fonctionnement. A ce temps on soustrait les pertes par arrêt (pannes, réglages...) : il reste le **temps brut de fonctionnement**, duquel nous soustrayons la non-performance (marche à vide, diminution d'allure...). Il reste le **temps net de fonctionnement**. En retirant la non-qualité (défauts, pertes au démarrage), il reste le **temps utile**.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents matériels utilisés, la méthode d'ECOGRAI et la Total Productive Maintenance. Ces différentes méthodes permettent d'évaluer la performance technico-économique des entreprises industrielles et de services. Au chapitre suivant, nous appliquerons une de ces méthodes sur les séparateurs HFO et nous ferons une analyse et discussion des résultats.

CHAPITRE IV : APPLICATION DE LA METHODE, ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION.

Au chapitre précédent, nous avons présenté les matériels et méthodes d'étude. Dans ce chapitre, nous ferons une brève étude de l'état de fonctionnement des séparateurs et une Analyse et discussion des résultats.

IV.1. Étude de la situation actuelle du séparateur

L'atteinte des objectifs de notre travail nécessite, une bonne connaissance de l'état de fonctionnement des installations existantes sur le plan de la disponibilité, des maintenances correctives et la maîtrise des pertes en combustible ainsi que des coûts alloués à l'élimination des eaux huileuses résiduelles. Pour y parvenir, nous nous sommes intéressés au nombre de cycles par séparateur, pendant les mois d'avril et de mai afin :

- a) D'évaluer la performance des équipements ;
- b) De trouver les variables de contrôle adéquats pour améliorer ces performances.

IV.1.1. Indicateurs de performance

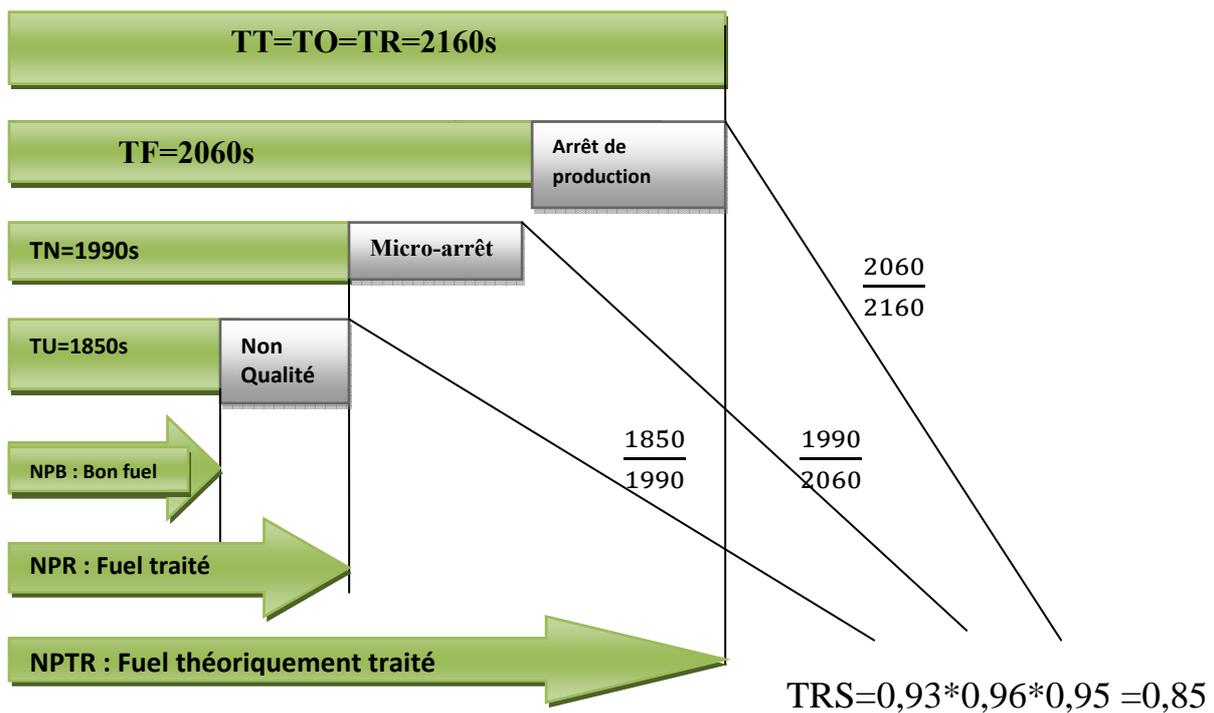


Figure 18 : Répartition des temps d'état d'un cycle de 35 min des séparateurs à HFO.

L'arrêt de production pour tout le cycle est de **100secondes**, les micro-arrêts apparaissent tous les **5minutes** et durent au max **10secondes**, soit **7 micro-arrêts** pour ce cycle.

Le TRG(taux de rendement général) est de **85 %**, ce qui veut dire que l'on vend bien **51 minutes** sur **60**. L'entreprise perd **09 min** de production sur **60** ; avec un débit théorique

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

de **9 m³/h**, on a **1,35 m³** de HFO supplémentaire qu'elle aurait dû être traiter pendant les **09 minutes** perdues.

Tableau 7 : Analyse des indicateurs de performance avant expérience

Indicateurs	Valeurs	Interprétations
TRS=TRG	85%	1,35 m³ de HFO supplémentaire qu'il aurait dû traiter sur (8,1±0,1) m³ traités par heure
Disponibilité	95%	bonne disponibilité
Taux d'efficacité	96%	L'équipement présente beaucoup de micros arrêts sur le temps de cycle de 35 min
Taux de qualité	93%	On perd en qualité 7 m³ de HFO traité sur 100

On trouve également :

- Quantité de HFO traité en 1heure : **8,15989 m³** ;
- Quantité de HFO propre obtenue en 1heure: **7,616528 m³**
- Résidus ou déchets obtenus en 1heure (boue+eau huileuse +eau propre) :**0,543362 m³**
ou 543,362litres ;
- Quantité de boue obtenue en 1heure :**84,764472litres** ;
- Rendement de séparation : **93,341%** ;
- Durée d'une chasse : **4min52seconde**.

IV.2. Analyse des causes relatives à la baisse de performance du séparateur.

a) Causes liées au fonctionnement

- Compression des joints d'étanchéité entre la partie supérieure du bol, la barre de manœuvre et la partie inférieure du bol.
- Réduction de la vitesse de rotation de 300 tr/min, qui a son tour entrainera une sollicitation des pastilles d'embrayage lors de la remontée en vitesse .
- Fortes vibrations de l'appareil causant desserrage des boulons .
- Vieillessement des séparateurs : les séparateurs de la centrale thermique ont une durée de **9ans**.
- Baisse de performance ce qui entraine une diminution de rendement, ceci peut également provenir de l'état du HFO, car sur le marché, existe du Fuel lourd N° 1 de PCI (**10300 à 10450 kcal/kg**) et du Fuel lourd N°2 de PCI(**10200 à 10300 kcal/kg**) ;
- Mauvais entretien de l'équipement ;

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

-La qualité du personnel : à la centrale, plusieurs employés ne maîtrisent pas le fonctionnement du séparateur, les problèmes sont souvent résolus à tâtons, et une mauvaise manœuvre du séparateur peut automatiquement engendrer une baisse de rendement.

-L'effet du changement climatique: Le HFO est stocké dans des cuves, qui doivent être maintenues à une certaine température grâce aux résistances chauffantes et thermostat. Or la température régulée par le thermostat dépend du milieu ambiant et nous savons que plus la température est élevée, plus le rendement de séparation est considérable etc.

b) Autres causes

-Le **déversement** peut provenir du trop plein du réservoir de boue ; d'un dysfonctionnement ou d'une mauvaise manœuvre du séparateur ; mais aussi de l'état de conduite des tuyauteries du séparateur au Day tank .

-Le **niveau de boue élevé** signalé régulièrement sur EPC 50 après moins de 10 heures de séparation est dû en grande partie au vieillissement du séparateur, à ceci s'ajoute :

- 🌱 La qualité de HFO utilisé ;
- 🌱 Usure et dysfonctionnement du bol de séparation ;
- 🌱 Insuffisance d'eau dans le bol lors de la séparation ;

La figure suivante, nous donne la production des déchets par séparateur.

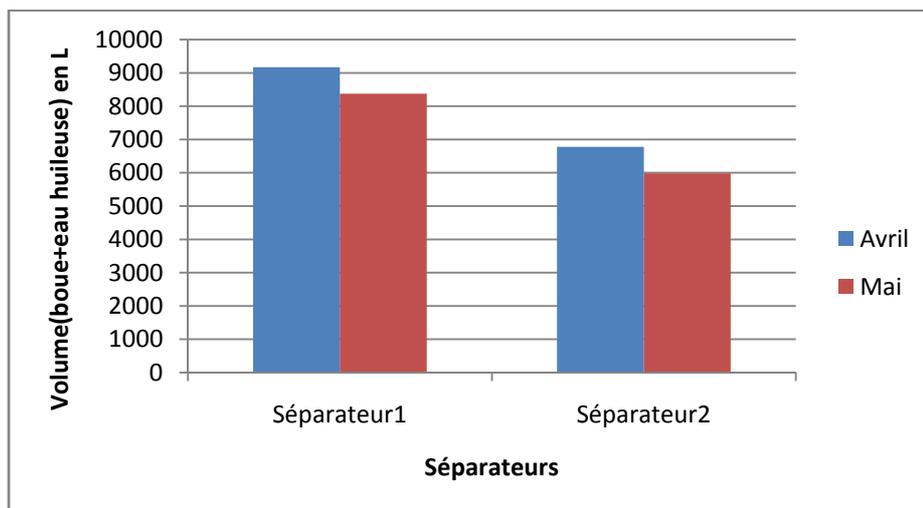


Figure 19 : Production des déchets par séparateur pendant les mois d'Avril et Mai

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Le volume de boues produit pendant deux mois , de fonctionnement (108 cycles), et suivant une durée de cycle de **35 minutes** nous donne **4849,7284 litres** pour les deux (02) séparateurs. Le traitement du litre de boue étant de **900 FCFA**, ce qui engendre un coût supplémentaire total de **4364755,56 FCFA** pour leur incinération.

