



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES



N° d'ordre : M2...../GC/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADIMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie Chimique

Thème

**Étude de la possibilité d'utiliser un seul four
pour alimenter deux trains en huile chaude et en
GN de réchauffage au complexe GP1/Z**

Présenté par :

- 1- M^{lle} BENALIOUA Nesrine
- 2- M^{lle} BOUGHARI Rania

Soutenu le 16 / 06 / 2020 devant le jury composé de :

| | | | |
|----------------|----------------------------|-----|--------------------------|
| Présidente : | M ^{me} A.BAGHDAD | MCA | Université de Mostaganem |
| Examinatrice : | M ^{me} S.BENGOUA | MCB | Université de Mostaganem |
| Rapporteur : | M ^f D.MEKHATRIA | MCB | Université de Mostaganem |

Année Universitaire : 2019 / 2020

Avertissement

Certains passages du présent travail ont été volontairement masqués car ils contiennent des situations réelles du complexe pour lesquelles nous n'avons pas été autorisés à rendre publique.

Remerciements

En premier lieu nous remercions Allah notre créateur, pour nous avoir donné la force et la volonté pour accomplir ce travail.

*Nous tenons, en cette occasion, à exprimer notre gratitude et nos remerciements au président de jury **M^{me} A.BAGHDAD** pour avoir accepté de présider ce jury et d'examiner ce travail en dépit de ses occupations et de ses taches pédagogiques.*

*Nos remerciements et notre gratitude vont aussi à **M^{me} S.BENGOUA** pour avoir accepté de juger ce travail et pour nous avoir fait l'honneur de prendre part à ce jury.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre enseignant et encadreur **M^r Mekhatria Djilali**, pour sa disponibilité, ses encouragements constants, ses conseils judicieux et ses suggestions pour améliorer la qualité et la rigueur dans ce mémoire.*

*Nos sincères remerciements, vont, également à tout le personnel du complexe **GPI/Z** pour leur présence, leur disponibilité, leur orientation et l'aide qu'ils nous ont apporté, et en particulier **M^r Bounache Ismail** notre encadreur au complexe.*

Que l'ensemble des enseignants du département de génie des procédés trouvent en ces termes l'expression d'une reconnaissance pour les efforts qu'ils ont déployé pour nous avoir permis d'avoir le niveau que nous avons aujourd'hui.

Nos derniers remerciements, et ce ne sont pas les moindres, vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Pour chacun d'eux nous garderons pour toujours les meilleurs souvenirs.

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction générale..... | 01 |
| I.1-Description du complexe GP1/Z..... | 5 |
| I.1.1-Présentation du complexe..... | 5 |
| I.1.2-objectif..... | 5 |
| I.1.3-Historique..... | 5 |
| I.1.4-Situation géographique du complexe GP1/Z..... | 6 |
| I.1.5-Fiche technique du complexe GP1/Z..... | 6 |
| I.2-Notions générales sur le GPL..... | 7 |
| I.2.1-L'origine du GPL..... | 8 |
| I.2.2-Propriétés et caractéristiques du GPL..... | 8 |
| I.2.3-Risques liés au GPL..... | 8 |
| I.2.4-Consommation nationale en GPL..... | 9 |
| I.2.5-Utilisation du GPL..... | 9 |
| I.3-Les installations du complexe GP1/Z..... | 10 |
| I.4-Les caractéristiques du complexe GP1/Z..... | 11 |
| I.4.1-Zone Utilité..... | 11 |
| I.4.2-Zone Procédé..... | 11 |
| I.4.2.a-Une section de déshydratation..... | 11 |
| I.4.2.b-Une section de séparation..... | 12 |
| I.4.2.c-Section de réfrigération..... | 13 |
| I.4.2.d-Section huile chaude..... | 13 |
| I.4.3-Zone de stockage..... | 13 |
| I.4.3.a-Section de stockage des produits..... | 14 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| I.4.3.b-Section de récupération des gaz évaporés (Boil-off Gas)..... | 14 |
| I.4.4-Les installations de chargements..... | 14 |
| I.4.4.a-Section chargement de bateaux à basse températures..... | 14 |
| I.4.4.b-Section chargement de camions à température ambiante..... | 15 |
| II.1-Section d'huile chaude..... | 17 |
| II.1.1-Généralités..... | 17 |
| II.1.2-Équipements de la boucle d'huile chaude..... | 18 |
| II.1.3-Description du procédé..... | 19 |
| II.1.3.a-Circuit de l'huile..... | 19 |
| II.1.3.b-Circuit du gaz combustible..... | 20 |
| II.2-Logiciel APC..... | 21 |
| II.2.1-Introduction..... | 21 |
| II.2.2-Estimation des gains..... | 21 |
| II.2.3-Conclusion..... | 24 |
| II.3-Proposition..... | 25 |
| III.1-Partie calculs..... | 27 |
| III.1.1-Situation 1, cas réel : Un four alimente un seul train..... | 27 |
| III.1.2-Situation 2, cas de la proposition. Un four alimente deux trains..... | 30 |
| III.2- Calcul des bénéfices..... | 38 |
| Conclusion générale..... | 40 |

Liste des abréviations

- **SONATRACH** : Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures.
- **Norme ISO** : Définie par l'organisation internationale de normalisation et s'appliquant aux produits et aux services.
- **OHSAS** : British standard occupational health and safety assessment series.
- **IHI-ITOH JAPON** : Ishikawajima Arima Heavy Industries.
- **GPI/Z** : Complexe de séparation du gaz pétrolier liquéfié (Béthioua).
- **RTO** : Région Transport Ouest.
- **GPL** : Gaz pétrolier liquéfié.
- **GN** : Gaz naturel.
- **PPM** : Partie par million.
- **EPI** : Equipements de protection individuelle.
- **DI** : jetée concernant les petits navires.
- **M6** : jetée concernant les grands navires.
- **DC2** : Déethaniseur.
- **BOG** : Boil Of Gas.
- **APC** : Advanced Process Control.
- **PCI** : Pouvoir calorifique inférieur.
- **PCS** : Pouvoir calorifique supérieur.
- **Aéros** : Aéros réfrigérants ou réfrigérant à air.

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : L'historique du complexe GP1/Z. | 5 |
| Tableau 2 : Débit d'huile consommée par les utilisateurs. | 17 |
| Tableau 3 : Fonctionnement du fractionnateur avec et sans APC. | 22 |
| Tableau 4 : Fonctionnement du déethaniseur avec et sans APC. | 22 |
| Tableau 5 : Performance globale du train avec et sans APC. | 23 |
| Tableau 6 : Résultats des deux situations. | 36 |
| Tableau 7 : Les bénéfices. | 38 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Vue satellite du complexe GP1/Z (photo extraite de Google Maps). | 6 |
| Figure 2 : Demande nationale en GPL. | 9 |
| Figure 3: Schéma de procédé de liquéfaction du GPL. | 13 |
| Figure 4 : Section huile chaude. | 19 |
| Figure 5 : Circuit d'huile chaude. | 31 |
| Figure 6 : Circuit GN. | 32 |

Introduction générale

Introduction générale :

Ce travail entre dans le cadre de la finalisation d'un projet de fin d'études pour l'obtention d'un master en génie chimique. Il a été réalisé au complexe GP1/Z, spécialisé dans le traitement, la séparation et la réfrigération du gaz de pétrole liquéfié GPL.

Composé essentiellement de propane et de butane, le GPL est une énergie exceptionnelle en raison de ses origines doubles, gaz naturel et pétrole, de ses caractéristiques et de ses applications tant nombreuses que diversifiées. En tant qu'énergie moins polluante, faiblement émettrice de CO₂, performante et novatrice, le GPL offre de nombreux avantages pour les consommateurs, les secteurs professionnels ainsi que pour l'environnement.

