



GESTION DE LA MAINTENANCE DU RÉCHAUFFEUR DE GAZ NATUREL

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE LA
LICENCE PROFESSIONNELLE EN GESTION ET
MAINTENANCE DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET ENERGÉTIQUES

Présenté par :

Smath Gontran ESSAH

Travaux dirigés par : Fredy Horace SEHO

Jury d'évaluation du stage :

Correcteur : Souleymane BARRO

Promotion [2011/2012]

REMERCIEMENTS/ DEDICACES

Je glorifie le Seigneur Tout-Puissant, de m'avoir donné la grâce de bien mener ma tâche pendant la formation. Il a su donner l'inspiration et la force à tous ceux qui m'ont aidé.

Je tiens à témoigner ma gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire ; en particulier mes remerciements :

- ✚ Au superviseur de la station de régulation et de comptage de Cotonou et maître de mémoire pour sa disponibilité.
- ✚ Aux techniciens du service maintenance de la station de régulation et de comptage de Cotonou pour le soutien technique qui m'a été donné.
- ✚ Aux collègues et amis pour leur soutien moral.
- ✚ A ma famille pour le sacrifice qu'elle a daigné consentir pour la réalisation de cette formation.
- ✚ A tout le personnel d'encadrement des 2IE pour m'avoir offert un cadre adéquat de formation.

Je dédie ce modeste travail à :

- ✚ Mon père qui m'a toujours encouragé et motivé à aller plus en avant.
- ✚ Ma mère pour toutes les souffrances qu'elle endure pour ma réussite.
- ✚ A mon épouse Gilberte et à mon fils Eyram pour leur compréhension du fait de n'avoir pas été tout le temps disponible pour eux pendant ma formation.
- ✚ A mes frères et sœurs pour leurs motivations et conseils à la réalisation de cette formation.
- ✚ A tout le personnel de la station de régulation et de comptage de Cotonou pour leurs encouragements.

RESUME

Le problème soulevé dans ce document porte sur l'amélioration de la maintenance du réchauffeur de gaz naturel; cette machine construite pour réchauffer le gaz naturel nécessite un suivi tant mécanique, électrique que thermique. Nous avons alors essayé d'améliorer la méthode de maintenance corrective des deux machines «réchauffeurs» au sein de la station de régulation et de comptage de gaz naturel de Cotonou de WAPCo (West African gas Pipeline Company) afin que la qualité de gaz délivré au client réponde aux exigences prédéfinies. La démarche de cette étude s'articule autour des points ci-après:

- ✓ Connaissance du réchauffeur ;
- ✓ Ce que c'est qu'un échangeur thermique ;
- ✓ La maintenance proprement dite ;
- ✓ Les modes et méthodes de maintenance pour une bonne qualité de gaz sortant de l'entreprise ;
- ✓ La maintenance pratiquée à la station avant et celle proposée;

Mots Clés :

1 – Réchauffeur: échangeur thermique permettant de chauffer le gaz naturel circulant dans des serpentins immergés dans de l'eau chauffée

2 – Électrodes: dispositifs permettant d'obtenir de l'étincelle pour l'ignition du gaz de combustion dans la chambre de combustion

3 – Scanneur: dispositif permettant de détecter la présence ou non de flamme dans la chambre de combustion

4 – Gaz naturel: combustible fossile à surchauffer et conditionner, constitué d'un mélange d'hydrocarbures gazeux, dont le méthane (CH₄) est le principal composant.

5 - Gaz de combustion : combustible utilisé pour la production de l'énergie thermique dans le réchauffeur.

ABSTRACT

The problem raised in this document is about the improvement of the maintenance of natural gas indirect fired heater; this equipment, built to heat up the natural gas, needs mechanical, electrical and thermal monitoring. We have tried to improve the corrective maintenance method for both indirect fired heaters within the regulating and metering station of Cotonou of WAPCo (West African gas Pipeline Company) so that the gas quality delivered to the customer meets predefined requirements. The approach of this study focuses on the following points:

- ✓ Knowledge of the heater
- ✓ What the heat exchanger is
- ✓ Proper maintenance
- ✓ Modes and methods of maintenance for a good quality of gas out of the station
- ✓ The maintenance performed at the station before and the proposed one.

Key words:

1 – Indirect fired Heater: Heat exchanger for heating the natural gas flowing through coils with heated water

2 – Electrodes: Devices that generate spark for the ignition of fuel gas in the combustion chamber

3 – Scanner: Device for detection of the presence or not of flame in the combustion chamber

4 – Natural gas: Process gas to be heated and conditioned, consisting of a mixture of gaseous hydrocarbons, such as methane (CH₄) the main component.

5- Fuel gas: fuel used for the production of thermal energy into the heater

LISTE DES ABREVIATIONS

AE	:	Analyser Element (Élément analyseur)
BMS	:	Burner Management System (Système de gestion du bruleur)
BSL	:	Burner Switch Low (Interrupteur de brûleur bas)
HMI	:	Human Machine Interface (Interface Homme –Machine)
LAL	:	Level Alarm Low (Alarme de niveau bas)
LEL	:	Lower Explosive Limit (limite inférieure d’explosivité)
LSLL	:	Level Switch Low Low (Interrupteur de niveau très bas)
PCS	:	Process Control System
PCV	:	Pressure Control Valve (Vanne de contrôle de pression)
PI	:	Indicateur de Pression
PSL	:	Pressure Switch Low (Interrupteur de basse pression)
PSH	:	Pressure Switch High (Interrupteur de haute pression)
SDV	:	Shutdown Valve (Vanne d’arrêt)
SDY	:	Shutdown Relay (Relais d’arrêt)
SSS	:	Safety Shutdown System (Système d’arrêt d’urgence)
TAH	:	Temperature Alarm High (Alarme de température élevée)
TAHH	:	Alarme de température très élevée
TC	:	Contrôleur de Température
TCV	:	Vanne de contrôle de température
TI	:	Indicateur de Température
TIA	:	Alarme d’Indicateur de température
TIT	:	Transmetteur Indicateur de Température
TS	:	Temperature Switch (Interrupteur de température)
UCP	:	Unit Control Panel (Tableau de commande d’unité).

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	4
<i>Présentation de la station de régulation et de comptage</i>	5
<i>I-Présentation de la station de régulation et de comptage de Cotonou</i>	5
<i>II-Identification de la station</i>	6
<i>Chapitre I: Description générale du réchauffeur</i>	7
<i>I- Définition</i>	7
<i>II-Principe général d'un échangeur de chaleur</i>	7
<i>II-1 Mode de transmission de chaleur</i>	7
<i>II-2 Echangeurs à tubes et calandres</i>	8
<i>II-3 Cas du réchauffeur de gaz</i>	8
<i>III-Description du système et philosophie de contrôle</i>	8
<i>III-1 Description du système</i>	8
<i>III-2 Philosophie de contrôle</i>	11
<i>Chapitre II: Généralité sur la maintenance</i>	15
<i>I- Définition</i>	15
<i>II- Rôle de la maintenance</i>	15
<i>III- Position de la maintenance au sein de l'entreprise</i>	16
<i>IV- Les différents types de maintenance</i>	16
<i>Chapitre III: Fonctionnement et défaillances du réchauffeur</i>	18
<i>I- État actuel du réchauffeur</i>	18
<i>II- Recensement des modes de défaillances</i>	19
<i>III- Analyse méthodique de l'origine de la défaillance</i>	19
<i>IV- Analyse de la réparation (les dix étapes de MAXER)</i>	20
<i>V- Analyse des modes de défaillances et leurs effets (A.M.D.E)</i>	20
<i>Chapitre IV: Maintenance du réchauffeur</i>	21
<i>I- La maintenance vue dans le service technique de la station</i>	21
<i>II- Planning des actions de maintenance à appliquer sur le réchauffeur</i>	25
<i>III- La documentation technique</i>	27
<i>Suggestions</i>	29
<i>Conclusion générale</i>	30

Bibliographie 31

Annexes 32

LISTE DES TABLEAUX : DIAGRAMMES ET SCHEMAS

I- LISTE DES SCHEMAS ET PHOTOS

- ✓ Échangeur à tubes et calandre
- ✓ Schéma de principe du réchauffeur
- ✓ Schéma technique du réchauffeur
- ✓ Photos d'une électrode
- ✓ Photo du réchauffeur

II- LISTE DES DIAGRAMMES

- ✓ Diagramme énumérant la position du service maintenance au sein d'une entreprise
- ✓ Diagramme de la structure de la maintenance au sein de l'entreprise
- ✓ Diagramme de classement des types de défaillance
- ✓ Diagramme de cause et effet (arête de poisson)

III- LISTE DES TABLEAUX

- ✓ Tableau des dix étapes d'analyse de réparation de MAXER
- ✓ Tableau d'analyse des modes de défaillance et leurs effets (A.M.D.E)
- ✓ Tableau de la fiche technique du réchauffeur.

INTRODUCTION GENERALE

Au terme d'une année de formation professionnelle académique, 2ie (Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement) autorise les étudiants à compléter la formation acquise en cours théoriques par un stage en entreprise afin d'être opérationnel à la sortie. Notre choix s'est porté sur la West African gas Pipeline Company (WAPCo) au sein de laquelle nous avons mis en pratique durant deux mois et demi nos connaissances acquises afin d'apporter quelques éléments de réponses et d'amélioration sur le mode de maintenance du RECHAUFFEUR DE GAZ NATUREL.

Il s'agira plus précisément de connaître ce que c'est qu'un réchauffeur, de voir son côté échangeur thermique, sa composition, son utilité et comment procéder pour que la machine soit disponible à tout moment.

L'étude du plan de maintenance du réchauffeur nous permet non seulement d'entrer en profondeur de la maintenance en générale mais aussi elle nous a permis de mettre sur pieds une amélioration de la maintenance de ces machines au sein de la station de régulation et de comptage de gaz naturel de Cotonou de WAPCo (West African gas Pipeline Company) qui est notre structure d'accueil.

Enfin, nous bouclerons ce mémoire de fin de projet avec quelques suggestions pour l'optimisation de la disponibilité des équipements et une conclusion générale.

PRESENTATION DE LA STATION DE REGULATION ET DE COMPTAGE

I. PRESENTATION DE LA STATION DE REGULATION ET DE COMPTAGE DE COTONOU

La West African Gas Pipeline Company Limited (WAPCo) est une société anonyme qui est à la fois propriétaire et exploitant du Gazoduc de l'Afrique de l'Ouest (GAO). La Société a son siège à Accra, au Ghana, avec un bureau à Badagry, au Nigéria, et des bureaux locaux à Cotonou au Bénin, Lomé au Togo, Tema et Takoradi au Ghana.