▪ Le taux d'étanchéité de l'installation.

Il représente la fraction de temps , effectivement utilisée pour produire du HFO propre . Une perte d'étanchéité de l'installation aura pour conséquence une augmentation de boue dans le sludge de boue.

(3)
$$F = \frac{\sum_i t_i}{T}$$
 avec : F =taux de fuit t_i est le temps effectif de fonctionnement sur une intervalle T. À l'aide du taux de fuite, nous quantifierons le

niveau d'étanchéité (E) de l'installation par l'expression :

$$E = 1 - F \quad (4)$$

La figure ci-dessous nous présente de façon générale l'évolution de l'usure des éléments fonctionnels à l'instar des joints d'étanchéité.

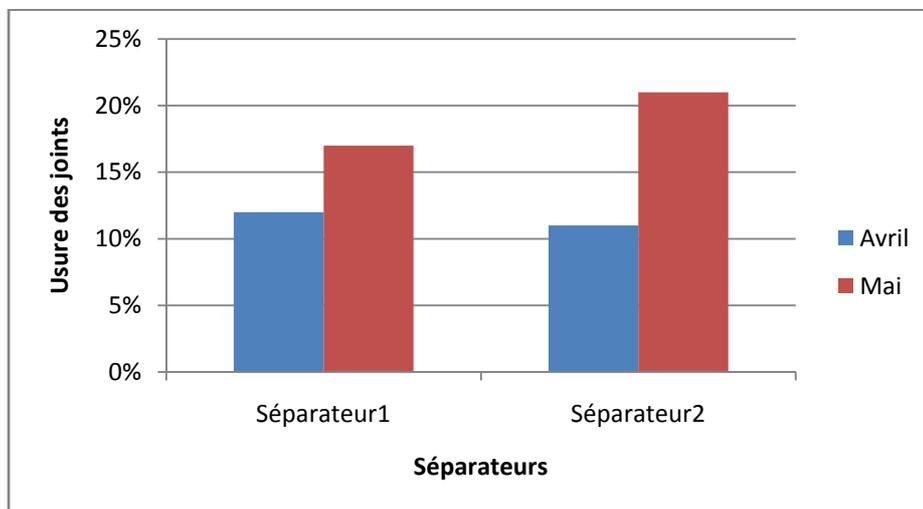


Figure 20 : Usure des joints d'étanchéité en fonction des séparateurs

L'usure des joints d'étanchéités est de 17% pour le séparateur 1 et 21% pour le séparateur 2 au mois de mai, ceci certifie la mauvaise performance de l'équipement. Les figures ci-dessous montrent la variation de température et de la vitesse du bol de séparation.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

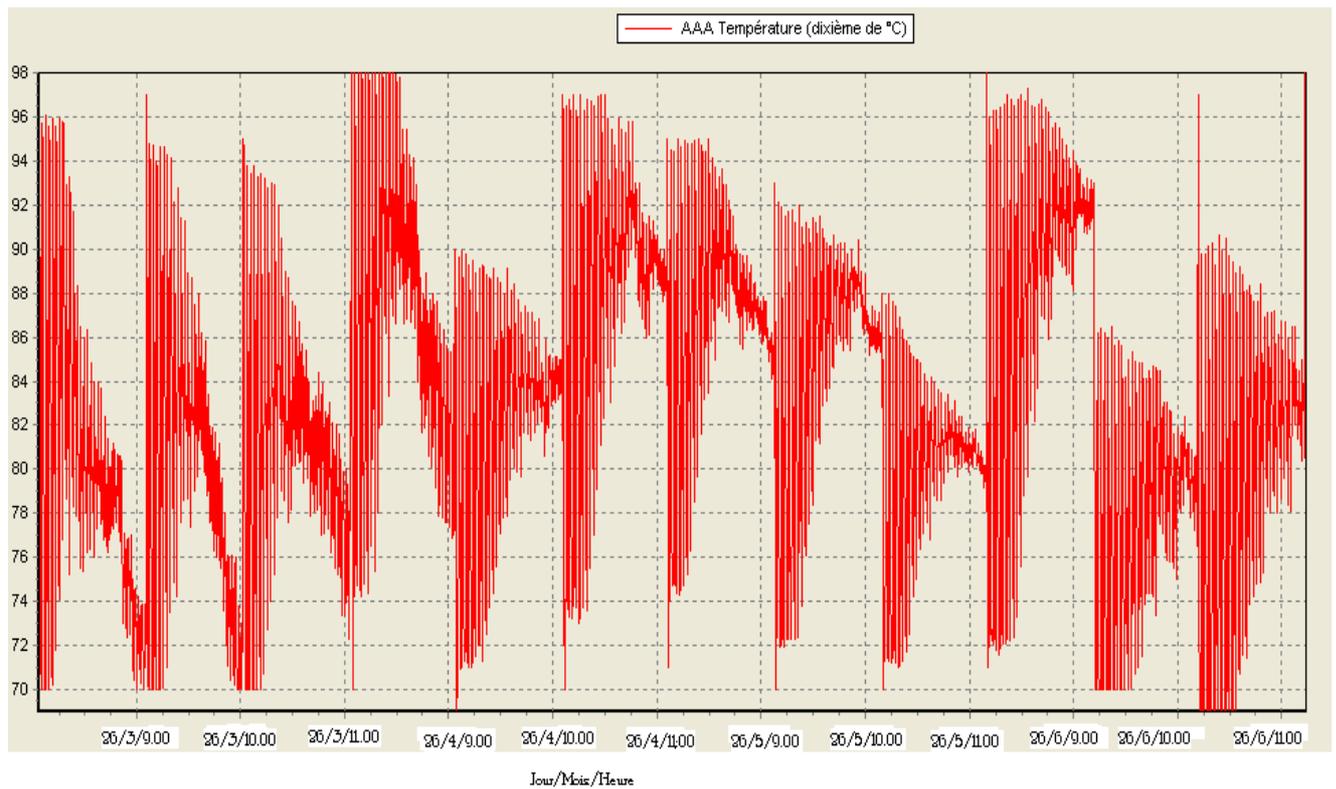


Figure 21 : Variation de la température dans un séparateur

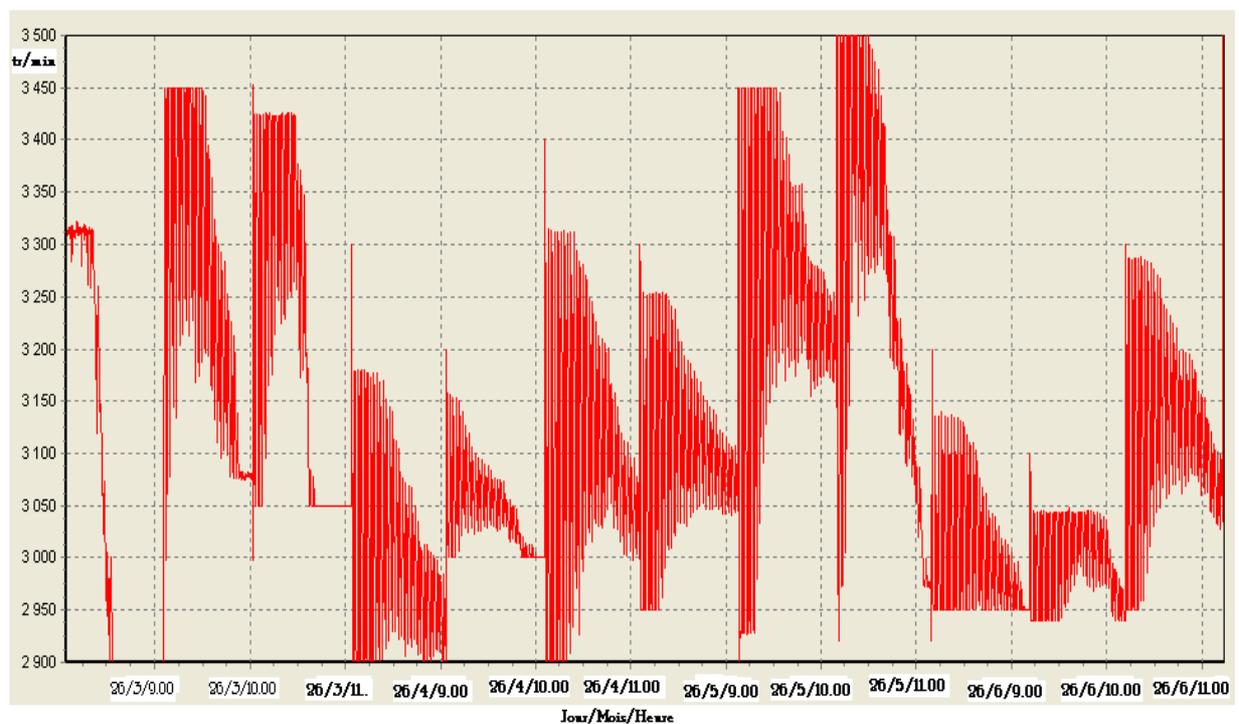


Figure 22 : Variation de la vitesse de rotation du moteur bol de séparation

La température varie jusqu'à 98°C, tandis que la vitesse de rotation du moteur atteint parfois 3500tr/min.