Le GPL permet d'assurer et de contribuer, sans délai, à un modèle énergétique durable, compétitif et sûr car c'est une énergie multi usages, facilement transportable, aisément stockable et utilisable quasiment partout dans le monde. En plus, ses ressources sont assurées pendant plusieurs décennies.

A usage équivalent, le GPL produit moins de gaz à effet de serre que l'essence, le gazole et l'électricité d'origine thermique.

Le gaz de pétrole liquéfié subit, entre autres, quatre procédés majeurs de traitement à savoir la déshydratation, la séparation, la section huile chaude et la réfrigération.

L'huile chaude alimente les utilisateurs, comme le fractionnateur, le déethaniseur et le dépentaniseur. Elle est portée à une température de 180°C dans un four dont le combustible est le gaz naturel.

Le four qui chauffe la charge, en marche normale, fonctionne avec une quantité importante de combustible pour subvenir aux besoins. Ceci engendre de fortes dépenses énergétiques, économiques et d'émanations de gaz carbonique, uniquement si le rapport stœchiométrique de la combustion est correct, car, dans le cas contraire, d'autres gaz pourront apparaître. Le gaz carbonique étant un gaz à effet de serre.

Actuellement les sources d'énergie prennent une part considérable dans l'économie nationale. Ceci implique que toute perte d'énergie quelle que soit sa nature et sa dimension peut avoir un impact direct et négatif sur les coûts d'exploitation ainsi que ceux des produits finis. C'est pourquoi il faut envisager l'option où l'économie sera la première préoccupation dans toute démarche industrielle nationale.

Introduction générale

Si le principe de l'économie est appliqué au complexe GP1/Z, trois préoccupations peuvent surgir :

1. Peut-on économiser sur la quantité de combustible dans le four ?
2. Cette économie de combustible est-elle réalisable ?
3. Si oui comment la réaliser ?

Pour répondre à ces questions, le présent travail a été engagé au complexe GP1/Z et élaboré sur une description du complexe ainsi qu'une étude économique avec calculs, schémas et se termine avec une conclusion et des recommandations.

Chapitre I :
Description du
complexe et
généralités

I.1-Description du complexe GP1/Z :

I.1.1-Présentation du complexe :

Le complexe de production GPL, ayant la dénomination GP1/Z ou JUMBO GPL, est un complexe de la société SONATRACH.

I.1.2-Objectif :

Le complexe a pour mission la séparation et la réfrigération du GPL en propane et butane pour les commercialiser dans les marchés national et international. Le GPL provient du grand sud Algérien de Hassi Messaoud et de Hassi R'mel.

I.1.3-Historique :

Le complexe GP1/Z fait partie des six complexes de liquéfaction appartenant à l'activité (AVAL) de l'entreprise nationale SONATRACH. Il est certifié ISO 14001 versions 2004, ISO 9001 version 2008 et OHSAS 18001 version 2007.

Quelques dates importantes concernant le complexe sont résumées ci-après (Tableau 1).

Tableau 1 : Historique du complexe GP1/Z.

| <i>Dates</i> | <i>Évènements</i> | <i>Observation</i> |
|--------------|--|--|
| 11/12/1978 | Signature du contrat de construction avec la société IHI-ITOH (<i>JAPON</i>) | - |
| 11/10/1980 | Installation du chantier | - |
| 10/11/1980 | Démarrage des travaux | - |
| 12/12/1983 | Phase 1 : Mise en production | 4 trains de traitement GPL produisant au total 4,8 Mt/an |
| 31/12/1983 | Inauguration officielle | - |
| 20/02/1984 | 1 ^{er} navire de propane réfrigéré Chargé | - |
| 24/02/1998 | Phase 2 : 1 ^{ère} Extension | Ajout de 2 trains de traitement GPL supplémentaires |
| Avril 2010 | Phase 3 : 2 ^{ème} Extension | Ajout de 3 trains de traitement supplémentaire pour augmenter. |

I.1.4-Situation géographique du complexe GP1/Z :

Le complexe GP1/Z est situé sur le littoral (ouest Algérien), à 40 Km de la ville d'Oran et à 8 Km de la ville d'Arzew.

D'une superficie de 120 hectares, le complexe est situé dans la zone industrielle d'Arzew, entre la centrale thermique Mers El Hadjaj, à l'est, le complexe GNL3/Z à l'ouest, la mer méditerranée au nord et la route nationale N°11 au sud (**Figure 1**).



Figure 1: Vue satellite du complexe GP1/Z (photo extraite de Google Maps).

I.1.5-Fiche technique du complexe GP1/Z :

- **Raison sociale :** complexe GP1/Z.
- **Superficie :** 120 hectares.
- **Effectif :**
- **Objectif :**
- **Produits :** Propane commercial & butane commercial.
- **Procédé utilisé :**
- **Nombre de trains :**
- **Constructeur :**
- **Date de démarrage des travaux :** 10 novembre 1980.
- **Date de mise en production du premier train en phase 1 :** 12 décembre 1983.
- **Date de mise en production du premier train en phase 2 :** 24 février 1998.

- **Date de mise en production du premier train en phase 3** : 12 février 2010.
- **Enlèvements** : deux quais de chargement recevant navires de gaz de pétrole liquéfié.
- **Une rampe de chargement par camion-citerne** : six (06) camions.
- **Destination de la production** :
- **Source d’approvisionnement** : Gaz en provenance des champs gaziers du sud algérien.
- **Capacité de stockage** :

I.2-Notions générales sur le GPL :

Le GPL est un mélange d'hydrocarbures légers gazeux aux conditions normales de température et de pression. Il est composé essentiellement de butane (C_4H_{10}) et de propane (C_3H_8), hydrocarbures saturés. Pour le liquéfier, il faut satisfaire l'une des conditions suivantes :

- Compression à température ambiante.
- Refroidissement sous pression atmosphérique.
- Compression modérée à température relativement basse.

Cette propriété lui confère la possibilité d'être manipuler et/ou d'emmagasiner une importante quantité d'énergie sous un très faible volume (1 litre de GPL liquide égal 250 litres de GPL gazeux). Ceci permet de le transporter facilement par rapport aux gaz difficilement condensables (méthane, éthane) exigeant, en pressions, des valeurs très élevées pour être liquéfiés à température ambiante.

Liquéfier, ce gaz est, aisément, commercialisé dans des bouteilles en acier.

Le GPL, considéré autrefois comme un résidu de l'extraction du pétrole, était directement brûlé au sommet des torches. Actuellement, il est récupéré par distillation et les fractions les plus nobles servent de carburant pour véhicules.

I.2.1-L'origine du GPL :

Le gaz de pétrole liquéfié est obtenu principalement :

- Du raffinage du pétrole brut au cours des distillations.
- Au cours d'opérations de dégazolinage du gaz naturel sur les champs de production, pour obtenir les produits condensables butane et propane.

I.2.2-Propriétés et caractéristiques du GPL :

De par son origine, le gaz de pétrole liquéfié est un mélange d'hydrocarbures à teneur variable en légers.

A température et pression atmosphériques il est gazeux avec la propriété d'être liquéfié à température ambiante sous pression modérée. Sa liquéfaction permet de le stocker et de le manipuler.

Il est plus lourd que l'air, sa densité est plus importante, non corrosif des métaux (acier, cuivre et alliage cuivre/aluminium) et n'a pas de propriétés lubrifiantes.

Ses caractéristiques sont :

- Incolore, quel que soit son état (liquide ou gaz).
- Inodore.

Pour des raisons de sécurité, le produit est odorisé par les mercaptans pour le commercialiser. Quand le GPL liquide s'évapore, l'effet du refroidissement de l'air environnant cause une condensation et même une congélation de la vapeur d'eau contenue dans l'air, ce qui laisse apparaître un brouillard.

I.2.3-Risques liés au GPL :

Quelques risques ont été signalés dans l'industrie gazière dont :

- Fuite de liquide par évaporation lors de stockages sous pression, ce qui génère un grand volume de gaz inflammable.
- Risque d'incendie par étincelle ou élément chaud. Sa limite inférieure d'inflammabilité (LII) est de 2% en volume dans l'air.