WAPCo est un consortium (joint-venture) regroupant des entreprises des secteurs publics et privés du Nigéria, du Bénin, du Togo et du Ghana.

Sa vocation principale est le transport du gaz naturel depuis le Nigéria vers des clients basés au Bénin, au Togo et au Ghana, d'une manière sûre, responsable et fiable, et à des prix compétitifs par rapport aux autres combustibles.

L'actionnariat de WAPCo se compose comme suit: Chevron West African Gas Pipeline Ltd (36.7%), Nigerian National Petroleum Corporation (25%), Shell Overseas Holdings Limited (18%), Takoradi Power Company Limited (16.3%), Société Togolaise de Gaz (2%) et Société BenGaz S.A. (2%).

West African gas Pipeline Company (WAPCo) transporte le gaz naturel du Nigeria jusqu'au Ghana à travers un gazoduc principal sous-marin de 536 kilomètres de longueur et de 50,8 centimètres de diamètre nominal, ayant des branches latérales desservant les stations du Bénin, du Togo et du Ghana.

La station de comptage et de régulation du Bénin a un gazoduc d'arrivée de diamètre nominal 20,32 centimètres d'une longueur de 14 kilomètres sous-marin et 4,5 kilomètres sous-terrain et un autre de départ vers le client d'une longueur de 10 kilomètres et d'un diamètre nominal de 25,4 centimètres. Elle est construite dans le cadre du conditionnement, de la régulation et la distribution du gaz naturel sous une pression de 36 bar.

La station de régulation et de comptage est située à Bazoukpa qui est à 12 kilomètres de Cotonou en allant vers le Togo et couvre une superficie de 32700 m². Cette position lui permet de jouer un rôle très important dans la livraison du gaz naturel à son seul client qui est à ce jour la Communauté Électrique du Benin (CEB).

II. IDENTIFICATION DE LA STATION

RAISON SOCIALE	WEST AFRICAN GAS PIPELINE COMPANY
Date de création	2003
Statut juridique	Société Anonyme (SA)
Siège sociale	CODEMN HOUSE ACCRA GHANA
Effectif du personnel de Cotonou	09 employés permanents
Boite postale	04 BP 1354 Cotonou
Téléphone	(00229) 97978151
Email	coperations@wagpco.com
Mission	<ul style="list-style-type: none">• Faire figure de société de transport de premier choix en acheminant le gaz naturel vers les clients du Bénin, du Togo et du Ghana, d'une manière sûre, responsable et fiable, et à des prix compétitifs par rapport aux autres combustibles.• La valorisation des actionnaires, des clients, des partenaires et des employés.

CHAPITRE I : DESCRIPTION GENERALE DU RECHAUFFEUR

I. DEFINITION

Le réchauffeur de gaz naturel est un échangeur thermique qui a pour but de réchauffer le gaz naturel avant et après la réduction de sa pression ; le gaz est ensuite filtré et quantifié avant d'être envoyé dans la ligne du client.

II. PRINCIPE GENERAL D'UN ECHANGEUR DE CHALEUR

Le principe général d'un échangeur consiste à faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique. De manière générale, les deux fluides sont mis en contact thermique à travers une paroi qui est le plus souvent métallique ce qui favorise les échanges de chaleur. On a en général un fluide chaud qui cède de la chaleur à un fluide froid (dans notre cas, le fluide chaud ou medium est l'eau et le fluide froid est le gaz naturel).

Les deux fluides échangent de la chaleur à travers la paroi d'où le nom de l'appareil. Le principal problème que l'on rencontre pendant la conception d'un échangeur consiste à définir une surface d'échange suffisante entre les deux fluides pour transférer la quantité de chaleur nécessaire au bain d'eau chaude. La quantité de chaleur transférée dépend de la surface d'échange entre les deux fluides mais aussi de nombreux autres paramètres qui rendent une étude d'un échangeur assez complexe.

Les flux de chaleurs transférées vont aussi dépendre :

- des températures d'entrée des fluides
- caractéristiques thermiques des fluides (chaleurs spécifiques, conductivité thermique)
- des coefficients d'échange par convection.

II-1 MODE DE TRANSMISSION DE CHALEUR

Physiquement on distingue trois modes de transmission de chaleur :

- ❖ Transmission par conduction ;
- ❖ Transmission par convection ;

❖ Transmission par rayonnement.

Le transfert thermique qui a lieu au sein de l'échangeur fait intervenir le mode conductif au travers de la paroi séparant les deux fluides et le mode convectif dans chacun de ces derniers.

Nous avons des tubes en serpentin submergés dans le bain d'eau chaude pour la circulation du gaz naturel dans le cas de notre réchauffeur.

Les métaux sont tous de bons conducteurs thermiques et les meilleurs parmi eux sont :

- ✓ Le cuivre
- ✓ L'acier
- ✓ L'argent
- ✓ L'aluminium

Pour notre cas, le métal utilisé est l'acier. Par contre d'autres matériaux offrent une grande résistance de propagation de la chaleur par conduction ; ce sont les isolants thermiques tel que le liège, le polystyrène, le polyuréthane, la Laine de verre.

Le bac à eau chaude du réchauffeur est entièrement calorifugé ainsi qu'une partie du tuyau de sortie du gaz.

II-2 ECHANGEURS A TUBES ET CALANDRES

C'est de loin le type d'échangeur le plus répandu mais la part qu'il représente ne cesse de diminuer au profit des configurations plus efficaces. Dans ce type d'échangeurs, l'un des fluides circule dans un réservoir autour de tubes qui le traversent tandis que l'autre fluide circule à l'intérieur des tubes. Le modèle le plus simple sera constitué d'un réservoir dans lequel sera plongé un serpentin. La figure ci dessous représente le schéma de principe d'un échangeur à tube et calandre. (VOIR ANNEXE I)

II-3 CAS DU RECHAUFFEUR DE GAZ

Le modèle du réchauffeur est constitué d'un faisceau de tubes haute pression et basse pression traversant le réservoir de manière longitudinale. On parle alors d'échangeur multitubulaire avec l'eau chaude contenue dans le réservoir à la pression atmosphérique.

Le gaz sous pression subit un premier chauffage dans la partie haute pression à travers 2 tubes de même diamètre avant de refaire un deuxième passage, après la réduction par 2 vannes de

réduction de pression, par 3 autres tubes de même diamètre côté basse pression avant de sortir de l'échangeur.

La figure ci-dessous nous présente à peu près le schéma de principe du réchauffeur ; (VOIR ANNEXE II).

III. DESCRIPTION DU SYSTEME ET PHILOSOPHIE DE CONTROLE

III.1 DESCRIPTION DU SYSTEME

- **Réchauffeur à combustion indirecte**

Le réchauffeur à combustion indirecte comprend les composants principaux suivants:

- ✓ bac à bain d'eau pour le transfert de la chaleur au gaz naturel
- ✓ tube à flammes et à fumées, où la chaleur produite par la réaction de combustion est transmise à l'eau
- ✓ serpentins à gaz, où le gaz naturel est chauffé par l'eau chaude
- ✓ cheminée avec extincteur de flamme pour l'évacuation du gaz de combustion dans l'atmosphère
- ✓ réservoir d'expansion pour permettre l'expansion de l'eau
- ✓ instruments

- **Ligne de gaz naturel**

La ligne de gaz naturel comprend les composants principaux suivants:

- ✓ vannes d'isolement manuelles
- ✓ système de réduction de la pression
- ✓ indicateurs de pression
- ✓ Instruments de contrôle

- **Brûleur à tirage naturel**

Le brûleur à tirage naturel comprend les composants principaux suivants:

- ✓ brûleur principal
- ✓ brûleur pilote
- ✓ extincteur de flamme installé sur la prise d'air de combustion
- ✓ dispositifs de calibrage air de combustion/gaz de combustion
- ✓ détecteur de flamme
- ✓ transformateur d'allumage
- ✓ boîtier d'assemblage du brûleur

- **Système d'alimentation du gaz de combustion**

Le système d'alimentation du gaz de combustion comprend les composants principaux suivants:

- ✓ vannes d'isolement manuelles
- ✓ vannes de réduction de pression du gaz de combustion
- ✓ bobine de chauffage
- ✓ régulateur de pression
- ✓ vannes d'arrêt et d'évent
- ✓ vanne de régulation de température
- ✓ indicateurs de pression
- ✓ instruments de contrôle

- **Tableau de commande de l'unité (UCP)**

Le tableau de commande de l'unité (UCP) doté du système de gestion brûleur (BMS), comprend les composants principaux suivants:

- ✓ boîtier monté sur châssis avec alimentation principale, redresseur et barrette de connexion
- ✓ tableau de commande monté sur châssis avec signaux lumineux, alarmes sonores et boutons-poussoirs
- ✓ Automate programmable industriel muni d'un logiciel de gestion de l'unité.

III-2 PHILOSOPHIE DE CONTROLE

- **Température du gaz naturel**

La température de sortie du gaz naturel est contrôlée par TC-6202 (maître), qui compare la valeur de température reçue du transmetteur TIT-6202 avec le point de consigne à l'extérieur (27,5°C) provenant du PCS et intervient sur la soupape de contrôle de la température TCV-6201, en cascade sur le régulateur de température du bain d'eau TC-6201 (esclave) (voir le paragraphe suivant "Température du bain d'eau").

- **Pression du gaz naturel**

Les pressions d'entrée et de sortie du gaz naturel sont indiquées respectivement par PI-6204 et PI-6205.

La pression de sortie du gaz naturel (36 barg) est contrôlée à partir du PCS par la vanne de commande PCV-6201 (principal).

Pendant le fonctionnement normal le PCV-6203 (moniteur) est complètement ouvert. Il prend le contrôle de la régulation de pression en cas de défaillance du PCV-6201. Cette défaillance du PCV-6201 se signale par une hausse anormale de la pression régulée tendant à dépasser le niveau de consigne du PIC-6203.

- **Température du bain d'eau**

La température du bain d'eau est indiquée par TI-6201 et transmise au PCS par TIT-6201, avec des alarmes haute et basse températures (TIA-6201).

La température du bain d'eau est contrôlée par TC-6201, qui intervient sur la vanne de contrôle de la température TCV-6201. Le point de consigne de TC-6201 (esclave) peut varier entre 80°C et 50°C et il est réglé en cascade par TC-6202 (maître), qui contrôle la température de

sortie du gaz naturel. La commande maître-esclave est indiquée dans le schéma suivant : (VOIR ANNEXE III).