IV.3. Identification des indicateurs de performances

L'objectif de la méthode **TPM** dans notre démarche étant de ressortir les indicateurs dont le choix se fait à partir des six types de pertes qu'on veut réduire. Ces pertes TPM se regroupent en trois catégories d'indicateurs qui donnent une vue d'ensemble de la Performance d'une machine. Ainsi nous avons entre autre :

- ✓ La disponibilité opérationnelle (Do) qui est fonction des temps de pannes et des temps de changement de séries ;
- ✓ Le taux de performance (Tef) des temps de cycles longs (courants pour les automatismes pneumatiques) et des micro-arrêts ;
- ✓ Le taux de qualité (Tq) qui est fonction des taux de rebuts et des pertes au démarrage et à l'arrêt des machines.

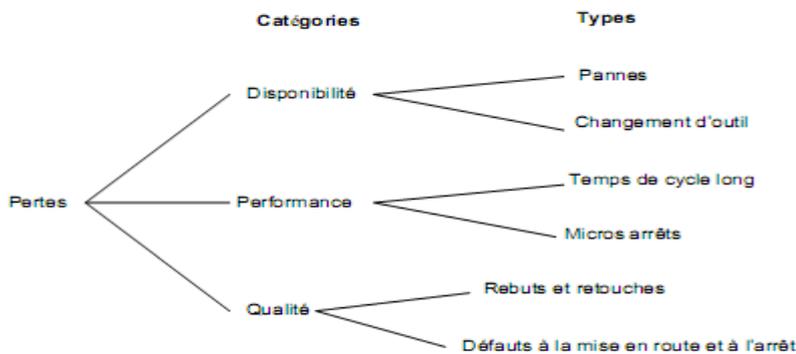


Figure 23 : Répartition des pertes TPM fonction des indicateurs de performance.

IV.3.1. Choix des indicateurs de performances

Il existe plusieurs types d'indicateurs de performances parmi lesquels :

IV.3.1.1. Le Taux de Rendement Synthétique (TRS)

Le TRS est un indicateur de productivité sur l'utilisation effective d'un moyen de

production. Il aide l'utilisateur à cibler les actions d'amélioration les plus stratégiques. Il permet d'identifier les pertes. Il représente un excellent outil d'investigation et est égal au temps utile de fonctionnement divisé par le temps requis.

$$TRS = \frac{TU}{TR} = \frac{\text{Temps Utile}}{\text{Temps requis}} \quad (5)$$

1. La disponibilité opérationnelle (Do)

La disponibilité opérationnelle d'un équipement ou d'un système est une mesure de performance qu'on obtient en divisant la durée pendant laquelle ledit équipement ou système est opérationnel par la durée totale pendant laquelle on aurait souhaité qu'il le soit. On exprime classiquement ce ratio sous forme de pourcentage et caractérise l'aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs est assurée.

$$Do = \frac{TF}{TR} = \frac{\text{Temps de Fonctionnement}}{\text{Temps Requis}} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (6)$$

Où :

MTBF : moyenne des temps de bon fonctionnement

MTTR : moyenne des temps techniques de réparation

2. Le taux d'efficacité (Tef)

Le taux d'efficacité d'un système qualifie sa capacité à parvenir à ses fins, à se objectifs (ou à ceux qu'on lui a fixés). Autrement dit, c'est la performance de l'équipement par rapport aux spécifications du fabricant.

$$Tef = \frac{TN}{TF} = \frac{\text{Temps Net}}{\text{Temps de Fonctionnement}} = \frac{\text{Capacité atteinte au poste}}{\text{Capacité technique réelle du poste}} \quad (7)$$

3. Le taux de qualité (Tq)

Le taux de qualité est la quantité de produits respectant les critères de qualité par rapport à la quantité totale de produits fabriqués pendant les heures productives.

$$Tq = \frac{TU}{TN} = \frac{\text{Nbre de pièces Bonnes}}{\text{Nbre de Pièces Réalisées}} \quad (8)$$

Calcul du TRS



$$TRS = Tq \times Do \times Tef \quad (9)$$

L'analyse des composantes du TRS indique où les efforts sont à porter.

IV.3.1.2. Le Taux de Rendement Global (TRG)

Le TRG est un indicateur de productivité sur l'organisation industrielle. C'est un indicateur économique qui intègre la charge effective d'un moyen de production. Il est égal au temps utile divisé par le temps d'ouverture.

$$TRG = \frac{TU}{TR} = \frac{\text{Temps Utile}}{\text{Temps Requis}} = \frac{NPB}{NTPR} \quad (10)$$

On peut donc définir le TRG comme ce que l'entreprise produit « Produit de Bonne qualité », par rapport à ce qu'elle pourrait produire si tout était « parfait ».

IV.4 Expérience sur les séparateurs

Notre expérience consistera à faire fonctionner le séparateur sur un temps de séparation long (120 min), en observant l'évolution du MT. Si le MT atteint 100, valeur pour laquelle le système commence à effectuer des purges, car la qualité n'y est plus ; nous saurons que le bol est plein d'impuretés (boue + eau) et nous procéderons à une chasse manuelle. Ainsi, le temps maximal de séparation (t_{max}) sera atteint. Si le MT n'atteint pas la valeur maximale, on devra prendre la pente maximale des courbes obtenues par régression linéaire lors des différents cycles, afin de ressortir l'équation définissant l'évolution du MT en début de cycle, en fonction de la durée de séparation. La dite procédure s'effectuera sur une période de plusieurs semaines.

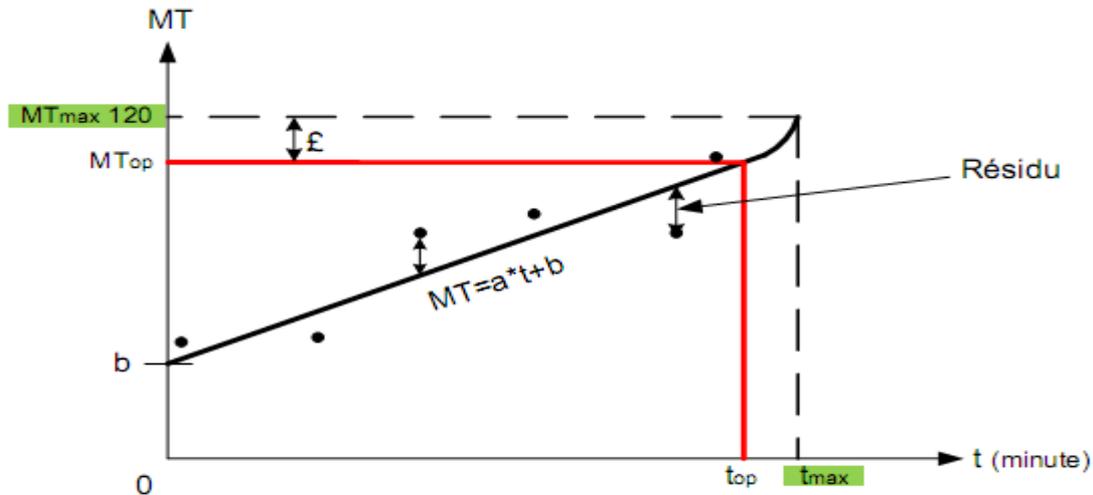


Figure 24 : Modélisation mathématique de l'expérience

(Voire cours Pr. Djomo)

$$\text{Avec } a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_m)(MT_i - MT_m)}{\sum_{i=1}^n (t_i - t_m)}, \quad b = MT_m - at_m \quad (12)$$

£ = Résidu maximal du modèle, $b = MT(0)$

Top = Temps optimal de séparation,

T_m = temps moyen,

t max = temps maximal de séparation.

IV.4.1. Résultats expérimentaux

A l'issue de plusieurs expériences, voici représenté ci-dessous quelques courbes obtenues pendant différents cycles. Le cycle de 35 minutes, dont la qualité du fuel n'est pas très bonne, présente une pente de 0,098 et un coefficient de corrélation de : $R=0,958$; nous laisse comprendre que le modèle d'ajustement est acceptable avec un résidu maximal $£=0,6$. Celui de 120 minutes, avec une pente de 0,023 et un coefficient de corrélation $R=0,991$ traduit un modèle fortement corrélé mais, admet comme erreur, un résidu maximal $£=0,4$.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