- Risque de brûlures sévères à cause des températures très basses. Des vêtements adéquats de protection doivent être portés (EPI : gants, lunettes etc).

I.2.4-Consommation nationale en GPL :

La demande nationale en GPL est de l'ordre de 1,4 millions de t/an (source NAFTAL Année 2007) dont 90% de butane, 5% de propane et 5% de GPL carburant (Figure 2).

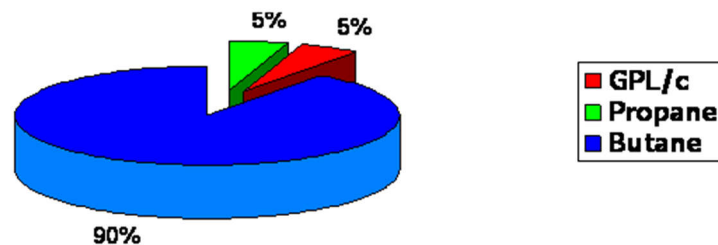


Figure 2 : Demande nationale en GPL.

I.2.5-Utilisation du GPL :

Les principales utilisations du GPL sont :

1. Chauffage :

L'apparition du gaz naturel, et le développement mondial rapide de son emploi, ont imposé une profonde mutation de l'industrie du gaz. Face à cette transformation, de nouveaux brûleurs ont été, ainsi, mis au point et adaptés spécifiquement aux GN et GPL pour une utilisation comme combustibles.

2. Froid et climatisation :

Un moteur qui fonctionne au GPL comme carburant, peut entraîner un compresseur qui à son tour comprime le GPL dont la détente laisse absorber de grandes quantités de chaleur et crée du froid. C'est ainsi que, sur ce principe, ont été construits des réfrigérateurs et des climatiseurs.

Le GPL, en plus de son utilisation domestique, est utilisé comme carburant dans les véhicules (GPL-c), qu'ils soient modernes, anciens ou transformés. Le GPL-c ne contient ni soufre, ni plomb, ni benzène, principaux polluants constituant les essences. Les rejets de CO_x et de NO_x lors de la combustion des GPL, sont inférieurs, respectivement, de 30% et de 50% par rapport aux essences.

Du fait de l'homogénéité du mélange air-carburant et de sa bonne répartition dans les cylindres, on obtient sans difficulté la combustion du propane.

3. Production d'énergie :

Le GPL, comme source d'énergie dans les centrales électriques, a remplacé le charbon et les fuels, ceci pour plusieurs raisons dont :

1. Protection de l'environnement (produit pur).
2. Diversification des combustibles pour éviter des coefficients de pointe (les variations horaires du débit) trop importants ou pour augmenter l'indépendance énergétique du complexe utilisateur.

I.3-Les installations du complexe GP1/Z :

Le complexe est composé de plusieurs installations qui sont :

I.4-Les caractéristiques du complexe GP1/Z :

Le complexe est caractérisé par l'existence de zones qui sont :

I.4.1-Zone Utilité :

Elle fournit les éléments nécessaires pour le fonctionnement du complexe. Ces éléments sont :

I.4.2-Zone Procédé:

Cette zone comprend 9 trains de production. Chaque train comprend :

I.4.2.a-Une section de déshydratation :

Cette section permet d'éliminer l'eau contenue dans le GPL d'alimentation par des tamis moléculaires qui adsorbent les molécules d'eau qui causent le givrage dans la section de réfrigération. Ses caractéristiques sont :

- La teneur max en eau dissoute dans la charge d'alimentation de 100 p.p.m en poids est réduite à moins de 1 p p m à la sortie du déshydrateur.
- Le tamis moléculaire employé est un déshydratant solide.
- L'unité fonctionne en service continu de manière automatique et/ou séquentielle.
- .
- .

Cette unité fonctionne sur 2 modes :

-Mode 1 .:

–Mode 2 :.

Lors du processus de déshydratation, la charge d'alimentation hydratée traverse le déshydrateur par bas et est récupérée par le haut.

I.4.2.b-Une section de séparation :

Cette section a pour but de séparer le GPL brut en produits commerciaux C₃, C₄ et C₅.

La composition du GPL brut est le paramètre primaire qui détermine le fonctionnement global de la section séparation.

La section de séparation comprend :

- **Le fractionnateur :**

Cet équipement permet la séparation du propane et du butane. Ses paramètres de service sont :

- Température d'entrée : 71°C
- Pression à l'intérieur de la colonne : 19,61 bars.

-
-
-
-
-
-
-

I.4.2.c-Section de réfrigération :

Cette section est conçue pour refroidir les produits finis à la température de stockage correspondant au point de saturation liquide c'est-à-dire -42°C pour le C_3 et -9°C pour le C_4 .

I.4.2.d-Section huile chaude :

Dans cette section on utilise de l'huile, chauffée dans un four, comme fluide caloporteur. Cette source de chaleur sert pour les

. Le four du fluide caloporteur fournit la chaleur nécessaire au gaz de régénération destiné à la section de déshydratation. L'huile est admise dans le four à

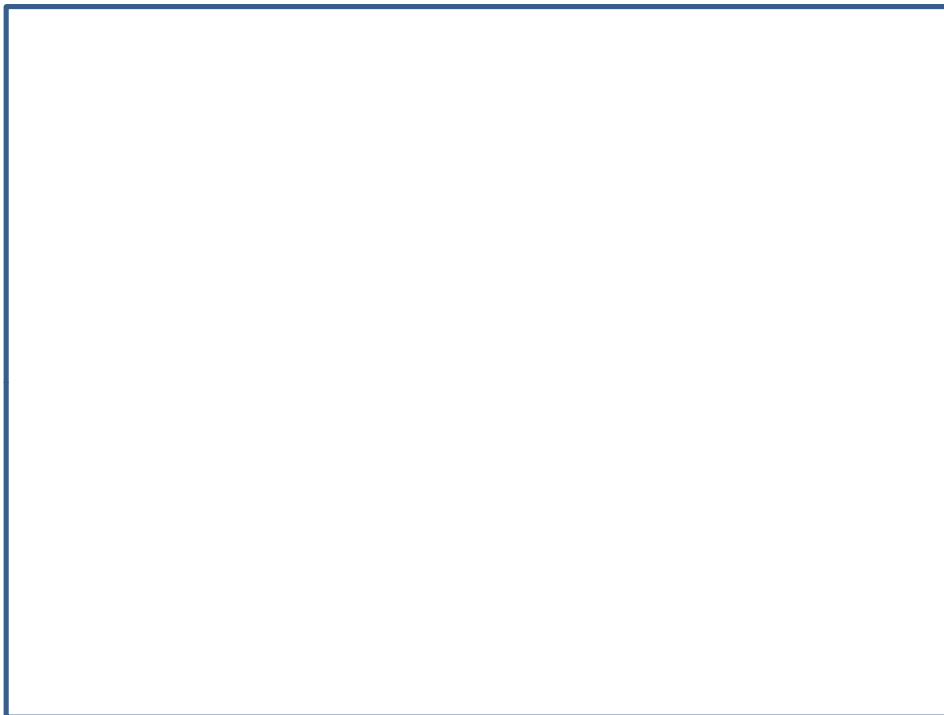


Figure 3: Schéma de procédé de liquéfaction du GPL.

I.4.3-Zone de stockage :

Elle comprend deux sections :

I.4.3.a-Section de stockage des produits :

Elle assure le stockage des produits finis et comprend :

-
-
-
-
-

I.4.3.b-Section de récupération des gaz évaporés (Boil-off Gas) :

Cette section sert à la récupération et la liquéfaction des gaz évaporés pour les renvoyer dans les systèmes de stockage. Ces gaz proviennent de différents endroits du complexe comme les bacs de stockage, l'évaporation des gaz des citernes et des navires au moment du chargement.