Le régulateur maître-esclave agit dans les limites de la souplesse du brûleur. Si la capacité de processus demandée est au-dessous de la limite de souplesse inférieure du brûleur, avec la vanne du gaz de combustion en position minimum, la température du bain d'eau commence à augmenter, parce la chaleur ne peut être entièrement transmise au gaz naturel. Lorsque la température du bain d'eau atteint 85°C, le thermostat TS-6203 met le chauffe à gaz dans le mode opératoire tout ou rien et envoie un signal de fermeture à la vanne de fermeture SDV-6211B sur la ligne du gaz de combustion. Cette vanne ne s'ouvrira que si la température descend en- dessous de 70°C.

En cas de haute température du bain d'eau (point de consigne = 92°C), TAHH-6201 affiche un signal rouge dans le UCP, actionne le signal acoustique local et arrête le système.

- **Niveau du bain d'eau**

Remplissage et appoint d'eau en manuel par vanne à bille 1''

Le niveau d'eau dans le réservoir d'expansion est montré par un indicateur de niveau.

En cas de bas niveau d'eau (point de consigne = 30%), LAL-6201 affiche un signal rouge dans le UCP et actionne le signal acoustique local.

- **Pression du gaz de combustion**

La pression du gaz de combustion est indiquée par PI-6206 (alimentation gaz de combustion aux instruments de contrôle), PI-6201 (en aval de PCV-6202) et PI-6202 (entrée brûleur).

La pression du gaz de combustion est ajustée par un régulateur autonome PCV-6202 (point de consigne = 1,4 barg).

En cas de baisse de pression du gaz de combustion allant jusqu'à (0,85 barg), PSL-6201 en aval de PCV-6202 affiche un signal rouge dans le UCP, actionne le signal acoustique local et arrête le système.

En cas de hausse de pression du gaz de combustion au brûleur dépassant (1,0 barg), PSH-6202 affiche un signal rouge dans le UCP, actionne le signal acoustique local et arrête le système.

La soupape de protection PSV-6201 (point de consigne = 1,68 barg) protège la ligne de gaz de combustion en cas de pression élevée dans la ligne du à une défaillance de l'ensemble du dispositif de régulation et de protection primaire.

Si la pression augmente encore, la vanne de coupure d'urgence (point de consigne = 2,5 barg) bloque le PCV-6202.

- **Débit du gaz de combustion**

La vanne de contrôle température TCV-6201 est dotée:

- ✓ d'un interrupteur fin de course pour fermer la vanne au moment du démarrage, afin de limiter le débit dans cette phase
- ✓ d'un by-pass avec régulateur de pression PCV-6206, pour avoir un débit minimum si TCV-6201 est complètement fermé et pour le maintien de la flamme

- **Détection de la flamme**

En cas d'avarie de la flamme du brûleur, le détecteur de flamme BSL-6201 affiche un signal rouge dans le UCP, actionne le signal acoustique local et arrête le système.

- **Température des fumées dans la cheminée**

En cas de haute température des fumées dans la cheminée (point de consigne = 500°C), TAH-6202 (situé à l'entrée de la cheminée) et TAH-6204 (situé au-dessous de l'extincteur de flamme) affichent un signal rouge dans le UCP et actionnent le signal acoustique local.

- **Détection de perte de gaz**

En cas de rupture des serpentins du réchauffeur à gaz, et par conséquent d'une perte de gaz naturel, le détecteur AE-6201 produit une alarme préalable dans le SSS à une concentration LEL de 10% de gaz naturel et une alarme à 20% LEL. Ces limites sont inférieures à la limite d'explosion du mélange gaz/air en présence d'une source de chaleur.

- **Alimentation du gaz de combustion aux instruments**

Les instruments sont pour la plus part de type pneumatique et sont alimentés par le gaz de combustion, à travers des réducteurs de pression.

- **Arrêt**

Le système peut être arrêté pour l'une des causes suivantes:

- ✓ Bas niveau du bain d'eau LSSL-6201
- ✓ Haute température bain d'eau TSHH-6201
- ✓ Avarie de flamme BSL-6201
- ✓ Basse pression gaz de combustion PSL-6201
- ✓ Haute pression gaz de combustion PSH-6202
- ✓ Système arrêt de sécurité SSS

En cas d'arrêt, UCP envoie un signal d'alarme au SSS.

L'arrêt du système est effectué par le UCP qui intervient sur les vannes suivantes:

- ✓ arrêt d'alimentation de l'électrovanne SDY-6211A (relais) qui ferme SDV-6211A et ouvre SDV-6211C (évent) sur la ligne du gaz de combustion au brûleur
- ✓ arrêt d'alimentation de l'électrovanne SDY-6211B qui ferme SDV-6211B sur la ligne du gaz de combustion au brûleur
- ✓ fermeture de SDV-6212A et SDV-6212B sur la ligne du gaz de combustion au pilote
- ✓ ouverture de SDV-6212C (évent) sur la ligne du gaz de combustion au pilote

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LA MAINTENANCE

I. DEFINITION

D'après la norme NF X60-010 la maintenance se définit comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé».

Maintenir c'est donc effectuer des opérations (visite, inspection, opération, etc....) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité de la qualité de la production. Bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimum.

II. ROLE DE LA MAINTENANCE

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en gardant le potentiel d'activité et en tenant compte de la politique définie par l'entreprise. La fonction maintenance serait alors amenée à considérer les :

- Prévission à long terme : liée à la politique et stratégie de développement de l'entreprise et permettant l'ordonnancement des charges, des stocks, des investissements matériels.
- Prévission à moyen terme : la volonté de maintenir le potentiel d'activité de l'entreprise conduit à veiller à réduire l'indisponibilité des matériels et des moments qui perturbent le moins possible le programme de travail. Dès lors, il faut fournir nécessairement et suffisamment tôt le calendrier des interventions de maintenance, ce dernier ayant une influence sur l'ordonnancement des travaux.
- Prévission à court terme : dans ce cas le service de maintenance s'efforcera à réduire la durée d'immobilisation du matériel et des coûts de ses interventions. Sachant que la réduction des coûts et d'immobilisation ne sont possibles que si le matériel et les interventions ont fait l'objet d'une étude préalable, il est donc nécessaire de préparer le travail et d'étudier les conditions de fonctionnement, les défaillances possibles et les conditions d'exécution des interventions. Le service technique est lié à cette fonction qualitative et susceptible d'influencer les politiques de l'entreprise.

III. POSITION DE LA MAINTENANCE AU SEIN DE L'ENTREPRISE

La fonction maintenance peut être assurée par un service indépendant appelé service de maintenance ; ou par un service intégrant les fonctions de fabrication et de maintenance. Les installations, les équipements tendent à se détériorer dans le temps sous l'action des causes multiples. Usures, déformations dues au fonctionnement, action des agents corrosifs (agent chimique atmosphérique etc...). Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement (panne) ; diminué la capacité de production ; mettre en péril la sécurité des personnes ; des rebuts ou diminuer la quantité ; augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc...) ; diminuer le rendement et la valeur marchande de ces moyens. Dans tous les cas, ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires. Il existe deux tendances quant au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

- La centralisation où toute la maintenance est assurée par un service ;
- La décentralisation où le service de maintenance est dépossédé de certaines responsabilités, c'est généralement la maintenance de fabrication qui passe sous le contrôle des services de production et de fabrication.

L'objet de la décentralisation est de mieux cerner les frais réels de maintenance par poste de travail. Mais l'inconvénient est l'application de plusieurs politiques de maintenance éventuellement contradictoires. Il est tout de même important de noter ici que dans les deux cas le service maintenance dépendra hiérarchiquement de la direction générale de l'entreprise ou d'une direction digne de ce nom. Néanmoins, le service maintenance se positionne comme suit : (VOIR ANNEXE IV).

IV. LES DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE

L'analyse des concepts comprend quatre étapes :

- Les événements qui sont à l'origine des actions :
 - la référence à un échéancier
 - la subordination à un type d'évènement prédéterminé
 - l'apparition d'une défaillance
- Les méthodes de maintenance qui leur seront respectivement associées :
 - la maintenance corrective

- la maintenance préventive systématique
- la maintenance préventive conditionnelle
- la maintenance préventive prévisionnelle
- Les actions de la maintenance proprement dites :
 - inspections
 - contrôles
 - visites
 - dépannages
 - réparations
 - etc....
- Les activités connexes :
 - la maintenance d'amélioration
 - la rénovation
 - la reconstruction
 - modernisation
 - travaux neufs
 - sécurité

Nous convenons donc que la maintenance se divise en concepts, les concepts qui comportent des évènements et ces évènements se transforment en opération. La maintenance se structure alors sous la forme hiérarchique d'une entreprise bien structurée et se présente ainsi qu'il suit : (VOIR ANNEXE V).

CHAPITRE III : FONCTIONNEMENT ET DEFAILLANCES DU RECHAUFFEUR

I. ETAT ACTUEL DU RECHAUFFEUR

Au début de notre stage, le réchauffeur était à l'arrêt. Il faudrait une intervention corrective pour la remise en état de bon fonctionnement.

Le réchauffeur fonctionne avec trois fluides:

- le gaz combustible;
- l'eau comme fluide caloporteur ;
- le gaz naturel (process gas)

Si la pression du gaz combustible est basse (inférieur à 0,85 bar), ou s'il y a manque de flamme dans la chambre de combustion, le système s'arrête automatiquement ; il en est de même lorsque la quantité d'eau dans le bac est insuffisante.

Parlant de la maintenance, il y a un programme de maintenance préventive qui est bien suivi mensuellement, trimestriellement, semestriellement et annuellement.

Outre la maintenance préventive, il y a aussi la maintenance corrective qui est assurée par des dépannages et différentes réparations en somme par les interventions.

Les différents dysfonctionnements, les défaillances liées à la maintenance, à la réadaptation du circuit d'allumage, au manque de pièces de rechanges affectent la disponibilité de la machine.

LES DIFFERENTS TYPES DE DEFAILLANCES

L'expérience professionnelle nous permet de les classer de manière à y remédier le plus facilement possible, et à effectuer ce travail à la phase préparatoire (détection, localisation, diagnostique). (VOIR ANNEXE VI).

II. RECENSEMENT DES MODES DE DEFAILLANCES

Cette partie énumère les symptômes plausibles et potentiels du réchauffeur. Donc, la défaillance pourrait avoir lieu, mais n'intervenant pas nécessairement.