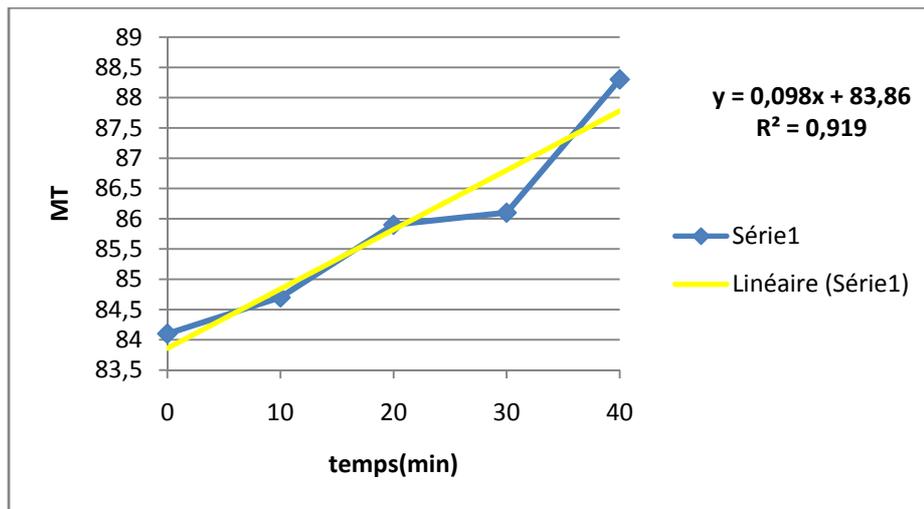


Figure 25 : Evolution du MT sur un cycle de 35min

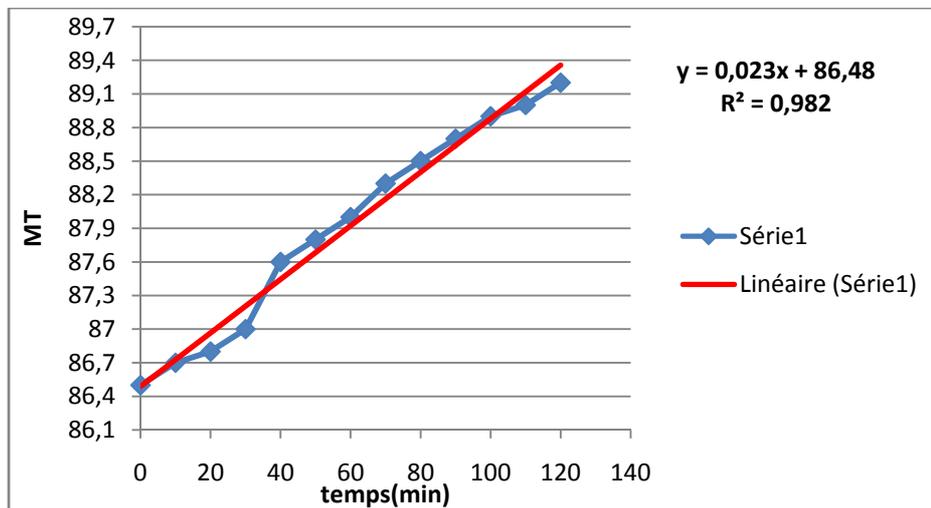


Figure 26 : Evolution du MT sur un cycle de 120min

Ces différentes courbes régressées nous ont permis de ressortir la courbe optimale d'évolution du MT dans le temps (voir figure 46). Cette courbe a pour origine b (MT=89) dont les coordonnées sont celles du fuel de mauvaise qualité, épuré en début de cycle de séparation.

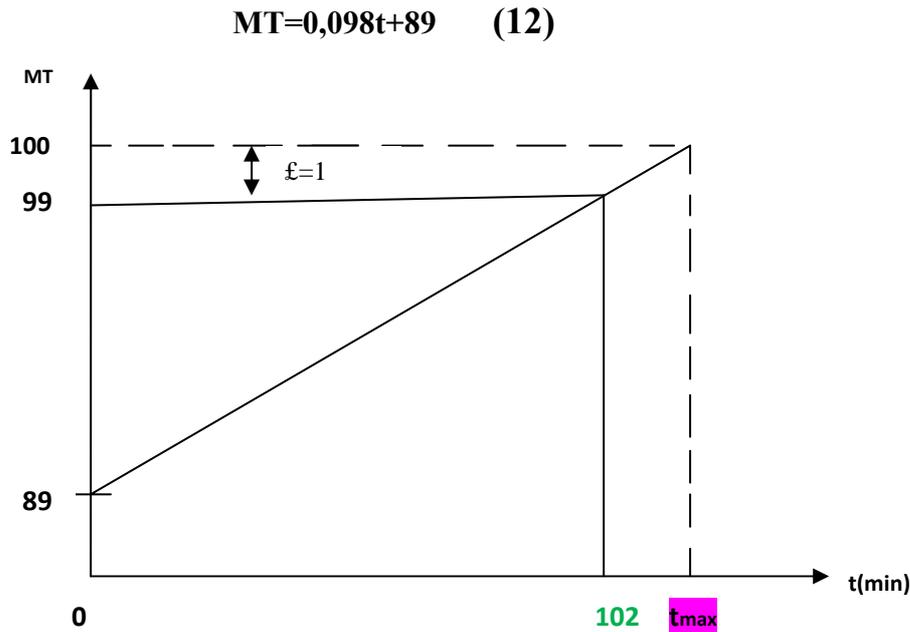


Figure 27: Courbe optimale d'évolution du MT dans le temps

$b = 89$; $a = 0,098$;

$£=1$ = résidu maximal

$t_{op} = 102$ min.

Le temps optimal de séparation trouvé par le modèle est **de 102 minutes**. Si on augmente à ce temps celui de la chasse et de l'admission du fuel dans le bol, on obtient un temps de cycle de **105 minutes**. Nous allons dans la suite nous limiter à un temps de cycles de **105 minutes** pour faciliter nos calculs.

VI.4.2. Situation après l'expérience et résultats

Cette partie vise à mener une analyse comparative des coûts induits par le nouveau paramétrage des séparateurs, notamment le temps de séparation fixé à **100 minutes**.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

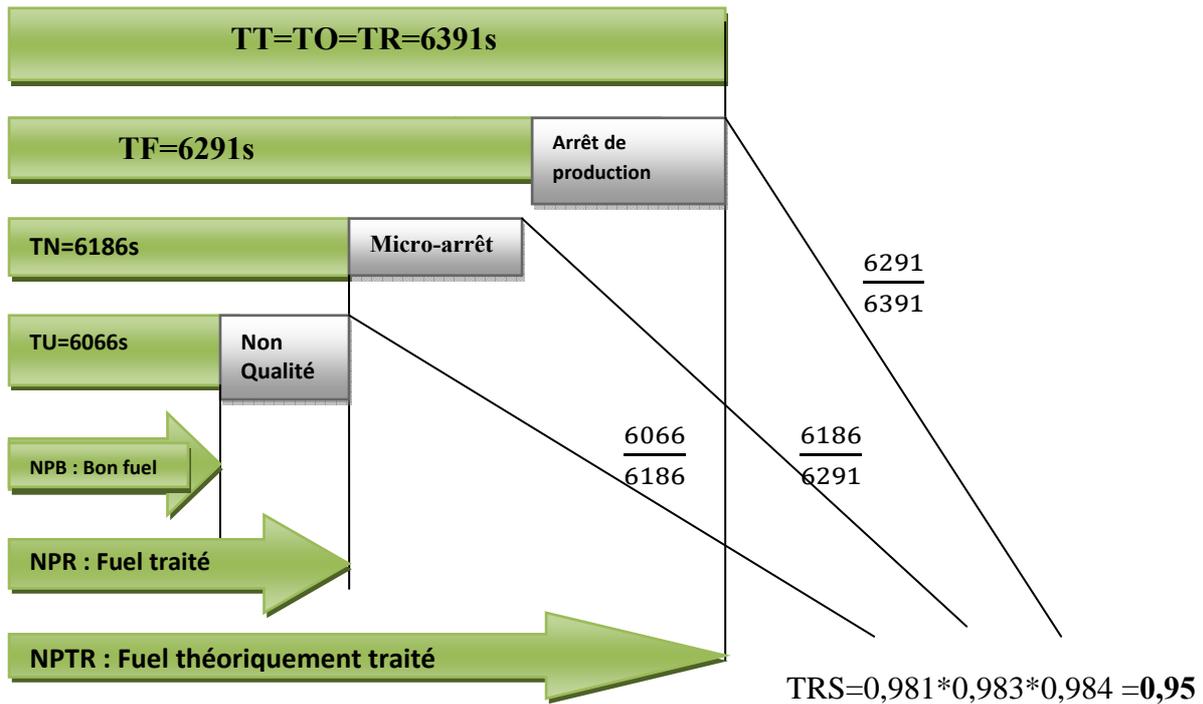


Figure 28 : Répartition des temps d'état d'un cycle de 105min des séparateurs à HFO.

Le TRG est de **95%**, ce qui veut dire que l'on vend bien **57 minutes sur 60** (l'entreprise perd **3 minutes** de production sur **60**), avec un débit de **9 m³/h**, on a **0,45 m³** de HFO supplémentaire qu'elle aurait dû traiter pendant les **3 minutes** perdues.

Tableau 8 : Analyse des indicateurs de performance après expérience

Indicateurs	Valeurs	Interprétations
TRS=TRG	95%	0,45 m³ de HFO supplémentaire qu'il aurait dû traiter sur (8,1±0,1) m³ traités par heure
Disponibilité	98,4%	Equipement toujours disponible
Taux d'efficacité	98,3%	L'équipement présente moins de micros arrêts sur le temps de cycle de 105 min
Taux de qualité	98,1%	On perd en qualité 1,9 m³ de HFO traité sur 100

VI.4.2.1. Production de déchets

🌐 Mois d'avril

Tableau 9 : Situation pendant le mois d'Avril sur un cycle de 105 min

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Séparateurs	Séparateur1	Séparateur 2
Heure de marche (H) : a	21	13
Durée de séparation (H) : b	1,6	1,6
Durée de chasse (H) : c	0,081	0,081
Quantité totale de résidus/cycle(l) : d	484,6	460,6
Nombre de cycle: $e=a/(b+c)$	13	8
Quantité de résidus (l) $d*e$	6299,8	3684,8
Production totale de résidus (l)	9984,6	
Coût de l'incinération (900F/l)	8.986140Fcfa	

Mois de mai

Tableau 10 : Situation pendant le mois de mai sur un cycle de 105min

Séparateurs	Séparateur1	Séparateur 2
Heure de marche (H) : a	18	11
Durée de séparation (H) : b	1,6	1,6
Durée de chasse (H) : c	0,081	0,081
Quantité totale de résidus/cycle(l) : d	484,6	460,6
Nombre de cycle: $e=a/(b+c)$	11	7
Quantité de résidus (l) $d*e$	5330,6	3224,2
Production totale de résidus (l)	8554,8	
Coût de l'incinération (900F/l)	7.699320cfa	

La figure 51 nous montre l'écart de production de déchets suivant les cycles de 35 et 105 minutes pendant les mois de Mars et d'Avril.