I.4.4-Les installations de chargements :

Les produits stockés sont expédiés de deux façons différentes.

1. Expédition par navires : pour les produits à basse température, destinés au marché extérieur.
2. Expédition par camions : pour les produits à température ambiante destinés au marché national.

I.4.4.a-Section chargement de bateaux à basse températures :

Deux systèmes de chargements sont installés au bout des jetées

*

*

I.4.4.b-Section chargement de camions à température ambiante :

Dans cette zone s'effectue le chargement du butane et de propane à température ambiante à partir de .

Chapitre II :
Etude de la boucle
d'huile chaude

II.1-Section d'huile chaude :

II.1.1-Généralités :

Cette section est la séquence du procédé de traitement du gaz où se déroule l'objectif du présent travail.

Elle a pour but de réchauffer l'huile, fluide caloporteur, à une température de 180°C pour alimenter les utilisateurs en huile chaude via des pompes centrifuges fonctionnant de manière alternative, c'est-à-dire quand l'une est en marche, la deuxième est en stand-by en position automatique.

Chaque utilisateur reçoit l'apport calorifique imposé par le procédé de séparation pour maintenir la température de consigne du plateau sensible de chaque colonne.

Afin d'éviter les perturbations de ce paramètre par les variations saisonnières de la température ambiante et pour obtenir un fonctionnement correct du système, le contrôleur du débit de circulation de l'huile chaude impose un débit majoré de 10 à 15% du débit total (rebouilleurs et préchauffeurs).

Les différents utilisateurs de cette huile sont présentés au tableau N°2.

Tableau 2 : Débit d'huile consommée par les utilisateurs.

| Utilisateurs | Débit d'huile |
|--------------------------------|-------------------------|
| Fractionnateur | 1105 m ³ /h. |
| Préchauffeur du fractionnateur | 169 m ³ /h. |
| Déethaniseur | 195 m ³ /h. |
| Dépentaniseur | 369 m ³ /h. |
| Total | 1838 m ³ /h. |

En plus du réchauffage d'huile, cette section sert aussi à réchauffer le gaz naturel à une température de 280°C afin de l'utiliser dans la section de déshydratation de charge et de garde pour la régénération des tamis moléculaires.

Chaque train dispose de son propre circuit d'huile chaude circulant en boucle fermée.

II.1.2-Équipements de la boucle d'huile chaude :

Les éléments constitutifs de la boucle d'huile chaude sont (Figure 4) :

- le four.
- la pompe.
- le ballon d'expansion.
- le ballon tampon de gaz combustible.

Les ballons sont indispensables pour sécuriser le circuit alimentant les utilisateurs détaillés ci-après.

➤ **Le Four :**

C'est un four thermique de $47,37.10^6$ Kcal/h utilisé pour réchauffer l'huile et le gaz naturel de régénération aux températures requises. Il est constitué de :

-Deux chambres de combustion, zones de radiations, équipées chacune par 15 pilotes et 15 brûleurs. Le combustible est un mélange de gaz naturel, d'éthane vapeur et d'incondensables du sommet du ballon de reflux du DC₂, de GN de régénération de la section de déshydratation et des gaz de récupération des gaz torchés inter trains.

-Une chambre intermédiaire, zone de convection, alimentée par les gaz chauds récupérés de l'échappement de la turbine à gaz (phase -1) et les gaz brûlés de la zone de radiation du four servant à réchauffer l'huile circulant dans un serpentin et le gaz naturel de régénération circulant dans un autre serpentin petit.

➤ **La Pompe :**

Utilisée pour la circulation de l'huile chaude avec un débit de $1900 \text{ m}^3/\text{h}$.

➤ **Le Ballon d'Expansion :**

C'est le ballon central de la section d'huile chaude dont le volume est de 146 m^3 . Il sert à maintenir l'inventaire d'huile circulant en circuit fermé dans la conduite de départ et de retour.

➤ **Ballon tampon de gaz combustible :**

C'est un ballon qui sert à alimenter le four en gaz combustible à une pression de 2,94 bars.

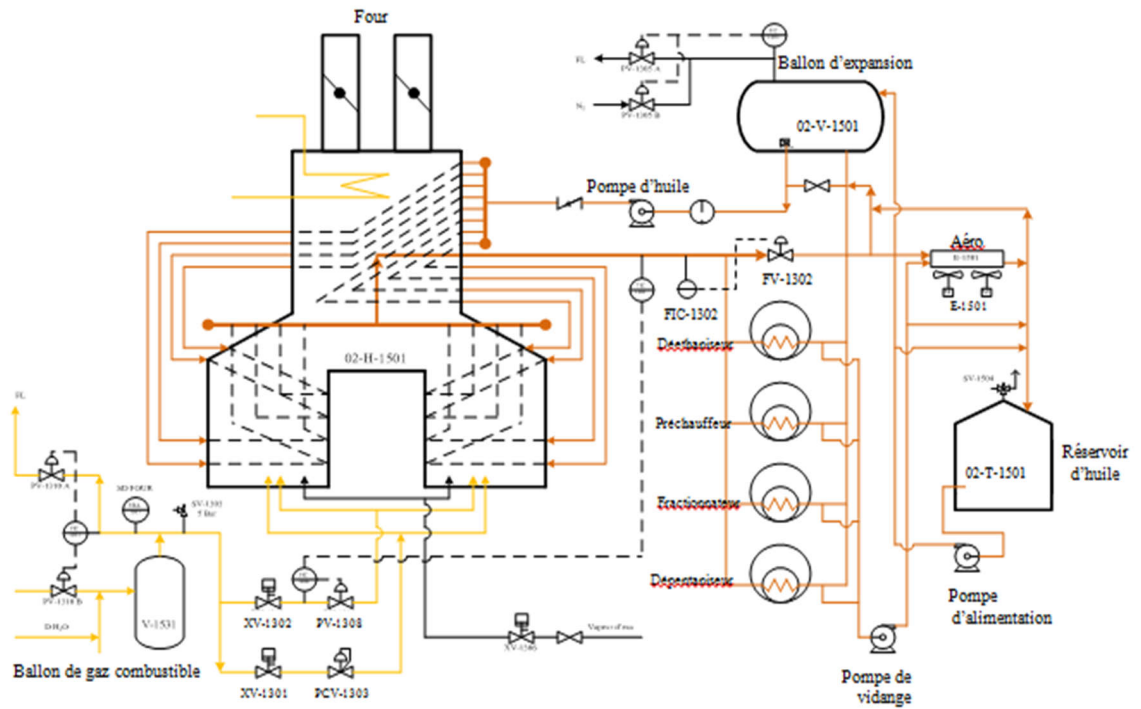


Figure 4 : Section huile chaude.

II.1.3-Description du procédé :

Le procédé comprend le circuit huile chaude et le circuit gaz combustible.

II.1.3.a-Circuit de l'huile :

L'huile utilisée est une huile dite Torada TC dont la densité est de 0,804 à 124°C. Elle est pompée à partir du collecteur d'aspiration d'huile chaude par des pompes centrifuges à une température légèrement supérieure à 120°C. La pression d'aspiration minimale est de 0,98 bars et la pression de refoulement est supérieure à 6,86 bars.

Elle est, ensuite, introduite dans la zone de convection du four à travers 8 passes pour récupérer la chaleur des gaz d'échappement puis se divise en deux ensembles de 4 lignes chacune formant, ainsi, un serpentin. Elle atteint la zone de radiation des deux chambres et se réchauffe à 180°C.

L'huile, ensuite, ressort du four pour alimenter les rebouilleurs et le préchauffeur final.

Le collecteur d'aspiration des pompes de circulation est connecté au niveau de la sortie du ballon d'expansion avec la conduite de retour d'huile chaude en provenance des utilisateurs.

Les pompes, à deux impulseurs, sont équipées à l'aspiration par des filtres à panier pour retenir les particules indésirables et sont refroidies par de l'eau distillée.