- Fuite
- Bouchage
- Encrassement
- Mauvais réglage
- Dérégulation des électrodes d'allumage
- Défectuosité
- Usure
- Dérégulation
- Pression insuffisante
- Manque de flamme
- Défaut d'étincelle d'allumage
- Obturation
- Circuit non alimenté
- Circuit électrique en court-circuit
- Rendement
- Fatigue

III. ANALYSE METHODIQUE DE L'ORIGINE DE LA DEFAILLANCE

Il serait illusoire de viser l'exhaustivité dans cette phase. Cependant, une technique de recherche forte efficace consiste à utiliser un outil de travail de groupe bien connu: le diagramme KAORO ISHIKAWA ou « arête de poisson». (VOIR ANNEXE VII)

L'expérience voudrait qu'on effectue un diagramme par mode de défaillance, mais la généralité nous impose que pour un dysfonctionnement constaté, qu'on se pose la question "pourquoi?" et de remonter le plus loin possible dans son questionnement par rapport à la méthode des 6M qui voudrait que nos interrogations aillent dans le sens des éléments suivants et ce à quoi il se rapporte :

- ✓ Matériel : logistique, documentation...
- ✓ Moyens : financement, politique de maintenance...

- ✓ Matière : matière d'œuvre, personnel...
- ✓ Milieu : environnement, condition de travail...
- ✓ Méthode : outil d'aide, stratégie, objectif à atteindre...
- ✓ Main d'œuvre : qualification du personnel, qualité des relations humaines...

IV. ANALYSE DE LA REPARATION (LES DIX ETAPES DE MAXER)

Il est important de mettre sur pied au niveau du réchauffeur les méthodes permettant de trouver les causes réelles des pannes. C'est donc dans cet ordre d'idées que nous avons adopté MAXER, une méthode de dépannage rationnelle en dix étapes afin d'éviter la répétitivité d'une même panne. (VOIR ANNEXE VIII).

V. ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES ET LEURS EFFETS (A.M.D.E)

Une étude AMDE est une méthode d'analyse qui permet de recueillir les données prévisionnelles et prospectives et d'établir le plan d'action de la prévention des défaillances. Elle vise l'optimisation de la fiabilité et la disponibilité des composants du réchauffeur. Elle se structure comme suit: (VOIR ANNEXE IX)

Il nous est utile après avoir étudié les différents éléments, leur fonction et défaillances, de ressortir le mode de maintenance à appliquer sur l'installation pour un rendement optimum. Mais il est nécessaire de donner une ligne de conduite et des garde-fous par rapport à l'application de ce plan de maintenance en insistant sur les généralités de la maintenance vue plus haut.

CHAPITRE IV : MAINTENANCE DU RECHAUFFEUR

I. LA MAINTENANCE VUE DANS LE SERVICE TECHNIQUE DE LA STATION

Le réchauffeur a pour rôle principal de chauffer le gaz naturel et de le maintenir entre une température comprise entre 30°C et 35°C après l'avoir réduit d'une pression allant jusqu'à 70 bars à une pression moyenne de 36 bar. Ce système fonctionne avec une puissance thermique de 4.55 GJ/h et un rendement de 76%. La maintenance a pour mission d'assurer le fonctionnement optimum du réchauffeur à des coûts réduits. La maintenance ici est pratiquée en opérations (préventive, dépannage, réparation, mise au rebut). Cette situation nous pousse alors à élaborer un dispositif anti-panne.

I-1 DISPOSITION ANTI-PANNE

La visée ici est une lutte sans répit contre les pannes pour optimiser la disponibilité permanente du réchauffeur.

Les mesures anti-panne pour notre machine se divisent en quatre étapes:

❖ Première étape

Mettre sur pied une maintenance de routine

- ✓ Contrôle du circuit d'alimentation en fuel de combustion:

Contrôle de l'absence de fuite en tout point du circuit, notamment au robinet, aux points d'assemblage.

Contrôler la pression dans la ligne ainsi que les valeurs de sécurité. Calibrer les vannes de régulation et de contrôle si nécessaire.

Vérifier l'état des joints à chaque fois que cela est possible sans démontage intempestif.

- ✓ Contrôle du circuit d'allumage :

Contrôle de la propreté du filtre d'air et son nettoyage éventuel. Vérifier que l'air naturel peut y accéder aisément en prenant soin d'ôter tout objet d'obstruction.

Remise en bon état du matériel

Vérifier que la pression dans la ligne de fuel est à une valeur normale (entre 0.85 et 1.6bar), régler le régulateur de pression si nécessaire.

- ✓ Contrôle du système de transfert de chaleur.

Contrôle et ajustage du niveau de l'eau dans le bac ; vérifier que le bac est suffisamment plein (entre 80 et 85%), la remplir si nécessaire.

Contrôle de la température et de la qualité de l'eau. (L'eau doit contenir une quantité bien déterminée d'inhibiteur de corrosion)

❖ Deuxième étape

Respecter les conditions et les consignes de sécurité et de réglage :

- ✓ Thermostat
- ✓ Pressostat
- ✓ Système d'alerte

❖ Troisième étape

Grâce aux contrôles, aux visites et aux inspections remettre systématiquement en état une dégradation constatée.

❖ Quatrième étape

Eliminer les défaillances humaines à l'origine des pannes :

- ✓ Définir les compétences requises pour la réparation ;
- ✓ Assurer une formation adéquate pour que les compétences requises soient acquises par les opérateurs et les techniciens intervenant sur la machine.

I-2 MAINTENANCE CORRECTIVE EFFECTUEE

La panne récurrente observée sur les réchauffeurs est le défaut de production de flamme. Les investigations ont montré que l'anomalie se trouve au niveau des électrodes d'allumage. Notre intervention a consisté à trouver une solution corrective fiable pour optimiser la disponibilité de la machine en adoptant la méthode de MAXER, une méthode de dépannage rationnelle en dix étapes afin d'éviter la répétitivité de la même panne.

1ère Étape : S'informer et analyser la situation

La problématique nous a été évoquée par le superviseur au début du stage, ce qui nous a permis d'analyser la situation avec les techniciens sur place.

2ème Étape : Faire le dépannage provisoire si possible

Vue la situation, nous avons préféré une solution curative que palliative. L'unité était déjà en arrêt depuis un moment et nous disposions d'assez de temps pour y arriver.

3ème Étape : Établir le diagnostique, chercher la cause la plus probable

Nous avons procédé au démontage de la partie défaillante pour pouvoir établir un diagnostic efficace. Ceci nous a permis de constater que les électrodes ne respectaient pas l'écart qu'il fallait entre les becs qui est de 2 mm maximum. Il y avait un jeu axial important de la tige des électrodes par rapport à leur enveloppe en céramique ; (VOIR PHOTO EN ANNEXE XIII).

4ème Étape : Vérifier la cause la plus probable

La cause la plus probable est le jeu axial qui existait au niveau de chaque électrode pour défaut de liaison franche par rapport aux enveloppes. Ce défaut augmente l'écart entre les becs d'électrodes supposées produire l'étincelle d'allumage à l'application de la haute tension à ses bornes.

5ème Étape : Réparer

Cette étape a été celle critique puisqu'il fallait trouver la solution définitive et fiable. Le déficit était que les électrodes disponibles ne correspondaient pas toutes à celles installées. Il fallait donc travailler avec celles qui étaient en usage.

Les détails de la réparation ci-dessous libellés permettront une intervention future efficace pour la maintenance curative. (VOIR DESSIN DE L'ENSEMBLE EN ANNEXE X)

- a. Déconnexion des câbles d'alimentation électrique des électrodes
- b. Démontage et dépose du sous-ensemble composé de 6-7-8
- c. Séparation des électrodes 6 du sous-ensemble
- d. Démontage des électrodes

- e. Vérification de suppression du jeu axial de l'axe principal de chaque électrode avec son enveloppe
- f. Si le mouvement axial n'est pas supprimé, vérifier l'état de la rondelle d'arrêt qui sert d'épaulement sur la tige de l'électrode et le serrage de l'écrou d'assemblage.
- g. S'assurer que l'écrou d'assemblage n'est pas trop serré au risque de mettre la rondelle sous pression axiale qui pourra céder sous l'effet de la chaleur

6ème Étape : Vérifier le résultat de la réparation

Après l'assemblage et le remontage du système, les résultats obtenus ont été très satisfaisants. La machine a démarré au premier envoi de signal. Les essais qui ont suivi ont été aussi satisfaisants. La machine a fonctionné tout le temps requis pour son opération et n'a plus connu la même faute jusqu'au terme de notre stage.

7ème Étape : Chercher la cause première et y remédier

Après analyse, la cause première de cette défaillance est le défaut de l'assemblage au niveau des électrodes plus particulièrement la faiblesse de la rondelle d'épaulement. Notre rapport a apporté les détails sur le rôle de chaque élément et le mode d'assemblage qu'il faut pour atteindre le résultat escompté.

8ème Étape : Trouver les conséquences

Les conséquences d'une telle défaillance :

- La machine ne sera pas disponible pour assurer la fonction requise : fournir un gaz sec au client à une température comprise entre 30 et 35°C.
- Elle augmente les temps d'intervention
- Elle engendre d'autres coûts directs liés à la réparation comme coût d'achat des pièces de rechange, main d'œuvre dans certains cas, et éventuellement la logistique....

9ème Étape : Vérifier les matériels semblables

Ayant deux machines identiques, le système d'allumage du second réchauffeur est identique à celui du système étudié et réparé. Les problèmes sont identiques et par

conséquent, nous aurions souhaité que la même maintenance y soit effectuée. Avec les détails d'intervention ci-dessus cités, ce ne serait plus un problème d'autant plus que les techniciens sur le site pourront déjà appliquer les mesures correctives telles qu'appliquées sur le premier réchauffeur.

10ème Étape : Rédiger le rapport d'intervention.

II- PLANNING DES ACTIONS DE MAINTENANCE A APPLIQUER SUR LE RECHAUFFEUR

Nous parlerons ici de la maintenance préventive pour l'optimisation de la disponibilité de l'équipement.

Il existe déjà un planning de maintenance préventive pour les deux réchauffeurs qui est géré par le logiciel MAXIMO qui est un logiciel de Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO). Il permet de générer automatiquement des ordres de travail pour les interventions préventives. Et selon ce planning, il y a des opérations mensuelles, des opérations trimestrielles, semestrielles et celles annuelles.