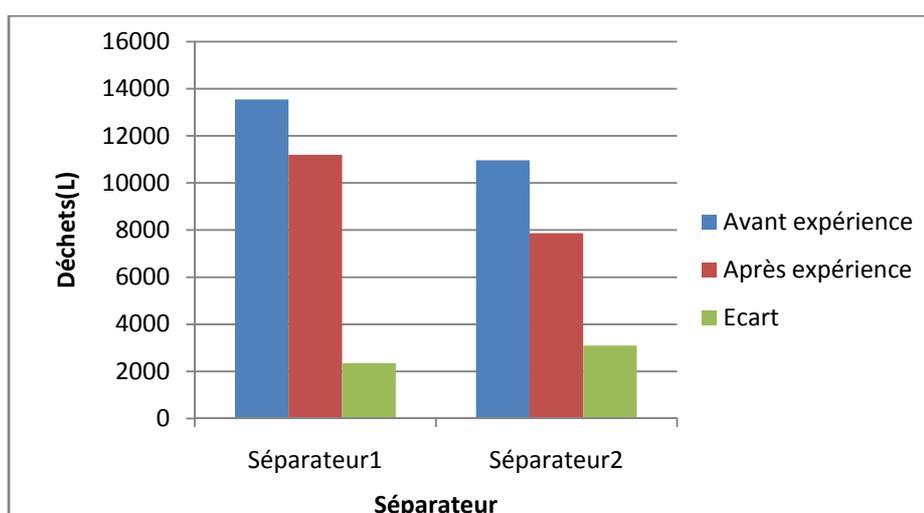


Figure 29 : Ecart de production des déchets suivant les deux régimes de cycle

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Lorsqu'on passe du cycle de **35minutes** au cycle de **105 minutes**, il y'a réduction de **2354,8 litres** de déchets (boues+eau huileuse) pour le séparateur 1 et **3096 litres** pour le séparateur 2. L'usure des blocs de friction et l'usure des joints d'étanchéité diminue de **1,015% à 2,995%**.

VI.4.2.2 Bilan d'étude expérimentale

Tableau 11 : Gains indirects par le nouveau temps de cycle de 105min

Séparateurs		Séparateur1		Séparateur2	
Avant expérience (cycle de 35min)					
nombre					
de cycle		67		41	
Coût de l'incinération		22608720cfa			
Après expérience (Cycle 105min)					
nombre					
de cycle		24		15	
Coût de l'incinération		16685460Fcfa			
temps	2mois	4mois	6mois	1an	2ans
Réduction	5923260	11846520	17769780	35539560	71079120

IV.5. Solutions et analyse financière

-  **Pour lutter contre la baisse de performance** : le cycle de séparation doit être fixé à **105minutes** ceci permet de réduire les pertes d'incinération à **5923260Fcfa**.
-  Mauvaise manœuvre et mauvais entretien entraînant une baisse de rendement de séparation à cet effet, les séminaires de formation doivent être organisés au moins une fois par an dans l'optique de former le personnel de la centrale à mieux maîtriser le fonctionnement du séparateur ou de tout autre appareil. coût alloué :

Dans l'entreprise il existe un spécialiste dudit domaine,

La formation s'étale sur une durée de 5jours + 2jours réservés au déplacement du formateur de son lieu de service à la centrale : **coût 16500Fcfa** par jour donc **115500Fcfa**. Le personnel formé est constituée de 20 personnes (électriciens, mécaniciens, main tenanciers et quelques exploitants), pause café : **2000Fcfa** par formateurs soit une dépense de **200000Fcfa**. Coût total : **350000Fcfa**.

 En plus de la 4000h(tous les 06 mois) qui consiste à inspecté le séparateur, Cette inspection consiste à remplacer les joints d'étanchéité du bol ainsi que ceux du dispositif d'alimentation/évacuation, et la 12000h(chaque 18mois), une révision générale

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

du séparateur ou les joints, les roulements, les blocs de friction et la courroie plate du séparateur sont changés, la **1500h** doit être intégré, vu l'état actuel du séparateur. L'entretien doit se faire au début de semaine. Pour ce qui est du coût de la main d'œuvre, tous les domaines de compétences requis sont présents en entreprise (électriciens, mécaniciens et exploitant etc.). Ainsi, **ce Coût est nul**.

 Le HFO utilisé doit être de bonne qualité et non le moins chère sur le marché car d'après les informations venant de la société nationale de raffinerie du Cameroun (SONARA), le HFO de mauvaise qualité génère 5 à 10% de déchets plus que celui de bonne qualité. Coût nul car le HFO utilisé est de bonne qualité.

 Le nettoyage du réservoir de boue doit se faire après chaque 3 à 5 séances de séparation de plus de 2 heures, pour éviter déversement et fuite du HFO ;

 Après avoir détecté une anomalie, prendre soins de lire le document établi par le constructeur avant toute manœuvre sur le séparateur ;

 L'eau d'alimentation doit être disponible en permanence.

Après une analyse minutieuse, et l'interrogation du personnel (chef d'exploitation, main tenanciers etc.) quelques anomalies et solutions sont proposées (**Voire Annexe**), de plus une **fiche de survi** est proposée aux personnels de la centrale pour assurer le fonctionnement des séparateurs.

a) Investissement ou coût total des solutions proposées. Le Coût total des solutions n'est rien d'autres que la somme des différents Coûts à laquelle on ajoute les aléas. Nous considérons les aléas de réalisation à 35% du total précédent (**Voire cours : Gestion financière**),

Ainsi, le Coût s'élève à : **8468901 FCFA**

b) Dépenses d'exploitation

Elles englobent : la consommation électrique + frais de maintenance+frais d'incinération.

- ❖ Frais de consommation électrique pour les mois de Mai et Avril : **243750Fcf** ;
- ❖ Frais d'incinération : **22608720cfa** ;
- ❖ Cout de maintenance alloué : personnel disponible donc négligeable.
- ❖ Dépense totale : **22852470Fcf**.

C) Recette : constitue les pertes engendrées par la situation actuelle **33080140 FCFA**

d) Critère de rentabilités

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Nous utiliserons ici les méthodes financières qui s'appuient sur les flux financiers et définissent deux indicateurs permettant de juger de la rentabilité ou non d'un projet :

- **Le délais de récupération**

C'est le temps au bout duquel l'entreprise rentre dans ses fonds investis pour sa réalisation. Il est donné par (**Voire Cours de Comptabilité**) :

$$\text{Délais de récupération} = \frac{\text{Investissement initial}}{\text{Cash flow}} \quad (14)$$

Le cash flow trouvé est de **10227670Fcfa**, on obtient après calcul un délai de **50jours**.

- **La valeur actuelle nette**

Représente le montant que le projet ajoute ou retranche à la valeur actuelle de l'entreprise. Le taux d'actualisation k est le coût du transport dans le temps. C'est lui qui permet de rendre équivalent des sommes perçues à des périodes .

$$\text{VAN} = \frac{\text{Cash flow}}{(1+K)} - \text{Investissement.} \quad (15)$$

On obtient le tableau suivant :

Tableau 12 : Valeur actuelle nette

temps	2mois	4mois	6mois	8mois	10mois	1ans
VAN	828980,81	1657961,60	2486942,45	3315923,24	4144904,05	4973884,86

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

Au terme de ce travail, nous avons mené une étude expérimentale dans le but d'optimiser les séparateurs HFO à la centrale thermique d'Oyomabang(Cameroun). Cette étude s'est déroulée récemment pendant trois mois. Les données opte nues ont été : analysées, interprétées et intégrées conformément aux normes internationales se trouvant dans la littérature. Nous nous sommes tout d'abord concentrés sur l'analyse du fonctionnement des séparateurs à fuel lourd. Nous avons ensuite déroulé une méthode en partie similaire à la méthode TPM, afin de déterminer les indicateurs de performance liés aux différentes pertes d'exploitation des séparateurs. Nous avons enfin mené une expérience sur les séparateurs afin de modéliser la courbe de variation de la qualité de fuel traité en fonction du temps de traitement. Cette expérience nous a conduit à un modèle qui à son tour, nous a permis de définir le temps d'épuration de fuel optimal en fonction de sa qualité en début et en fin de cycle. Calibré sur ce temps optimal de **105 minutes** par cycle, le séparateur de marque Alfa Laval réduit **5450,8litres litres** de déchets en deux mois. Les frais de traitement sont réduits, ainsi que les pertes de fluide à épurer. Ce paramétrage prolonge la durée de vie des pièces fonctionnelles telles que les joints d'étanchéité, les blocs de friction d'embrayage et les disques du bol. Cette augmentation de durée de vie prolonge les intervalles entre chaque démontage pour maintenance. Par ailleurs, nous avons obtenue :

- Rendement de séparation de **93,3%**.
- Lors de la séparation, la température variait de **70°C à 98°C**.
- La température est constante dans le bol de séparation.
- Le rapport de vitesse est de **253,5/96** pour une fréquence de **50Hz** et de **211/96** pour **60Hz**.
- La chasse dure **4min52S** ;
- La densité maximale des sédiments varie de **1100Kg/m3 à 2019Kg/m3**.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

- La vitesse synchrone de cuvette varie de **7922 à 7945tr/min** pour de fréquences allant de **50 à 60Hz**.
- La vitesse synchrone du moteur se situe entre **2900tr/min à 3500tr/min**.
- Pression acoustique : **76 dB(A)** et niveau de vibration maximum de 5,6 à 9,1mm/sec.
- Après une heure de séparation, **8,159m3** de HFO sont séparés, **7,616m3 de HFO** propre, avec **0,5433 m3** de déchets et 85litres de boue.