Le débit recyclé vers le collecteur d'aspiration est contrôlé par un contrôleur actionnant l'ouverture ou la fermeture de la vanne de débit.

Le contrôle de débit total SP (point de consigne) est de 1200 m³/h en marche normale.

Les pompes sont dotées d'un système de démarrage automatique pour celle en stand-by en cas de chute de débit et celle déjà en service à la suite de n'importe quelle avarie (cavitation ou autre) pouvant survenir.

Le switch de débit bas permet le démarrage en automatique de la pompe qui est en stand-by lorsque le débit d'huile diminue en dessous de 800 m³/h en fonctionnement normal.

Le switch de débit très bas est consigné à 600 m³/h. Il ferme par Interlock la vanne d'alimentation GN des brûleurs afin de protéger le four.

Le maintien de la température constante à 180°C à la sortie du four est contrôlé en cascade par le contrôleur de température qui agit sur l'ouverture et/ou la fermeture de la vanne de contrôle du fuel gaz.

Le switch température très haute de l'huile est fixé à 195°C à la sortie du four, ferme par Interlock la vanne d'alimentation GN des brûleurs.

II.1.3.b-Circuit du gaz combustible :

Le fuel gaz, après réglage de la pression à l'entrée du ballon tampon, arrive aux chambres de combustion du four par un collecteur distributeur (diamètre de 6') qui alimente les brûleurs à travers une vanne de pression. Cette dernière contrôle la pression du gaz combustible des brûleurs en fonction de la température de l'huile à la sortie du four.

Une ligne de 2' est prise du collecteur 6' pour alimenter les pilotes à travers une vanne de détente qui maintient le combustible de 1 à 0,98 bars à l'entrée du four.

L'ignition des pilotes est effectuée en premier lieu manuellement et les brûleurs seront ensuite allumés spontanément chacun par le pilote coexistant.

II.2-Logiciel APC :

II.2.1-Introduction :

L'application du contrôle avancé du procédé, ou APC, est mise en place avec la technologie de contrôle multi variable prédictif. Il s'agit d'un logiciel informatique utilisé pour la gestion de l'ensemble des paramètres du procédé à savoir les températures, les débits et la consommation électrique.

L'APC procède par comparaison entre les valeurs consignes et celles données par les différents capteurs. Si l'écart est faible, il agit sur les équipements des trains pour ramener le niveau à la valeur normale. Si l'écart est important il alerte par signal d'alarme pour que l'opérateur intervienne en fonction de sa qualification.

La solution du contrôle avancé englobe la section séparation, la section réfrigération et la section huile chaude des trains de procédé.

Le contrôle avancé a pour objectifs les axes suivants :

- Réduction de la consommation énergétique.
- Augmentation du rendement en produit propane commercial C₃.
- Augmentation de la production.
- Amélioration de la stabilité des paramètres de fonctionnement.

II.2.2-Estimation des gains :

II.2.2.a-Qu'est-ce que le gain ?

Le gain est une amélioration de l'efficacité des facteurs de production durant une période donnée pour produire plus ou pour diminuer les moyens mis en œuvre.

Les gains attendus, conformément aux objectifs assignés, seront estimés par comparaison des performances du fractionnateur, du déethaniseur ainsi que les performances globales du train avec et sans l'assistance du programme APC.

Par gains, on désigne aussi l'ensemble des améliorations apportées par le programme APC.

II.2.2.b-Impacte du programme APC sur le procédé :

Les résultats de l'utilisation du programme APC sur le procédé sont présentés ci-après pour chaque étape du traitement.

- **Impacte sur le fractionnateur.**

Pour le fractionnateur, l'influence du programme APC est présentée au tableau 3 pour quelques paramètres. Le tableau présente deux situations pour permettre la comparaison.

Tableau 3 : Fonctionnement du fractionnateur avec et sans APC.

| Paramètres | Fonctionnement | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Sans APC | Avec APC |
| Débit de charge | 240 m ³ /h | 240 m ³ /h |
| Nb d'aéros utilisé | 13,07 | 10,38 |
| Débit de reflux | 380 m ³ /h | 270 m ³ /h |
| Débit d'huile | 657 m ³ /h | 505 m ³ /h |

Le tableau montre que la technologie APC a permis de diminuer le nombre d'aéros utilisés de 2,69, ce qui a engendré un gain de 20,6%. Pour le débit de reflux, il a diminué de 110m³/h, ce qui permet d'obtenir un gain de 29%. La consommation d'huile chaude à, elle aussi, diminué de 152 m³/h, ce qui attribue pour ce gain la valeur de 23,1%.

- **Impacte sur le déethaniseur** :

L'influence du programme APC à cet organe est illustrée au tableau 4.

Tableau 4 : Fonctionnement du déethaniseur avec et sans APC.

| Paramètres | Fonctionnement | |
|---|------------------------|------------------------|
| | Sans APC | Avec APC |
| Débit de charge | 240 m ³ /h | 240 m ³ /h |
| Débit de C ₂ sortant du déethaniseur | 780 Nm ³ /h | 510 Nm ³ /h |
| Débit d'huile | 103 m ³ /h | 82 m ³ /h |

Avec le programme APC le débit d'éthane a diminué de 270 Nm³/h, ce qui engendre un gain au déethaniseur de 34,6%. Pour le débit d'huile, il a été réduit de 21 m³/h faisant, donc, un gain à 20,3% sur la consommation globale d'huile.

– **Impacte sur la globalité du train :**

L'effet de ce programme sur l'ensemble du train est présenté au tableau 5.

Tableau 5: Performance globale du train avec et sans APC.

| Paramètres | Fonctionnement | |
|--|-------------------------|--------------------------------------|
| | Sans APC | Avec APC |
| Consommation électrique moyenne | 18,42 MWh/j | 16,25 MWh/j |
| | 214 m ³ /h | 237 m ³ /h |
| | 23,86 °C | 25,34 °C |
| Consommation électrique corrigée en débit et T° extérieure | | +23 m ³ /h soit +0,91 MWh |
| | | + 1,48°C soit +0,79MWh |
| | | Total = 16,25 - 1,7 |
| Gain APC sur la consommation électrique | | 3,87 MWh/ j |
| Débit de fuel gaz / GN vers four | 2016 Nm ³ /h | 1729 Nm ³ /h |

Consommation électrique corrigée : C'est la différence de consommation en débit et en température extérieure avec et sans APC.

D'après le tableau N°5, la solution APC a permis de diminuer la consommation électrique, la consommation électrique corrigée est de 14,55 MWh, donc un gain de 3,87%.

Le débit du fuel gaz a aussi diminué, sa valeur est de 287 Nm³/h ce qui fait un gain sur la consommation totale du GN à 14,2%.

II.2.3-Conclusion :

Le programme APC, Advanced Process Control, a été appliqué pour améliorer le procédé de traitement du gaz.

Les résultats obtenus permettent de dire que l'implémentation de cette application sur les trains de procédé a apporté des améliorations et des gains considérables en matière de consommation énergétique. Cette réduction d'énergie est liée directement à la réduction de la consommation de l'huile chaude au niveau des rebouilleurs des colonnes du fractionnateur et du déethaniseur.

C'est ainsi que pour un traitement de 100% de charge GPL, le débit d'huile chaude des rebouilleurs a été diminué de 900 m³/h à 650 m³/h, ce qui représente une diminution de 250 m³/h.

Cette diminution a fait diminuer la consommation du combustible au niveau du four qui est passée de 2100 Nm³/h à 1700 Nm³/h soit 20% de réduction.

20% de combustible en moins au niveau du four agissent de façon proportionnelle sur le coût énergétique, sur le prix de revient du produit. Avec cette diminution les bénéfices augmentent et sur l'environnement se porte bien car ce sont des émanations d'effluents de moins dans l'atmosphère.