Au plan de maintenance existant, quelques apports ont été faits comme suit :

1. LES OPERATIONS MENSUELLES

- Nettoyage du système d'allumage ;

Ce nettoyage est à réaliser par les techniciens de la station et de fréquence mensuelle, quelque soit le temps de fonctionnement mensuel des réchauffeurs car il s'agit de retirer de fins dépôts qui se forment sur les becs d'électrodes. C'est aussi l'occasion de faire une inspection minutieuse de l'installation qui consiste à :

- vérifier l'absence de fuite,
- vérifier le bon état des électrodes,
- vérifier la propreté générale de l'ensemble,
- vérifier la présence des jeux éventuels,

- Vérifier l'écart entre les becs d'électrodes qui ne doit pas dépasser 2 mm et ne doivent pas se toucher non plus
- Nettoyer l'œil des détecteurs de flamme

L'opération doit bien entendu se faire au moment où le réchauffeur est mis en standby puisque selon leur opération, les deux réchauffeurs sont alternés de manière mensuelle.

Pendant toute l'opération, s'assurer que les lignes d'apport de gaz combustible sont bien isolées et vérifier avec le détecteur portatif de gaz qu'il n'y a pas de présence de gaz dans l'atmosphère ou l'enceinte d'intervention.

- Vérification de la précision des manomètres ;
- Opérer les vannes pour s'assurer qu'elles assurent leur fonction
- Changer systématiquement tout équipement ou pièce défectueux
- Vérifier l'état des joints sans démontage intempestif.

Inscrire la date de l'opération et le nom de l'intervenant sur la fiche d'inspection.

2. LES OPERATIONS TRIMESTRIELLES.

- Vérification du rendement des réchauffeurs

C'est une opération qui doit se faire quand l'équipement est en plein fonctionnement. Elle consiste à déterminer les pertes :

La valeur du rendement peut s'exprimer de la façon suivante :

$$N = 1 - \Sigma \text{ pertes}$$

Les pertes étant :

- a) La perte à la cheminée, qui est fonction de la température des fumées, ou mieux, de la différence de température entre les fumées et l'air ambiant.
- b) La perte par chaleur latente, due à la présence dans les fumées d'imbrûlés gazeux
- c) La perte par chaleur latente de l'hydrogène et de l'humidité du combustible,
- d) Enfin, la perte dite « résiduaire », par rayonnement, convection, conduction.

La comparaison du nouveau rendement à celui initial permet de déterminer l'efficacité du réchauffeur et de savoir comment optimiser son fonctionnement.

- Vidange du bac d'eau
- Graissage des vannes
- Réglage du circuit d'admission d'air dans la chambre de combustion

III- LA DOCUMENTATION TECHNIQUE

La documentation technique est nécessaire dans toute institution technique et scientifique. Elle constitue deux parties selon la norme NF X 60- 000 qui sont :

- Le fichier historique
- Le dossier technique

III-1- LE FICHER HISTORIQUE

Parmi les éléments composant la documentation technique, le fichier historique tient un rôle particulier. D'une manière plus globale, l'historique d'un équipement recense la chronologie de tous les événements, de toutes les interventions relatives à un équipement pendant une période significative. **C'est le carnet de santé d'un équipement.** Il contribue au suivi dans le temps de tous les matériels inventoriés et codifiés, et permet de retrouver facilement la chronologie des interventions et d'évaluer en cas de besoin la performance de l'équipement.

La documentation historique s'inscrit dans le cadre beaucoup plus large de la documentation technique, c'est un élément important pour le technicien de maintenance chargé de la fonction méthodes.

Ce document doit synthétiser en un minimum d'informations une intervention. Dans le cas précis du réchauffeur, il devrait permettre aux techniciens de maintenance de maîtriser le comportement de l'installation dans le temps afin de ne pas tâtonner lors d'une intervention. Pour cela, il doit:

- Faire le point sur les pannes qui se sont produites et les états de résolution des dysfonctionnements.

- Détecter les pannes qui se répètent.
- Analyser les pannes et revoir le plan des préventifs.
- Détecter les opérations de maintenance corrective et exécuter.
- Recueillir les informations pour une étude ultérieure de FMD (fiabilité, maintenabilité, disponibilité) lors des visites.

Nous avons à cet effet proposé un exemple de fichier historique qui est à remplir par les techniciens de maintenance lors de différentes interventions. (VOIR ANNEXE XI)

III-2- LE DOSSIER TECHNIQUE

Le dossier technique favorise la préparation du travail et des interventions en s'appuyant sur les données du document fourni par le constructeur. Pour le cas de nos réchauffeurs, (VOIR ANNEXE XII).

SUGGESTIONS

Nos suggestions sont purement techniques. Pour les améliorations immédiates, nous avons jugé utile de:

- Remplacer tous les joints défectueux et prévoir les joints de rechange ;
- Demander à la prochaine commande, si possible au concepteur de renforcer les rondelles d'arrêt servant d'épaulement (**VOIR ANNEXE XII**) (figure 2) ;
- Revoir la conception des électrodes, au cas où les concepteurs ne pourront renforcer la rondelle, comme suit :
 - Changer la rondelle existante par une rondelle plus épaisse (1-2 mm)
 - Faire souder la rondelle directement sur l'axe pour éviter les déformations et décalage dues à la chaleur dans la chambre de combustion,
- En ce qui concerne la maintenance, elle ne devra pas se limiter qu'aux interventions. Autrement dit, l'homme devient subordonné à l'outil de production. Elle doit être un état d'esprit, une manière de penser et une discipline dotée des moyens permettant d'intervenir dans les meilleures conditions, d'appliquer les différentes méthodes en optimisant le coût global.

CONCLUSION GENERALE

En effet, la maintenance a sa place dans le monde industriel sans cesse en évolution. Elle demeure un enjeu économique incontestable pour l'entreprise souhaitant améliorer sa rentabilité économique en réduisant ses coûts de production et de maintenance.

Notre satisfaction est alors énorme car le stage à la STATION DE REGULATION ET DE COMPTAGE nous a permis d'étudier et de toucher du doigt les problèmes d'un technicien de maintenance en entreprise. Nous avons (mes encadreurs et moi) évoqué des solutions peut-être déjà connues par les uns et les autres, qui devront être appliquées dorénavant.

Globalement, notre séjour à la STATION DE REGULATION ET DE COMPTAGE de Cotonou a été doublement bénéfique : d'une part parce qu'il nous a donné l'occasion d'acquérir plus de connaissances techniques sur les réchauffeurs, et d'autre part il nous a permis de mettre en application des concepts de maintenance jusque-là développés presque uniquement sur une base théorique.

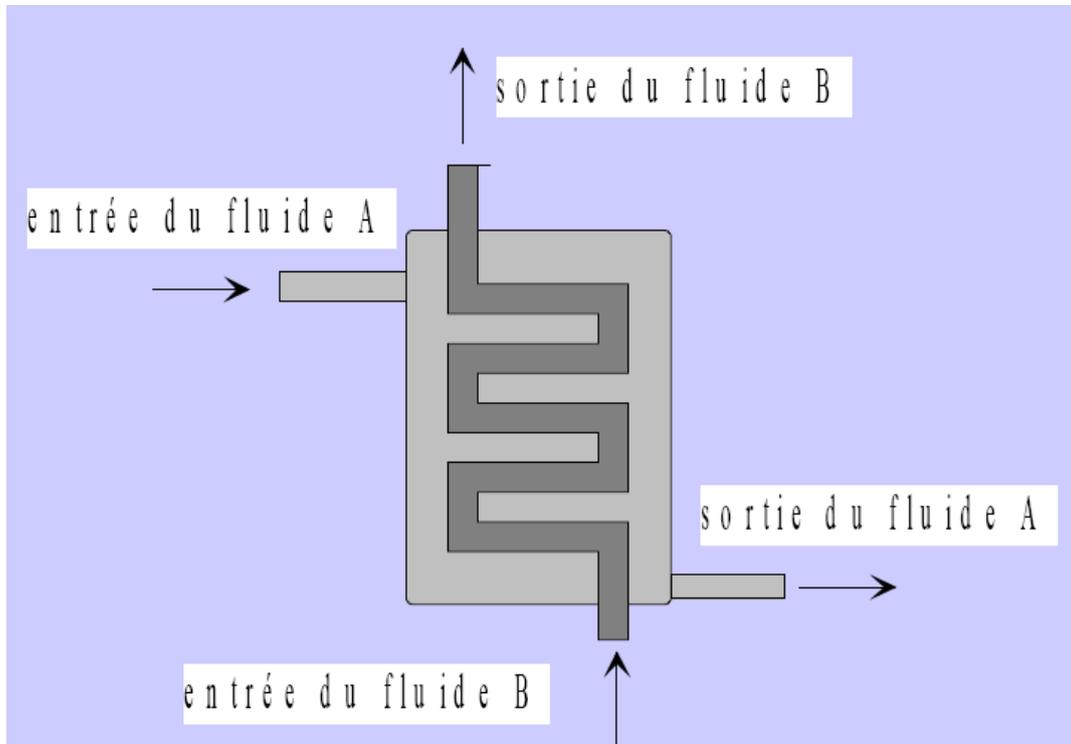
Notre sentiment aujourd'hui est que nous avons offert le meilleur de nous même, nous espérons que cette œuvre servira et aidera les ayants droits et surtout servira aux jeunes qui seront de passage à la Station. Nous avons osé car ce qu'il y a de pire que l'échec c'est de n'avoir pas osé.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Les Cours Académiques :
 - Chaudières
 - Maintenance Industrielle
 - Échangeurs thermiques
- ❖ Documents Techniques du Réchauffeur
- ❖ Les Sites Internet :
 - <http://ptob.free.fr/thermo/licence/Presentation/licence2.pdf>
 - www.wagpco.com
 - www.fiorentini.com

ANNEXES

ANNEXE I : ECHANGEUR A TUBE ET CALENDRE



NOMENCLATURE :