Dans la majorité des cas, les résultats diffèrent légèrement à ceux prescrites par le constructeur Alfa Laval. Excepté l'énergie utile du bol qui demeure constante. pour optimiser le séparateur, ces recommandations doivent être minutieusement mises en application et d' ailleurs, une étude plus approfondie et de longue durée doit être effectuée pour confirmer définitivement ces résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] G. Bracq, J. Donval, Y. Lebigot . Les Séparateurs SU d'Alfa Laval, Novembre 2000,1(56).
- [2] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2008. Guide sur les séparateurs eau-huile, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, ISBN 978-2-550-54521-7, 1(41) .
- [3] C.C.JENSEN . Filtre Séparateur d'huile compact PTU 15/12, 2010, 1(2). Phone: +45 6321 2014 y Fax: +45 6222 461 ,filter@cjc.dk y www.cjc.dk.
- [4] G. Brûlé, Séparateurs d'huile/eau , Conception, R&D et manufacturier d'équipements spécialisés 10717 Rue Waverly, Montréal, Québec, H3L 2W7, T : 514331-5121, F : 514-331-5292.
- [5] Marongiu J-C. Méthode numérique lagrangienne pour la simulation et d'Écoulements à la surface libre.-Application aux turbines Pelton. Thèse de Doctorat, Ecole Centrale de Lyon, 2007.
- [6] Mas-Gallic S. et Raviart P. A. 1987. A particule method for first-order symmetric systems. Numeric. Math., 51 :323–352. Disponible ` a <http://dx.doi.org/10.1007/BF>.
- [7] **Miller C. A. et Scriven L. E. 2006. The oscillations of a fluid droplet immersed in another fluid.** Journal of Fluid Mechanics Digital Archive, 32(03) :417–435. Disponible ` à <http://dx.doi.org/10.1017/S0022112068000832>.
- [8] Monaghan J. J. 1992. Smoothed particle hydrodynamics. Annual review of Astronomy and Astrophysics, 30 :543–574. Disponible ` a <http://dx.doi.org/10.1146/annurev>.

aa.30.090192.002551.

- [9] Monaghan J. J. 1994. Simulating free surface flows with SPH. *Journal of Computational Physics*, 110 :399–406. Disponible <http://dx.doi.org/10.1006/jcph.1994.1034>.
- [10] Monaghan J. J. 2000. without a tensile instability. *Journal of Computational Physics*, 159 :290–311. Disponible à <http://dx.doi.org/10.1006/jcph.2000.6439>.
- [11] Monaghan J. J. 2005. Smoothed particle hydrodynamics. *Reports on Progress in Physics*, 68 :1703–1759. Disponible ` a <http://dx.doi.org/10.1088/0034-4885/68/8/R01>.
- [12] Morris Joseph P. 2000. Simulating surface tension with smoothed particle hydrodynamics. *International Journal of Numerical Methods in Fluids*, 33 :333–353. Disponible ` a [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0363\(20000615\)33:3%3C333:AID-FLD11%3E3.0.CO;2-7](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0363(20000615)33:3%3C333:AID-FLD11%3E3.0.CO;2-7).
- [13] Morris Joseph P., Fox Patrick J., et Zhu Yi. 1997. Modeling low Reynolds number incompressible flows using . *Journal of Computational Physics*, 136 :214–226. <http://dx.doi.org/10.1006/jcph.1997.5776>.
- [14] Nugent S. et Posch H. A. 2000. Liquid drops and surface tension with smoothed particle applied mechanics. *Physics Review E*, 62. Disponible à <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.62.4968>.
- [15] Alfa Laval, Etude des Séparateurs SU 855 . Document disponibles à la centrale thermique, consulté (Juin ,2012) , 1(201).
- [16] Bibliothèque de la centrale thermique d'Oyomabang 1 : salle de commande oyom1
- [17] <http://www.fr.wikipédia.com>
- [18] [http://www.auramarine.fi/com/ABM transfer pump unit](http://www.auramarine.fi/com/ABM%20transfer%20pump%20unit)

[19] Société nationale de raffinerie du Cameroun, Certificat de qualité. Février 2011, 1(18).

Cours

- ❖ Enseignant : Abdoulaye ZONGO. 2012. Excel avancée. (2ie).
- ❖ Pr. DJOMO Donatien . 2009 . Efficacité Energétique. (Université de Yaoundé 1).
- ❖ Enseignant : BAYALA Bapio. 2011. Technologie Electrique. (2ie).
- ❖ Enseignant : AWI ALHER Ihiya . Aout 2009. Autocard. (2ie).
- ❖ Enseignant : Pabyam Sido Mariama. 2012. Automatique. (2ie)
- ❖ Enseignants : J. Blin, P. Tatsidjoudoung, Y. Richardson . BioEnergie. (2ie).
- ❖ Enseignant : Ibrahima NIANE . Mai 2012. Comptabilité Energétique. (2ie).
- ❖ Enseignant : BAYALA Bapio . 27/9/2010. Electrotechnique I (2ie).
- ❖ Enseignant : Frédéric TRAORE. 2011. Gestion financière de projet. (2ie).
- ❖ Dr. Yao AZOUMAH . 2011. Thermique Solaire. (2ie).
- ❖ Pr. Yézouma Coulibaly . Décembre 2010. Economie d'Energie. (2ie).

ANNEXES

Annexe 1 : Vue d'ensemble du séparateur Alfa Laval



Figure 30 : Vue d'ensemble du séparateur Alfa Laval[3]

Annexe 2 : Bol du séparateur SU +EPC50

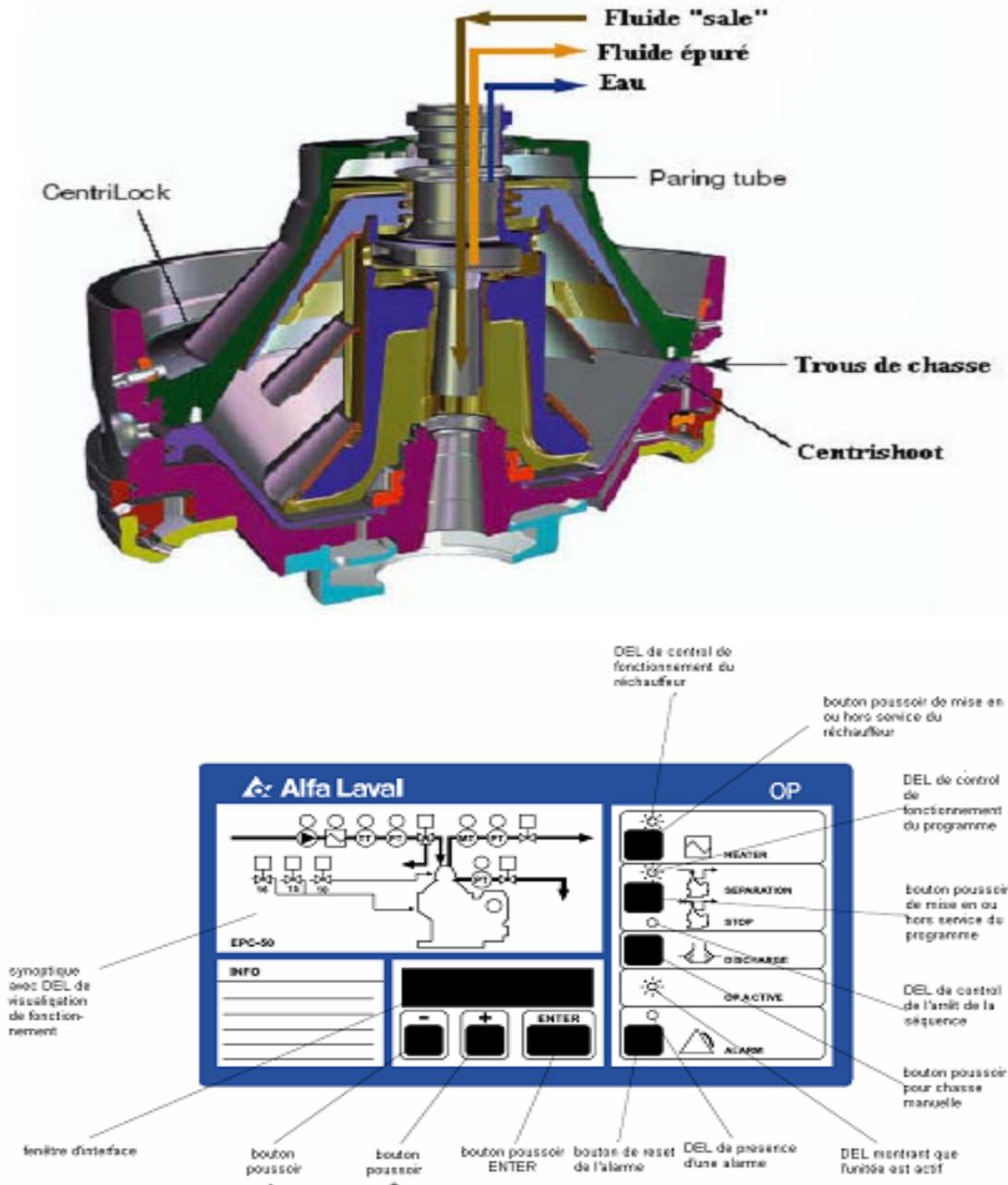


Figure 31 : Bol du séparateur SU+ EPC50 [1]