La marche actuelle du procédé de traitement du gaz est la suivante :

Dans le complexe GP1/Z, neuf trains identiques sont utilisés; chacun possédant son propre four de chauffage d'huile. Chaque train consomme 650 m³/h d'huile à 180°C pour chauffer l'ensemble de ses utilisateurs. Ce débit d'huile (650 m³/h) représente 30 à 40% d'huile chauffée par le four. Le restant, qui représente 60 à 70%, est orienté vers le ballon d'expansion. Ceci à notre sens constitue une perte sèche en énergie et en combustible.

II.3-Proposition :

Pour rendre optimal les paramètres du procédé, éviter les pertes énergétiques et éviter la surconsommation du combustible, nous nous sommes proposées la solution suivante :

- Allouer un four à deux trains pour satisfaire leurs besoins en huile chaude et en GN de réchauffage.

Pour rendre cette proposition pratique, on choisit deux trains mitoyens pour les alimenter en huile avec un débit de 1440,15 m³/h. Ce débit représente la quantité d'huile pour les besoins de deux trains.

La partie d'huile restante, c'est à dire 10% de la quantité consommée par les deux trains, soit 140,15m³/h, sera envoyée vers le ballon d'expansion, pour maintenir l'inventaire d'huile circulant dans le circuit, et le dépentaniseur si la nécessité oblige d'utiliser ce dernier.

-Démarche adoptée pour la réalisation de la proposition :

Pour que cette proposition soit réalisable il faut prendre en compte les points suivants :

1. la vérification du four : S'assurer que la capacité du four peut satisfaire les besoins en quantité de chaleur nécessaire pour le fonctionnement des utilisateurs des deux trains.
2. la vérification du circuit d'huile : il est nécessaire de connaître le circuit d'huile chaude afin d'assurer un fonctionnement optimal des colonnes de distillations des deux trains par l'apport convenable de la chaleur aux rebouilleurs.
3. la vérification du GN de réchauffage : Il faut s'assurer que le débit du GN de réchauffage d'un seul four peut régénérer les tamis moléculaires des déshydrateurs des deux trains, sans perturbation.

Remarque :

Cette étude a été réalisée sur les trains 500 et 600 car ils étaient en fonctionnement au moment de notre présence sur le site et leurs données étaient disponibles.

Chapitre III :
Estimation des gains

III.1-Partie calculs :

Cette partie est consacrée au calcul de la quantité de chaleur absorbée par l'huile et celle fournie par le four dans deux situations différentes.

La première situation est le cas réel, celui appliqué au complexe. C'est-à-dire qu'un four est réservé à un seul train.

La deuxième situation est celle relative à notre proposition qui consiste à allouer un four à deux trains au lieu d'un seul.

Pour chaque situation, on calcule la différence de chaleur fournie par le four et celle qu'absorbe l'huile pour son réchauffement. Ceci permettra de connaître le gain pour chaque situation afin de faire une comparaison.

III.1.1-Situation 1, cas réel : Un four alimente un seul train :

- Calcul de la quantité de chaleur absorbée par l'huile :

La quantité de chaleur absorbée par l'huile est calculée à partir de l'équation suivante :

$$Q_{Abs} = m_v \cdot \rho_{huile} \cdot C_{pMoyenne} \cdot (T_s - T_e)$$

Avec:

Q_{Abs} (Kcal/h) : Quantité de chaleur absorbée par l'huile.

$m_v =$ m^3/h : Débit volumique de l'huile.

$C_{pMoyenne} = 2,4$ Kj/Kg.k : Capacité calorifique moyenne d'huile entre T_e et T_s .

$T_s =$ k : Température de l'huile à la sortie du four.

$T_e =$ k : Température de l'huile à l'entrée du four.

$\rho_{huile} = 780$ Kg/ m^3 : Masse volumique moyenne de l'huile entre T_s et T_e .

Calcul de la quantité de chaleur pour un débit d'huile de Kg/h :

Remarque : le débit de kg/h représente le débit d'huile dans le cas design.

La chaleur absorbée par l'huile dans le cas design chauffée de $T_e =$ k, à $T_s =$ k est :

$$Q_{Abs} = (\quad \times 2,4 \times (\quad - \quad)$$

$$Q_{Abs} = \quad \text{Kj/h}$$

$$Q_{Abs} = 57,05 \text{ MW}$$

- Calcul du rendement du cas réel par rapport au cas design :

Le rendement est :

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 36,58\%$$

Cette valeur signifie que la quantité de chaleur absorbée par l'huile dans le cas réel est 1/3 de la chaleur absorbée dans le cas design.

- Calcul de la quantité de chaleur totale fournie par le four :

La quantité de chaleur totale fournie par le four, ayant pour combustible le GN, est calculée par l'équation suivante :

$$Q_F = PCS \times \dot{Q}_{V(GN)}$$

Avec:

Q_F (Kcal/h) : Quantité de chaleur fournie par le four.

$\dot{Q}_{V(GN)}$ = $\quad \text{Nm}^3/\text{h}$: Débit volumique du GN.

PCS: pouvoir calorifique supérieur du gaz brûlé.

Pouvoir calorifique représente la quantité de chaleur produite par la combustion totale d'une quantité unitaire de combustible. On distingue :

- Le PCI : quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'un combustible avec un dégagement d'eau à l'état vapeur.
- Le PCS : quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un combustible avec un dégagement d'eau à l'état liquide.

Le pouvoir calorifique inférieur du GN s'obtient :

$$PCI_T = \sum y_i \cdot PCI_i$$

PCI_i : Pouvoir calorifique de chaque élément constituant le GN

$$Q_F = PCI \times \dot{Q}_{V(GN)}$$

$$PCI_T = 9087 \text{ Kcal/ Nm}^3$$

AN :

$$Q_F = 9087 \times$$

$$Q_F = \quad \text{Kcal/h.}$$

$$Q_F = \quad \text{MW}$$

Calcul du rendement du four :

Il est calculé sur la base de la chaleur absorbée par l'huile dans le cas réel et celle fournie par le four.

$$\eta = Q_{Abs} / Q_F$$

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 74,54\%$$

Ce résultat montre que la chaleur absorbée par l'huile est égale au $\frac{3}{4}$ de la chaleur fournie par le four. C'est-à-dire que les pertes s'élèvent à $\frac{1}{4}$ de la chaleur de combustion.

III.1.2-Situation 2, cas de la proposition. Un four alimente deux trains :

Si deux fours alimentent deux trains, le débit de combustible nécessaire devient le double de celui d'un four pour un train :

$$\dot{Q}_{V(GN)} = \quad \text{Nm}^3/\text{h} * 2 = \quad \text{Nm}^3/\text{h}$$

La situation 2 décrit notre proposition qui vise à économiser le nombre de four en fonctionnement, à diminuer les pertes de chaleur, à économiser sur le combustible et, ainsi, diminuer les émanations des gaz issues de la combustion vers l'atmosphère.

Pour se faire, on a émis l'hypothèse suivante :

- Le rendement du four est invariable quelle que soit la situation dans laquelle il se trouve, c'est-à-dire une plage de température d'entrée de l'huile dans le four. La température de sortie étant constante ($T_s = \quad \text{k}$).