- Fluide A est de l'eau
- Fluide B est le gaz naturel

ANNEXE II : PRINCIPE ET PHOTO DU RECHAUFFEUR DE GAZ NATUREL DE LA STATION

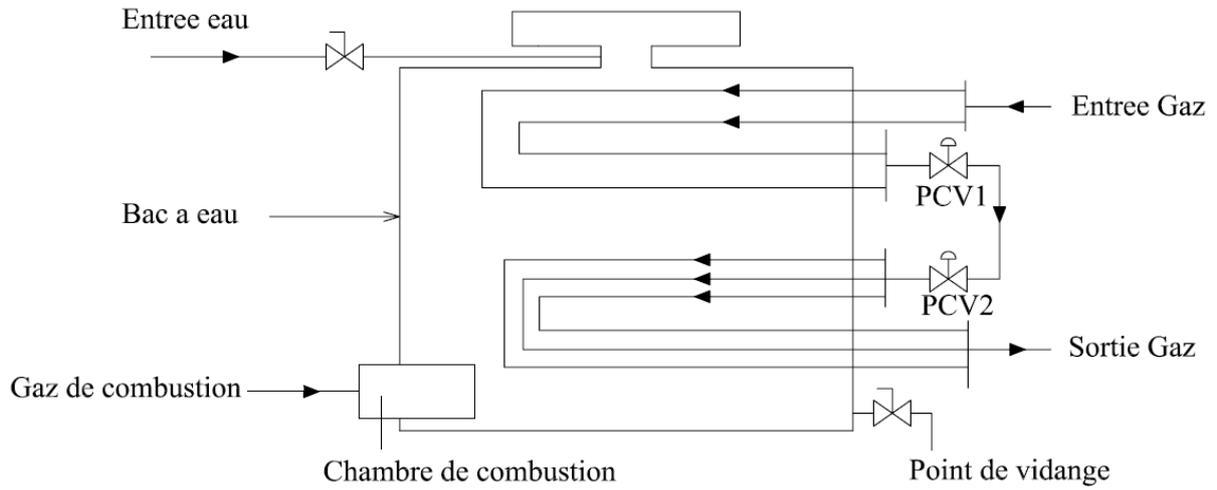


Figure1: schéma de principe du réchauffeur de gaz naturel



Figure2: Photo du réchauffeur de gaz naturel

ANNEXE III : COMMANDE MAITRE-ESCLAVE

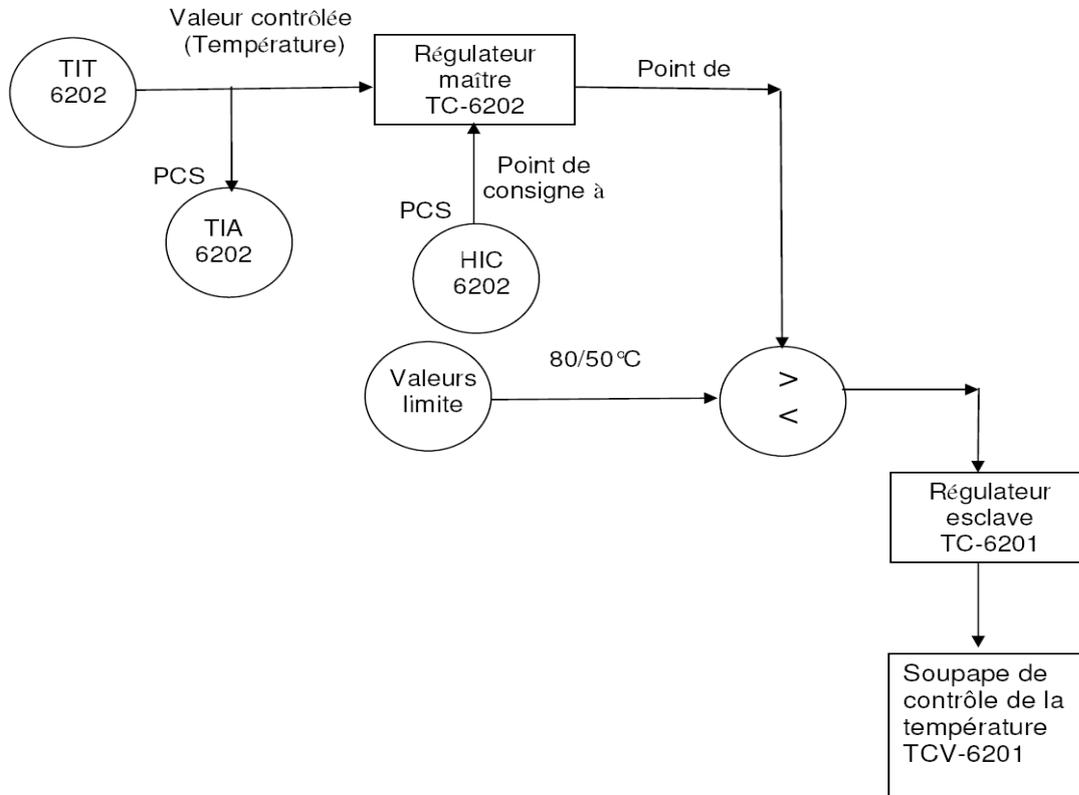
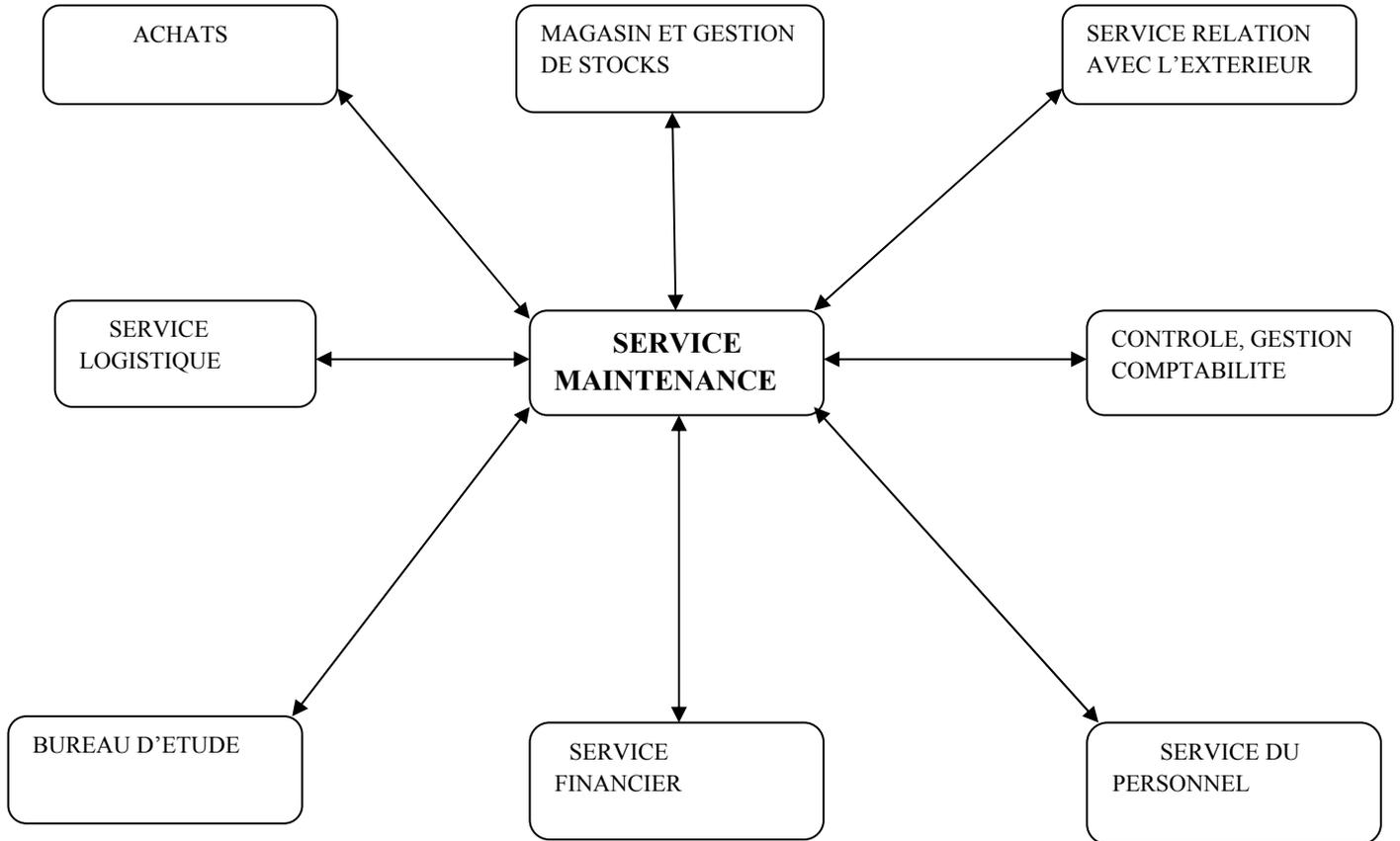
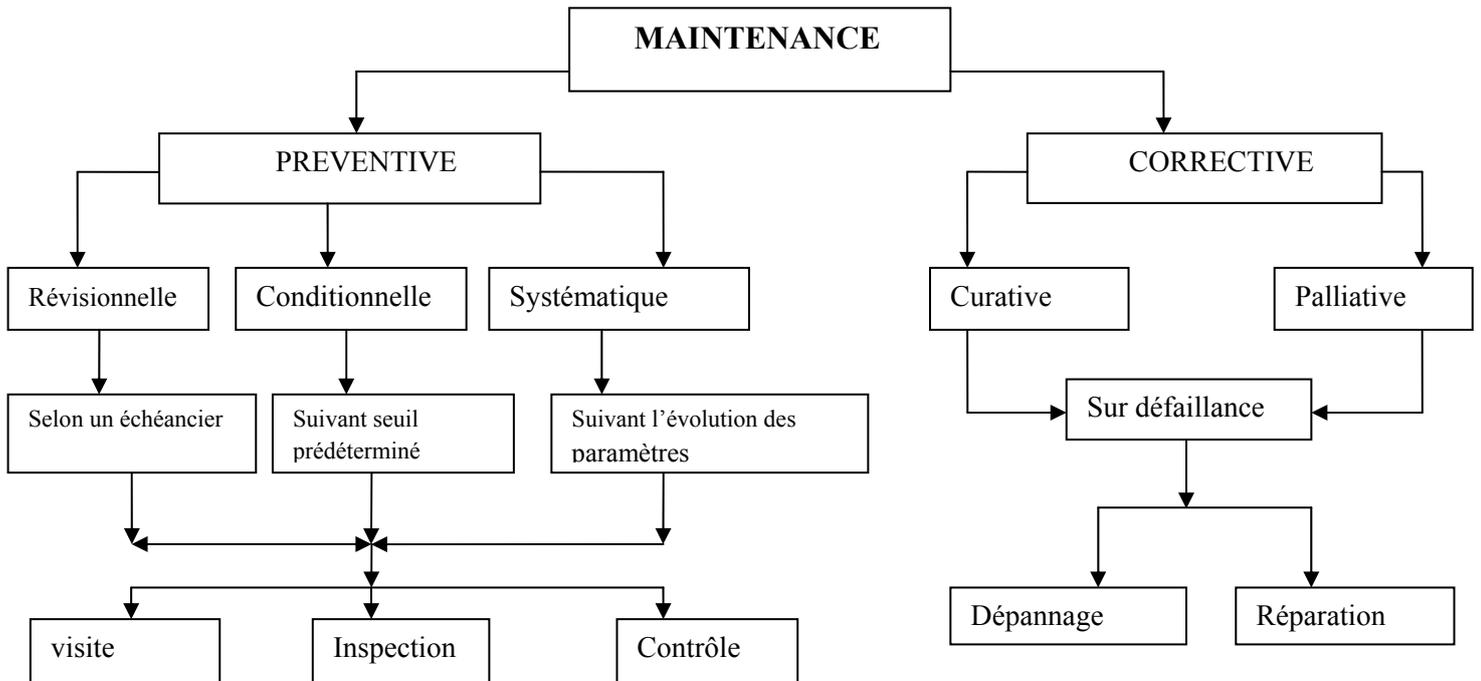


Figure : Commande Maître-esclave.