Annexe 3 : Fiche proposée de suivi des séparateurs

Fiche de suivi des séparateurs

A) Identification

1) Type de séparateur en marche Huile HFO

2) Marque du séparateur -----

3) Numéro du séparateur en marche 1 2 3 ou 1 2

B) Fonctionnement

4) Mise en marche Date heure de démarrage heure arrêt durée totale

5) Début du processus Calibrage sans calibrage

6) Auto start (T1s0-T1s3) Durée

7) Démarrage (T1s5-T1s3) Durée

8) Début de séparation (T1s4-T1s3) Durée

8) Cycle séparation (T1s3) Durée

9) Relevés Température Pression Vitesse bol MT 50

10) Micro-arrêt Après combien temps Durée

11) Décharge (chasse) (T1s7-T1s3) et (T1s2-T1s7) Durée

12) Arrêt (T1s3-T1s3) Durée

C) Maintenance préventive
 Après combien de temps Durée d'intervention

D) Intervention + Dépannage

13) Nature de l'anomalie -----

14) Type d'anomalie -----

15) Cause -----

16) Effet sur le fonctionnement du séparateur -----

17) Solution -----

Proposée par Modeste KAMENI

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	Mécanique	Électrique	Simple
18) Type d'intervention	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
19) Nom intervenants	-----		
20) Signature	-----		
20) Nom signature superviseur	-----		
21) Le problème est résolu	Oui <input type="radio"/>		Non <input type="radio"/>
22) Y'a-t'il eu échange de pièce	Oui <input type="radio"/>		Non <input type="radio"/>
23) Nature de pièce	-----		
24) Prix de pièce	<input type="text"/>		
25) Durée d'intervention	Début <input type="text"/>	Fin <input type="text"/>	Durée totale <input type="text"/>
26) Le séparateur est-il remis en marche	Oui <input type="radio"/>		Non <input type="radio"/>
E) Niveau d'huile ou du HFO			
27) Niveau Day tank (LFO ou HFO)	Avant séparation <input type="text"/>		Après séparation <input type="text"/>
28) Niveau du buffer tank (LFO ou HFO)	Avant séparation <input type="text"/>		Après séparation <input type="text"/>
29) Niveau cuve stockage (LFO ou HFO)	Avant séparation <input type="text"/>		Après séparation <input type="text"/>
30) Niveau du sludge tank	Avant séparation <input type="text"/>		Après séparation <input type="text"/>
F) fuite			
31) Y'a-t'il eu fuite ?	Oui <input type="radio"/>		Non <input type="radio"/>
32) Cause	-----		
33) Quantité	-----		
34) Solution	-----		
35) Niveau du réservoir boue est élevé ?	Oui <input type="radio"/>		Non <input type="radio"/>
36) Après combien d'heures ?		<input type="text"/>	
37) Quantité de boue évacuée (en litre) (Réservoir de boue)		<input type="text"/>	

Proposé par Modeste KAMENI

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Annexe 4 : Analyse des anomalies rencontrées et solutions proposées.

Anomalies	Causes	Actions
Odeur	<ul style="list-style-type: none"> • Occurrence normale pendant le début tandis que les blocs de frottement glissent. • Niveau d'huile dans le carter de vidange d'huile trop bas 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Aucun ✚ Prendre le niveau d'huile de contrôle et ajouté l'huile au besoin
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> • disque est incorrecte. • Les roulements Endommagés ou portés. • La cuvette endommagée 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Arrêter le séparateur, Mesurer et ajuster la taille , ✚ Remplacer tous les Roulements. ✚ Vérifier et les Rassembler.
Résultat insuffisant de séparation	<ul style="list-style-type: none"> • Température incorrecte de séparation • La sortie très haut • pile de disques est obstruée • L'espace de boue Dans la cuvette est remplie • Vitesse de cuvette Trop bas 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Ajuster ✚ Ajuster ✚ Nettoyer la pile de disques ✚ Nettoyer et réduire le Temps de la décharge ✚ Examiner le moteur et vérifier si l'énergie est transmise normalement pour contrôler les différentes fréquences.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	<ul style="list-style-type: none"> • La cuvette tourne Dans la mauvaise direction 	 Vérifier les Raccordements électriques au moteur
--	--	--

Annexe 4' : **Disfonctionnement et proposition de solutions.**

Après une longue durée d'observation et d'analyse du séparateur et suite à l'interrogation de différents personnels(chef d'exploitation, chefs de quart , les chefs électriques et mécanique, maintenanciers et certains employés) , associés aux documents se trouvant à la centrale, nous avons pu trouver quelques anomalies issues du mauvais fonctionnement du séparateur et associés à chaque anomalie des actions ou solutions à prendre :

Exposition d'alarme	Causes	Actions ou solutions
(1) Echec de séparation	séparateur non monté comme décrit dans le livret de manuel d'entretien technique de réparation	Monter le séparateur selon les instructions dans le livret de manuel d'entretien technique de réparation NB : la cause de cette alarme doit être remédiée dans un délai de 30 minutes.si non, l'ordre d'arrêt commencera.
(2) Arrêt brusque et haute vibration	-Accumulation de boue dans la cuvette - La cuvette est mal montée	-nettoyer et vérifier la cuvette puis consulter le manuel d'entretien technique de réparation - contrôler et voire le manuel d'entretien technique de réparation.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	<ul style="list-style-type: none"> - mauvaise compression des piles du disque - frottement de la cuve avec d'autres parties du séparateur, - la position de taille de roulement du disque est incorrecte, -l'axe de la cuve plié, remplacent l'axe du roulement -roulements endommagés -les pieds d'armature sont portés dehors - ressorts supérieurs de roulement cassés 	<ul style="list-style-type: none"> - contrôler l'ensemble de l'équipement et voire le manuel technique de réparation -Remplacer tous les roulements - remplacer les pieds d'armature - remplacer tous les ressorts
<p>Avertissement -Haute vibration</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Accumulation de boue dans la cuve - La cuvette est mal montée - mauvaise compression des piles du disque - frottement de la cuve avec 	<ul style="list-style-type: none"> -démanteler, nettoyer et vérifier la cuve avant relance ment - contrôler et voire le manuel d'entretien technique de réparation. - contrôler l'ensemble de l'équipement et voire le manuel technique de réparation

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	<p>d'autres parties du séparateur,</p> <ul style="list-style-type: none"> - la position de taille de roulement du disque est incorrecte, -l'axe de la cuve plié, remplacent l'axe du roulement -roulements endommagés -les pieds d'armature sont portés dehors - ressorts supérieurs de roulement cassés 	<ul style="list-style-type: none"> -Remplacer tous les roulements - remplacer les pieds d'armature - remplacer tous les ressorts
<p>alimentation d'huile à haute température</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Valve de sortie de vapeur défectueuse - module défectueux dans l'unité de puissance ou contrôle défectueux dans le réchauffeur de la commande unité. 	<p>étudier la cause et le remède</p> <ul style="list-style-type: none"> -si le relais K11 est allumé :débrancher X12:10. si la température chute, remplacer le module de commande dans l'unité de commande. si la température ne tombe pas, remplacer le module(s) de triac.

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	<p>-câblage cassé ou résistance défectueuse du réchauffeur, ou contrôleur défectueux dans l'unité de commande</p>	<p>si le relais K11 est éteint, mais le contacteur K12, K16, ou K17 est allumé, et la température ne tombe pas : vérifier si la puissance est assurée à partir de l'unité de commande au contacteur qui est allumé de (X12:6 – X12:12, X12:7-X12:12, X12:9-X12 :12). Si c'est possible, remplacer le module de commande dans l'unité de commande.</p> <p>-vérifier l'ajustement de P et de I fonctions dans l'unité de commande.</p> <p>si l'ordre du contacteur est correct :vérifier la résistance de câblage et du réchauffeur de chaque livret de composant du réchauffeur. Voire EHM élément du bloc ou du réchauffeur.</p> <p>si l'ordre du contacteur est non correct :remplacer le module de commande dans l'unité de commande.</p>
<p>Faible température</p>	<p>-réchauffeur obstrué</p>	<p>-Etudier et remédier à la</p>