Cette proposition est schématisée dans les figures suivantes :

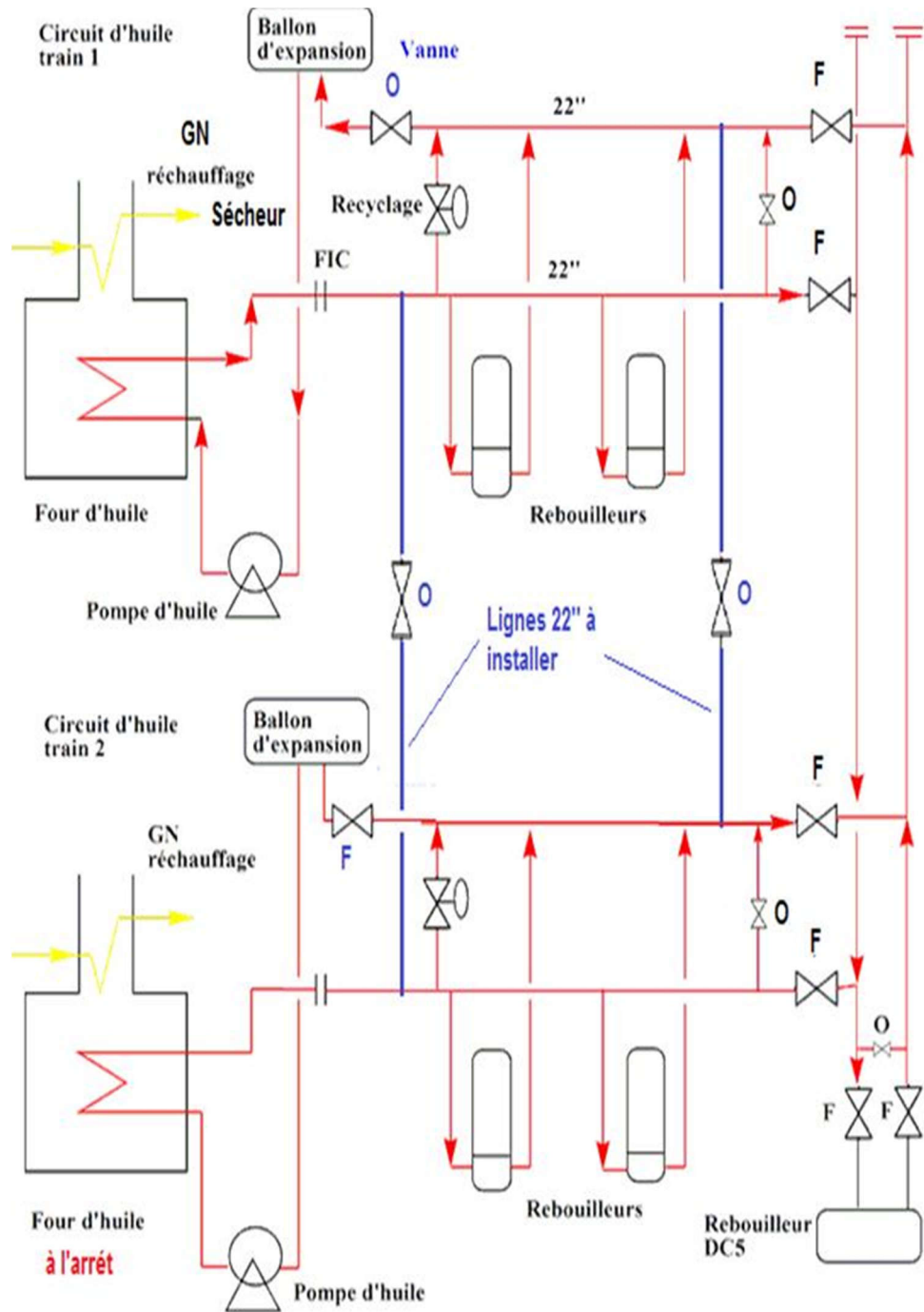


Figure 5 : Circuit d'huile chaude.

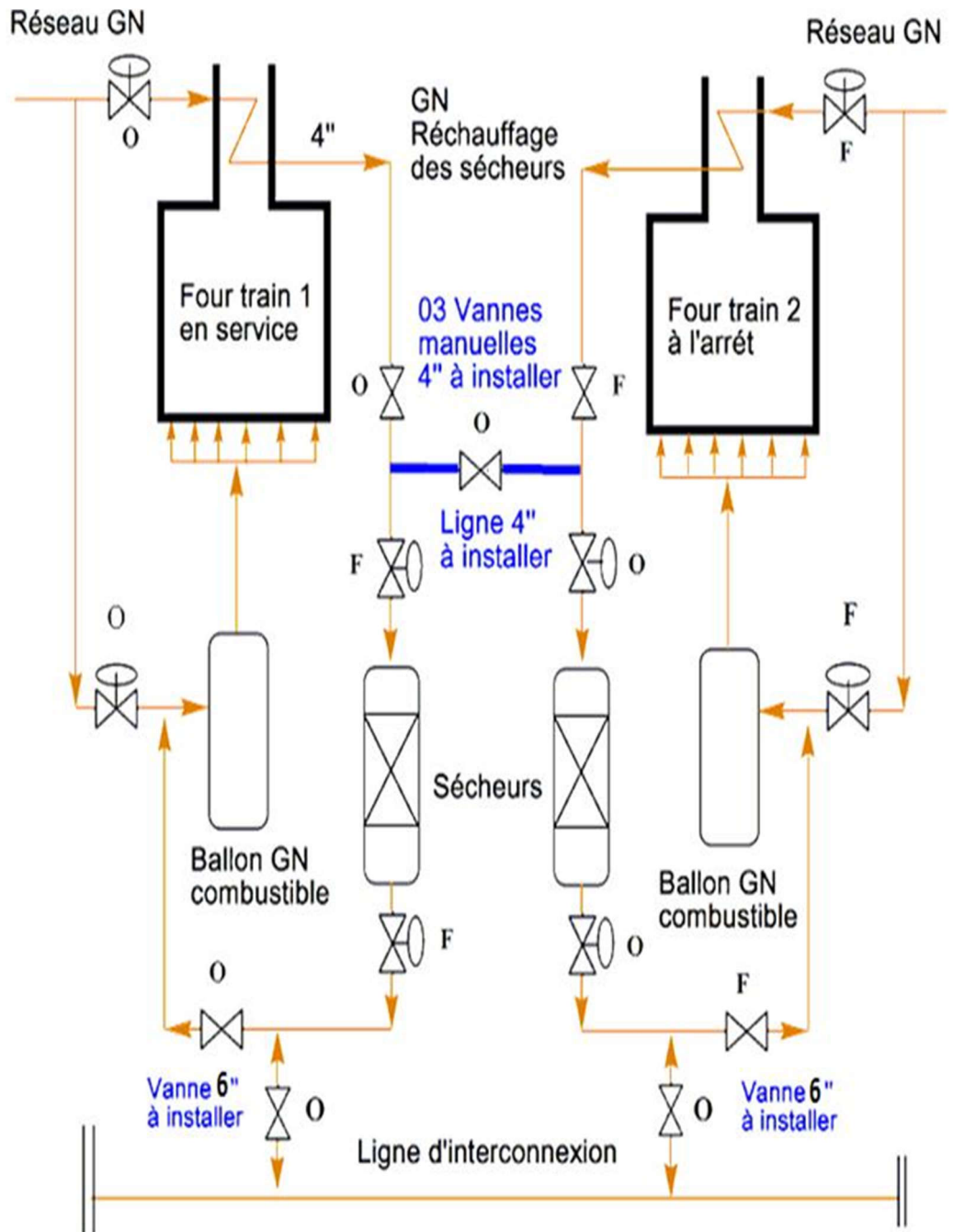


Figure 6 : Circuit GN.

- Calcul de la chaleur absorbée par l'huile et le rendement :

La chaleur absorbée par l'huile est calculée pour plusieurs valeurs de T_e , température de l'huile à l'entrée du four. Les valeurs de T_e sont de k , k , k et k

• $T_e = \underline{\quad} k$

• La chaleur absorbée est calculée avec l'expression suivante :

$$Q_{Abs} = \dot{m}_V \times \rho_{huile} \times C_{pMoyenne} \times (T_s - T_e)$$

Avec :

$\dot{m}_V = \quad m^3/h$: Débit volumique d'huile admis au four

A.N :

$$Q_{Abs} = \quad \times \quad \times 2,4 \times$$

$$Q_{Abs} = \quad KJ/h$$

$$Q_{Abs} = \quad MW$$

Le rendement est :

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 66,94\%$$

Ce résultat montre que la quantité de chaleur absorbée par l'huile à cette température est 2/3 celle calculée dans le cas design.