**ANNEXE IV : POSITION DU SERVICE MAINTENANCE DANS UNE
ENTREPRISE**



ANNEXE V : STRUCTURE DE LA MAINTENANCE AU SEIN D'UNE ENTREPRISE

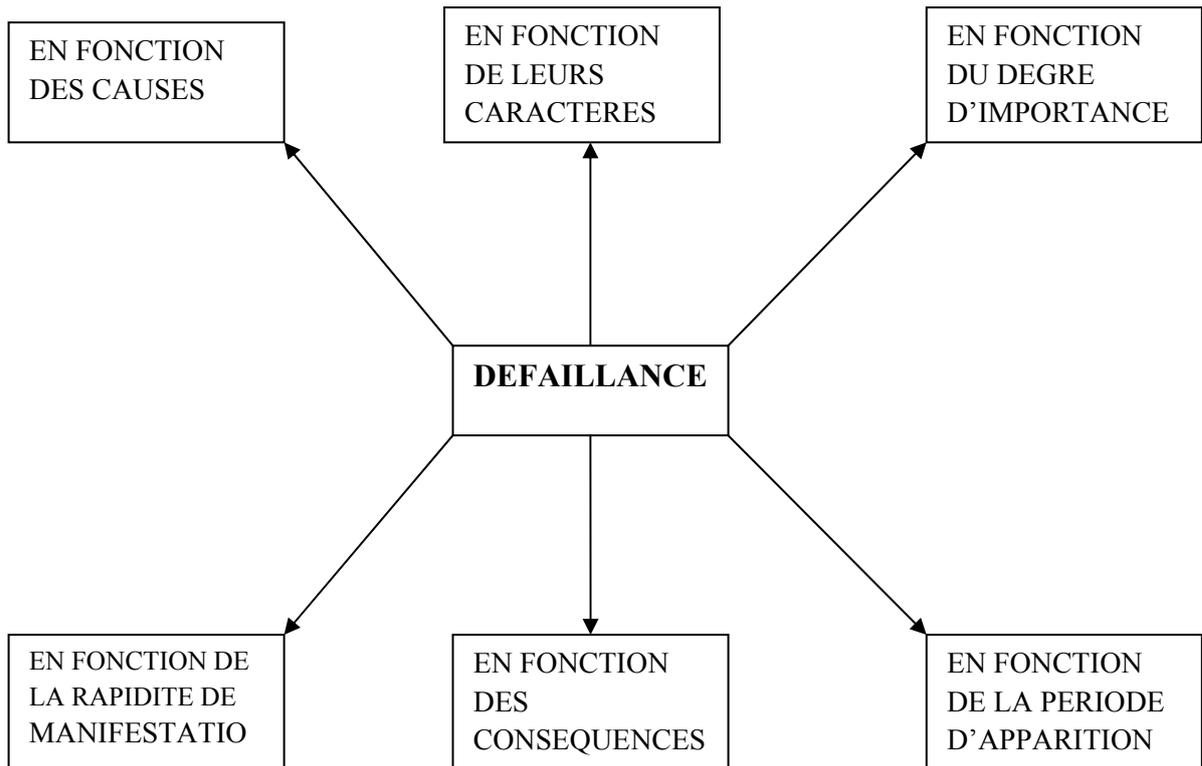


ANNEXE VI: CLASSEMENT DES TYPES DE DEFAILLANCES

-Défaillance intrinsèque
ou primaire
- Défaillance extrinsèque

-Défaillance intermittente
-Défaillance systématique

-Défaillance partielle
-Défaillance complet

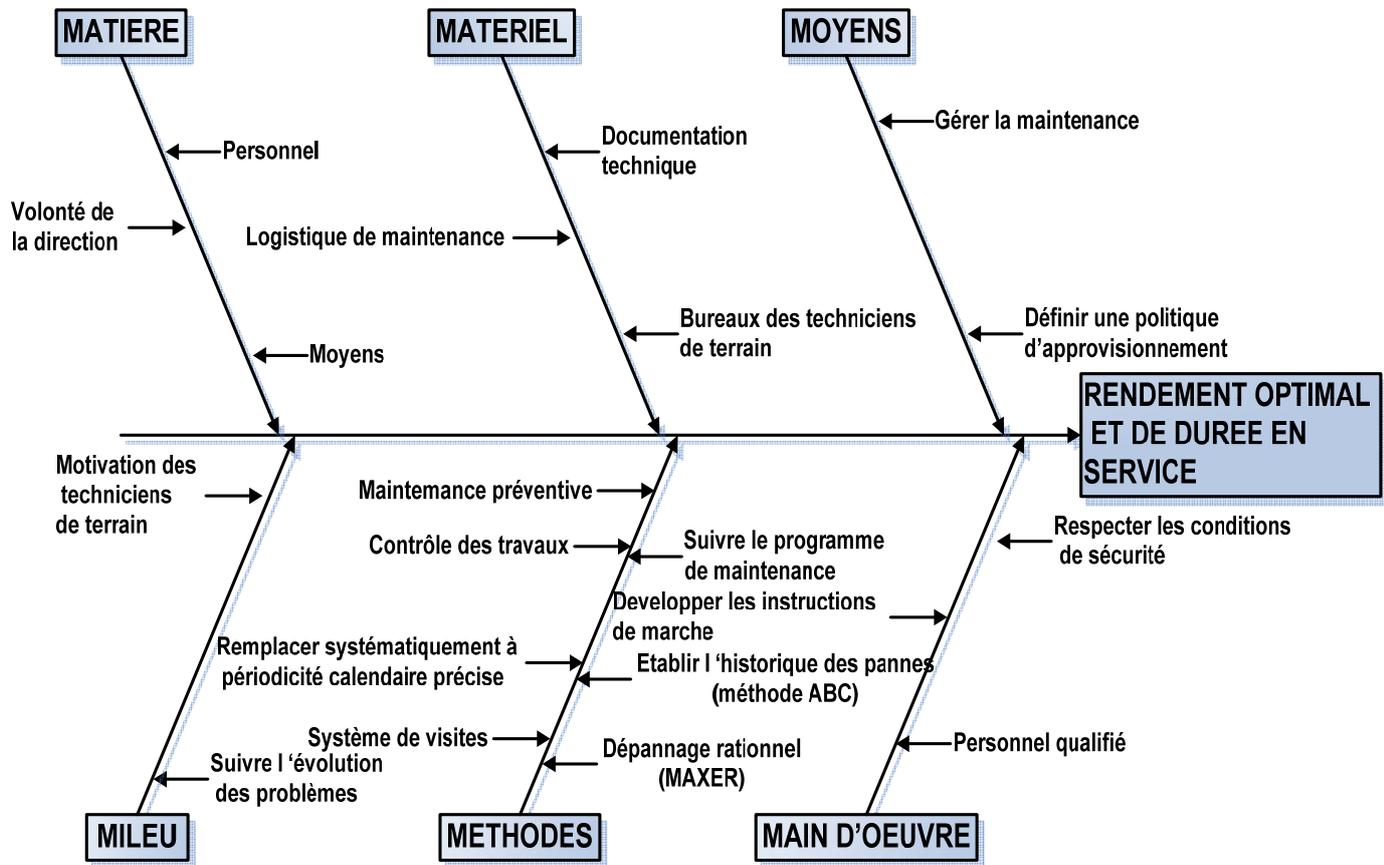


-Défaillance progressive
-Défaillance soudaine

- Défaillance mineur
- Défaillance majeure
- Défaillance critique

- Défaillance précoce
- Défaillance aléatoire
- Défaillance d'usure

ANNEXE VII: DIAGRAMME ARETE DE POISSON



**ANNEXE VIII: LES DIX ETAPES D'ANALYSE DE REPARATION DE
MAXER**

ETAPES	ACTIONS
1	S'informer et analyser la situation
2	Faire le dépannage provisoire si possible
3	Etablir le diagnostique, chercher la cause la plus probable
4	Vérifier la cause la plus probable
5	Réparer
6	Vérifier le résultat de la réparation
7	Chercher la cause première et y remédier
8	Trouver les conséquences
9	Vérifier les matériels semblables
10	Rédiger le rapport d'intervention

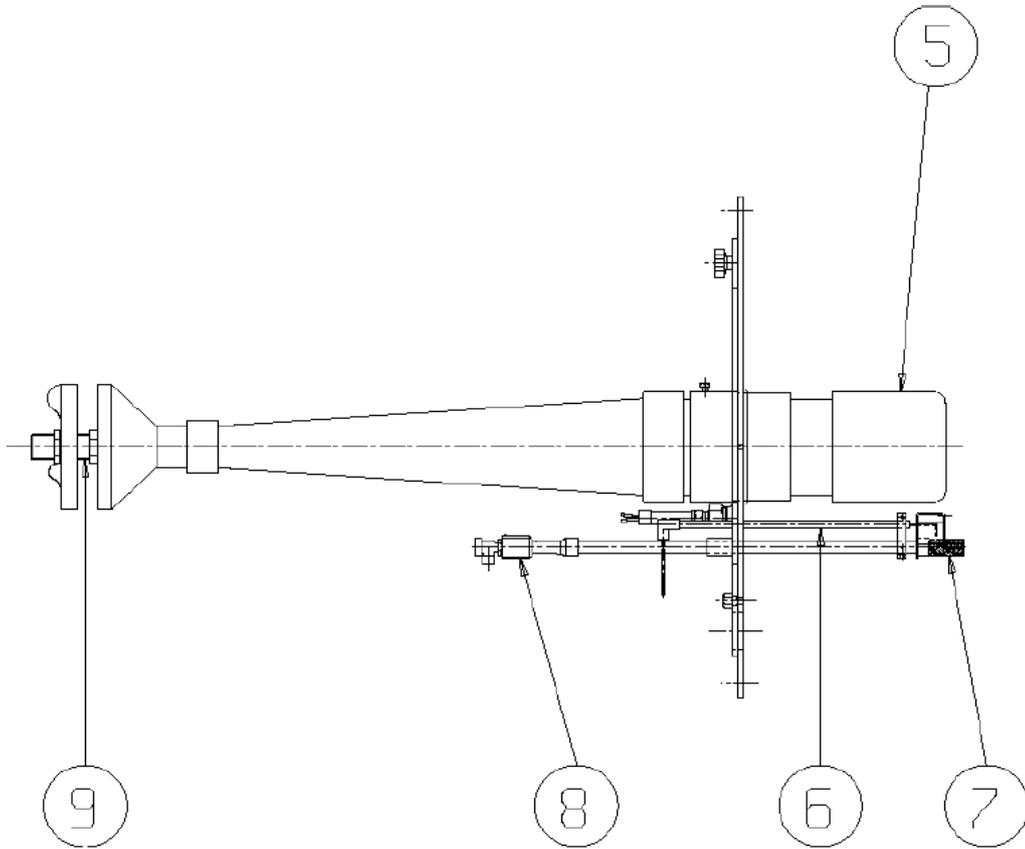
ANNEXE IX : ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES ET LEURS EFFETS (A.M.D.E)