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

<p>d'alimentation d'huile</p>	<p>-offre de vapeur insuffisante</p> <p>- purgeur de vapeur défectueux</p> <p>-valve d'offre de vapeur défectueuse</p> <p>-fusibles défectueux ou contacteurs brûlé (réchauffeur électrique)</p> <p>- câblage brisé ou résistance du réchauffeur défectueuse (réchauffeur électrique) .</p>	<p>cause</p> <p>-vérifier la protection et la surintensité ,remplacer les fusibles en mauvais état</p> <p>-vérifier les enroulements de câblage et du contacteur.</p> <p>-vérifier la résistance de câblage et du réchauffeur de chaque élément de bloc ou du réchauffeur. voir le livret de manuel d'entretien technique de réparation.</p>
<p>Alarme de la sonde de la température affiche :erreur</p>	<p>court circuit/sonde cassée ou câble brisé</p>	<p>Déconnecté le câble de débranchement à la résistance de mesure de sonde entre 1-3. la résistance se situera entre 100-142ohms</p> <p>-Essai d'EPC 50 a l'entrée : démonter les câbles de la sonde, (du terminal X5:1-2-3) et déplacer les pullovers XJ1 et XJ2 vers le haut.</p>
<p>Erreur du capteur de contrôle de la température</p>	<p>court-circuit / capteur cassé ou le câble.</p>	<p>Déconnecter le câble du capteur . Mesurer la résistance de 1-3.La résistance doit se située</p>

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

	<p>-une panne de moteur -palier (s) endommagé -pièces de transmission incorrectes (60 Hz poulie et la courroie pour l'alimentation 50HZ).</p>	
Erreur du capteur de vitesse bol	Capteur de câble endommagé	remplacer le capteur. si aucun capteur de rechange disponibles régler le paramètre Fa10 = 0 pour pouvoir faire fonctionner le système. Notez qu'il n'est pas possible de faire fonctionner en mode AUTO.
Défaut sur le moteur de séparation	Le signal de retour du contacteur K2 manque	Vérifier le fonctionnement du contacteur. la borne d'entrée x6: 5 en EPC50.
Fuite d'huile dans le bol	<p>-L'étanchéité de la périphérie bol est endommagé</p> <p>-fuite quelque part de la sortie d'huile</p> <p>-l'eau qui fuit la fermeture</p>	<p>Changement bague d'étanchéité dans le capot bol. vérifier / modifier des anneaux en caoutchouc et bouchons de valve</p> <p>-vérifier les fuites.</p> <p>-vérifier / modifier joints et bouchons.</p>
Boue dans le bol	boues pleine dans un bol	Cette alarme ne peut pas être reconnue. le séparateur viendra à un arrêt. attendre EPC s'agit de «stand bill». Rechercher la cause et le remédié.

Annexe 5 : Environnement Oyo 1et2

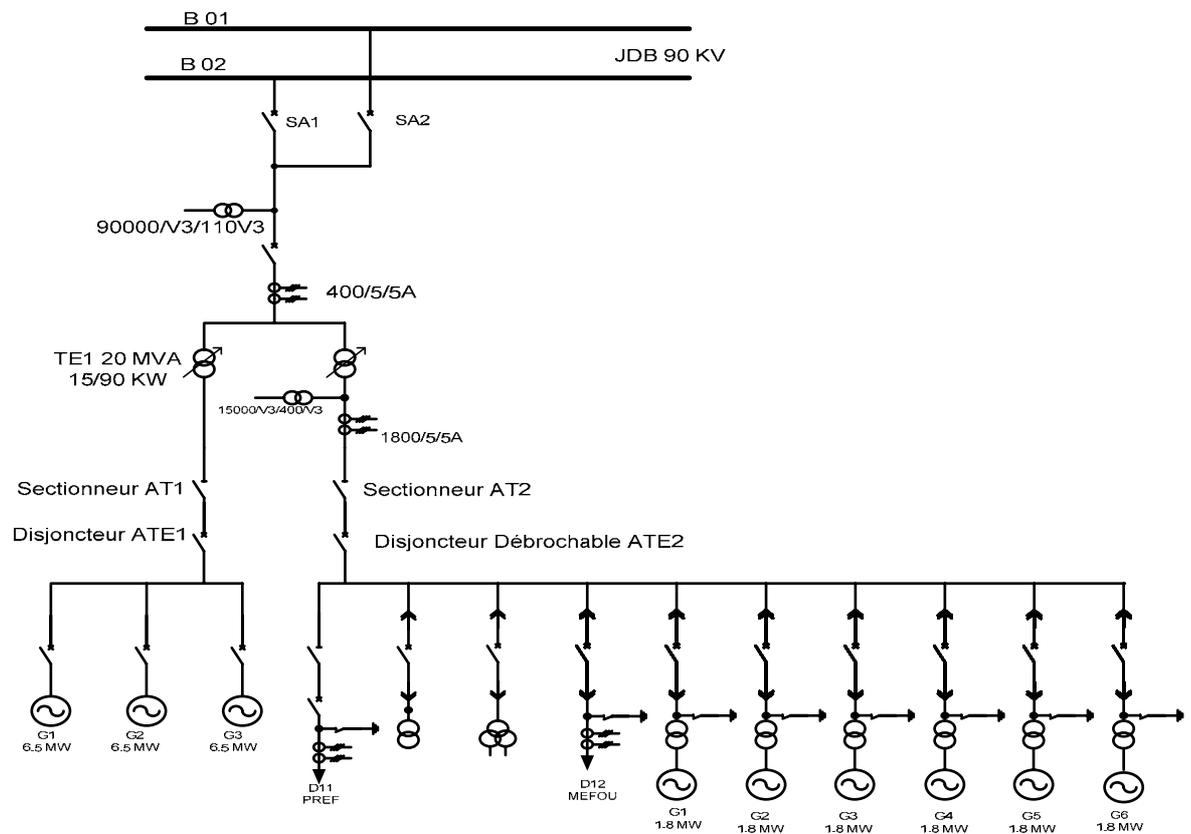


Figure 32: schéma unifilaire [15].

Annexe 6 : Schéma de circulation du HFO et LFO

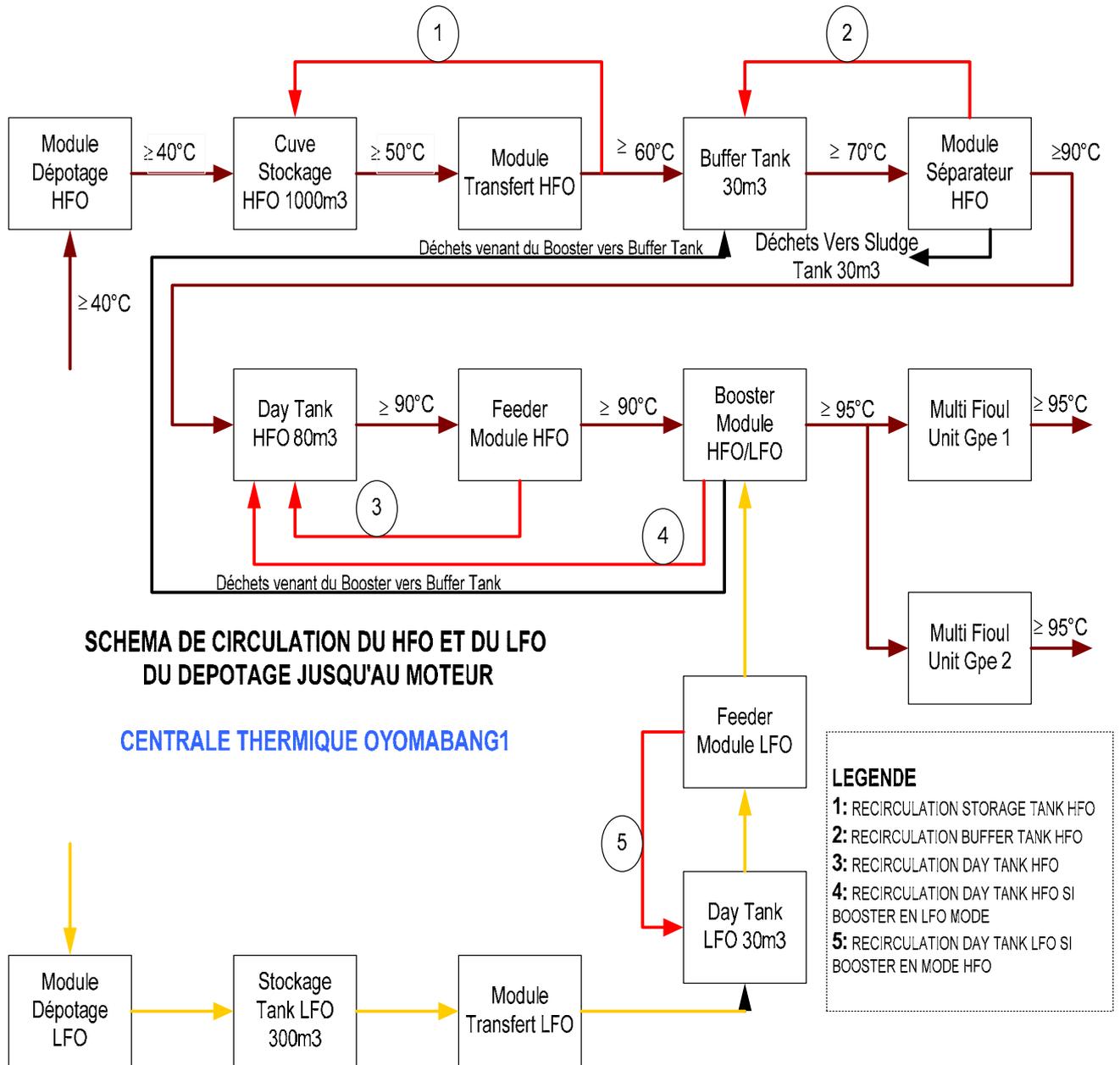


Figure 33 : centrale thermique

Optimisation de l'exploitation des Séparateurs à fuel lourd : Cas de la Centrale thermique d'Oyomabang

Figure 34 : Vue d'ensemble de la centrale thermique d'Oyomabang