SYSTEME : RECHAUFFEUR DE GAZ NATUREL

SOUS-SYSTEME : Système d'allumage du foyer de combustion

<i>Éléments</i>	<i>Fonctions</i>	<i>Modes de défaillance</i>	<i>Causes de la défaillance</i>	<i>Effets sur le système</i>	<i>Détection</i>	<i>Actions correctives</i>
Électrodes d'allumage	Alimenter par un transformateur haute tension continue, émettent les étincelles pour allumer le gaz de combustion	Déréglage	Mauvaise fixation Rondelle d'épaulement défectueuse	Ne fonctionne pas	Par diagnostique ou test Activation de BSL	Revoir la fixation et s'assurer que tous les jeux sont supprimés
Scanneur	Détecte la présence ou non de la flamme dans la chambre de combustion	Détecteur sale, Défaillance interne	Présence de fumées noires, poussière	Arrête le système	Détection électronique ou visuelle	Nettoyage Réinitialisation Remplacement
Transformateur haute tension	Fournit la tension dans les électrodes pour la production d'étincelle	Défaillance interne	Usure Présence d'eau	Le système ne démarre pas	Par diagnostique ou test	Réparation Remplacement
Filtre à air	Empêche les objets d'intégrer la chambre de combustion	Bouchage	Présence d'objets volants Obstruction par la poussière	Manque d'air à la Combustion	Détection visuelle	-Démontage et nettoyage -Remplacer si endommagé
Ligne d'apport de combustible	Canalise le gaz combustible à la chambre de combustion	Fuite Bouchage	Impureté dans le circuit, Vanne défectueuse Accident	Manque de gaz combustible à la chambre de combustion	Activation de BSL, PSL et/ou PSH	- Localiser la partie défaillante et corriger. - Déboucher ou remplacer

ANNEXE X : SCHEMA D'ENSEMBLE D'ALLUMAGE



Description :

5	Tête de rétention
6	Électrodes d'allumage
7	Tête de pilote
8	Tuyère pilote
9	Tuyère principale

ANNEXE XI : FICHE HISTORIQUE

<u>Numéro de BT</u> :.....	<u>Date de l'intervention</u> :.....
<u>Équipement</u> :	
<u>Sous-ensemble</u>	
<u>Début des interventions</u> :.....	<u>Fin des interventions</u> :.....
<u>Temps d'arrêt de production</u> :.....	<u>Imputations</u> :
INTITULES SOMMAIRES DES INTERVENTIONS CORRECTIVES	- - - - - - - - - - -
<u>Pièces de rechanges utilisées</u> :	
- - - -	
<u>Noms et signatures des intervenants</u> :	
- - - -	

ANNEXE XII : FICHE TECHNIQUE DU RECHAUFFEUR

Désignation de l'Équipement : Indirect fired heater	Modèle : GH1300	
Numéro et adresse du fournisseur :	PIETRO FIORENTINI	
Numéro de série :	EH 00190	
Date de mise en service :	2006	
	SERPENTINS	BAIN D'EAU
Pression d'opération	125.5/151.1 Bar	ATMOSPHERIQUE
Pression de conception	153.1 bar	0.3 +0.39/FV bar
Pression de test	199 bar	Eau pleine
Température d'opération	15/59/27.5°C	80°C
Température de conception	100°C	100°C
Medium		Eau de ville
Capacité d'eau	0.73m ³	19.9m ³
Surface d'échange	58.5m ²	41.9m ²
Puissance nette		1264 KW
Rendement thermique		0.76%
Puissance du bruleur		1663 KW

ANNEXE XIII : PHOTOS D'UNE ELECTRODE



Figure 1 : Électrode



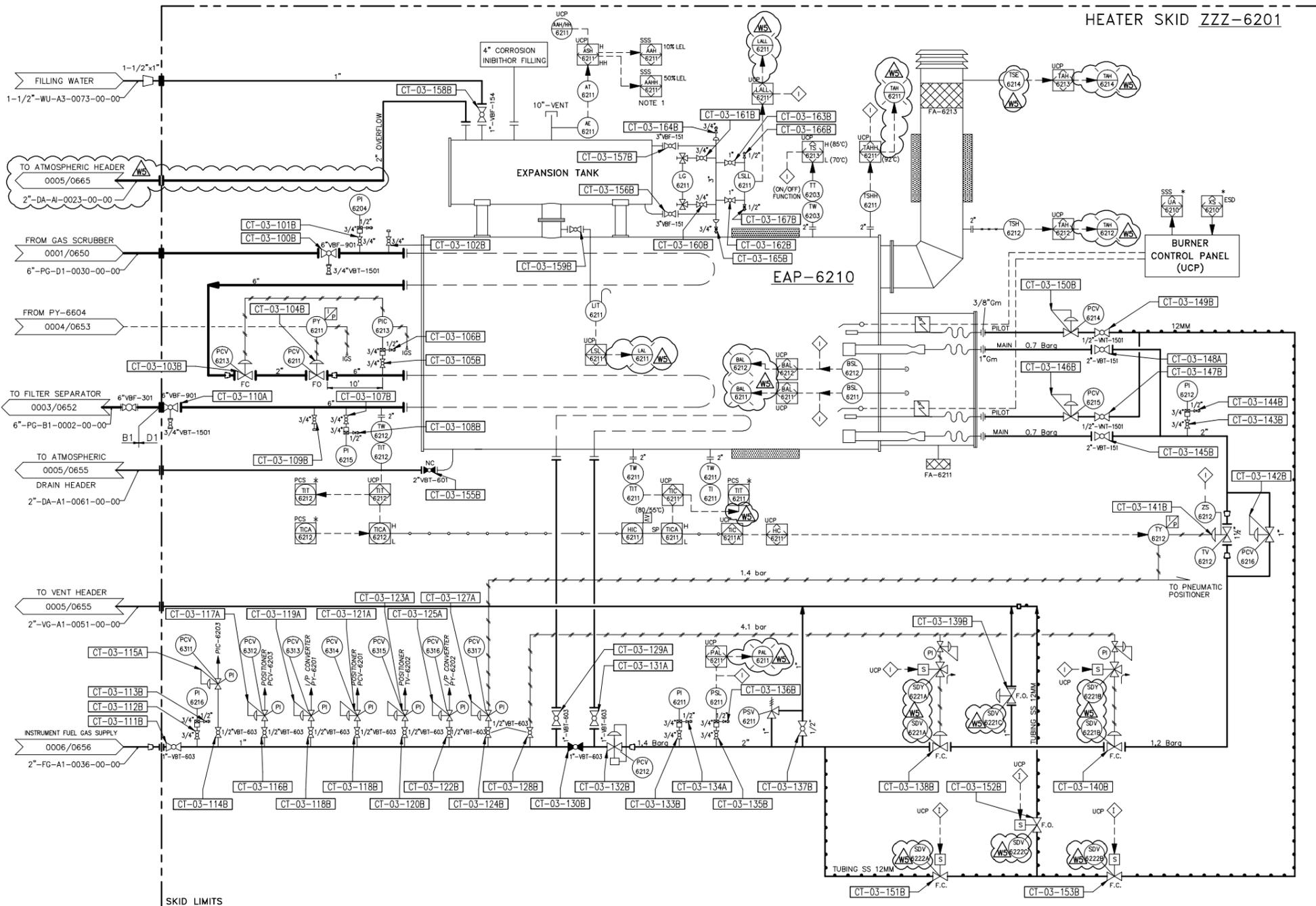
Figure 2 : L'axe de l'électrode montrant la rondelle d'épaulement

ANNEXE XIV: SCHEMA TECHNIQUE DU RECHAUFFEUR

ITEM NO.:
 NAME:
 SIZE/TYPE:
 DESIGN CONDITIONS:
 YEAR ONE OPERATING CONDITIONS:
 CAPACITY/DUTY:

EAP-6210
 GAS HEATER
 INDIRECT FIRED HEATER
 SHELL: 0.69/FV BARG @ 100°C/TUBES: 199 BARG @ 100°C/HEADER 199 BARG @ 37.8°C ANSI 900 PIPING
 101 BARG @ 15°C in/37 BARG @ 27.5°C out
 4.55 GJ/h

ZZZ-6211
 GAS HEATER SKID #2



ISSUED FOR CONSTRUCTION BY WAGP

NOTES:
 1. ASHH-6211 INITIATES CLOSURE OF SDV-6301 AND SDV-6605 AND INITIATES SHUTDOWN OF THE GAS HEATERS EAP-6200 AND EAP-6210

NO.	DATE	REVISION	BY	CHK	APPR	WAGP REVIEW
W5	09DEC09	REVISED BY WAGP	NA	AB	JB	RG
W4	22AUG09	REV. BY WAGP - REVISED AS NOTED	LL	JB	AB	BN
W3	05MARCH09	REVISED AS NOTED	ACB	EB	ZT	
W2	28JUL08	REV. BY WAGP - ADDED WAGPCO VALVE TAGS	JC	DL	ZT	RG
1	03APR06	GENERAL REVISIONS	AEM	GSC	TLG	
0	28FEB06	ISSUED FOR CONSTRUCTION	GEL	GSC	TLG	

WILLBROS DRAWING NO.		2423-1C-0660
DRAWN: AM		DATE: 01SEP09
CHECKED: RMG		DATE:
APPROVED: AB		DATE:
WAGP REVIEW: RG		DATE:
West African Gas Pipeline Company, Ltd.		
PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM		
GAS HEATER NO.2		
COTONOU REGULATING AND METERING STATION		
SCALE	PROJECT NO.	WAGP DRAWING NO.
NONE	51399	WAGP-1-WIL-1C-M-PID-99-0011
REV.		
		W5