• $T_e = \underline{\quad} k$

• La chaleur absorbée devient :

$$Q_{Abs} = \quad \times \quad \times 2,4 \times$$

$$Q_{Abs} = \quad KJ/h$$

$$Q_{Abs} = \quad MW$$

Le rendement est :

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 59,05\%$$

Le rendement est légèrement inférieur à celui de la température de $\quad ^\circ C$. La différence est de 7,89%.

• $T_e = \underline{\quad} k$

- La chaleur absorbée est :

$$Q_{Abs} = \quad \times \quad \times 2,4 \times$$

$$Q_{Abs} = \quad KJ/h$$

$$Q_{Abs} = \quad MW$$

Le rendement devient :

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 56,42\%$$

Ce rendement est différent du précédent ($T_e = \quad ^\circ C$) de 2,63% pour une différence de température de $\quad ^\circ C$.

- $T_e = \quad k$

- La chaleur absorbée est :

$$Q_{Abs} = \quad \times \quad \times 2,4 \times$$

$$Q_{Abs} = \quad KJ/h$$

$$Q_{Abs} = \quad MW$$

Le rendement est :

$$\eta = (\quad / \quad) * 100$$

$$\eta = 53,81\%$$

Pour une différence de température de $\quad k$, la différence entre les rendements est de 2,61%.

- Calcul de la chaleur fournie par le four et calcul du débit du combustible consommé en fonction des températures d'entrée de l'huile :

1. $T = \quad k$

2. La chaleur (QF) fournie par le four est:

$$\eta = Q_{Abs} / QF$$

$$QF = Q_{Abs} / \eta$$

A.N :

$$Q_F = \quad /$$

$$Q_F = \quad \text{Kj/h}$$

$$Q_F = \quad \text{MW}$$

Le débit du combustible est :

$$Q_F = \text{PCS} \times \dot{Q}_{V(\text{GN})}$$

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = Q_F / \text{PCS}$$

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad /$$

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad \text{Nm}^3/h$$

3. Te= k

La chaleur fournie est :

$$Q_F = \quad /$$

$$Q_F = \quad \text{Kj/h}$$

$$Q_F = \quad \text{MW}$$

Le débit du combustible est :

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad /$$

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad \text{Nm}^3/h$$

4. Te = k

5. La chaleur fournie est :

$$Q_F = \quad /$$

$$Q_F = \quad \text{Kj/h}$$

$$Q_F = \quad \text{MW}$$

Le débit combustible est :

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad /$$

$$\dot{Q}_{V(\text{GN})} = \quad \text{Nm}^3/h$$

6. Te = k

7. La chaleur fournie est :

$$QF = \quad /$$

$$QF = \quad \text{Kj/h}$$

$$QF = \quad \text{MW}$$

Le débit du combustible est :

$$\dot{Q}_{V(GN)} = \quad /$$

$$\dot{Q}_{V(GN)} = \quad \text{Nm}^3/\text{h}$$

Les résultats obtenus ont été regroupés au tableau 6. Une simple comparaison permettra de juger la faisabilité et l'utilité de la proposition.

Tableau 6 : Résultats des deux situations.

| Situations | La température d'entrée huile au four en k | Chaleur absorbée par l'huile MW | Rendement par rapport cas design | Chaleur fournie par le four MW | débit combustible consommé Nm3/h |
|-------------|--|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Cas réel | | | 36,58 | | |
| Proposition | | | 66,94% | | |
| | | | 59,05% | | |
| | | | 56,42% | | |
| | | | 53,81% | | |

Les résultats du tableau 6 montrent ce qui suit :

Situation 1, cas réel :

Pour une température de \quad k , la chaleur absorbée par l'huile est de \quad MW, le rendement est de 36,58.

La chaleur fournie par le four est de \quad MW et le débit du combustible consommé est de \quad Nm³/h.

Situation 2, la proposition :

Pour un domaine de température allant de \quad k à \quad k , on constate une diminution de la chaleur absorbée par l'huile. Cette diminution varie de \quad jusqu'à \quad MW.

La diminution concerne aussi le rendement qui varie de 66,94 jusqu'à 53,81%, la chaleur fournie par le four varie de MW jusqu'à MW et le débit du combustible variant de jusqu'à Nm³/h.

Comparaison entre la situation 1 et la situation 2 :

Pour la situation 1, cas d'un four au service d'un seul train avec une température d'entrée de l'huile de k, le débit de combustible est de Nm³/h. Tandis que la situation 2, qui concerne la proposition où un four alimente 2 trains, et pour une température de k le débit combustible consommée est de Nm³/h. Cette dernière valeur (Nm³/h) est inférieure à celle du cas réel qui devrait être le double de la consommation en combustible c'est-à-dire le double de Nm³/h, ce qui attribue un débit pour les deux trains de Nm³/h.

Le gain en combustible réalisé dans la deuxième situation est de Nm³/h. Ceci représente une économie de combustible de 29,56% et autant de gaz d'échappement des fours ce qui est bénéfique pour l'environnement par rapport au cas réel.

III.2- Calcul des bénéfices :

Un calcul des bénéfices est réalisé et montré dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Les bénéfices.

| T (k) | Debit combustible (1four/2trains) Nm ³ /h | Delta combustible | Gain | | | |
|-------|--|-------------------|-----------------------|-----------------------|--|--------|
| | | | (Nm ³ /an) | (Cm ³ /an) | Coûte : 1m ³ 3.5 da (Tarif SONEGAS) | |
| | | | | | Da/an | MDa/an |
| | | | | | Da/ an | MDa/an |
| | | | | | Da/an | MDa/an |
| | | | | | Da/an | MDa/an |

Calcul du "delta combustible" :

$$\Delta \text{ combustible} = \dot{Q}_{com_{2f}} - \dot{Q}_{com_{1f}}$$

Avec :

$$\dot{Q}_{com_{2f}} = \text{Debit combustible cas 2fours pour 2trains.}$$

$$\dot{Q}_{com_{1f}} = \text{Debit combustible cas 1four pour 2trains.}$$

Calcul des gains :

Température T= k :

$$\text{Gain} = \text{delta combustible} \times 24 \times 365$$

$$\text{Gain} = \quad \times 24 \times 365$$

$$\text{Gain} = \quad \text{Nm}^3/\text{an}$$

$$\text{Gain} = \quad \times$$

$$\text{Gain} = 11324166,78 \text{ Cm}^3/\text{an}$$

$$\text{Gain} = \quad \times 3,5$$

$$\text{Gain} = \quad \text{Da/an}$$

Les résultats du calcul du gain pour la température de l'huile à l'entrée du four de k , a montré que l'application de la proposition a permis de dégager un gain financier de millions de dinars par an, ce qui représente millions de dinars en 10 ans d'exploitation. Ceci représente, à notre avis, une somme considérable même pour un complexe appartenant à la société SONATRACH.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif de ce travail était d'étudier la possibilité de diminuer la facture énergétique du complexe, de réduire la consommation du combustible au niveau des fours et de diminuer les émanations d'effluents gazeux vers l'atmosphère sur la base d'une proposition formulée.

Ce travail inclut aussi la réalisation pratique de la proposition ainsi que son application sur terrain.

La proposition concerne l'utilisation d'un four pour satisfaire les besoins énergétiques de deux trains.

Le procédé de traitement utilisé au GP1/Z a été construit avec () trains de traitement. Chaque train, pour les besoins de ses utilisateurs, fonctionne avec un four qui lui était entièrement réservé.

La proposition a été réalisée pratiquement avec quatre valeurs de températures allant de °C, °C, °C et °C.

Les trains concernés par l'étude sont les trains et car ils sont mitoyens.

Les points du procédé où la proposition a été réalisée sont :

- Le four pour chauffer la charge.
- Le circuit d'huile chaude.
- Le GN de réchauffage de l'unité de déshydratation.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Le four pour le chauffage de la charge :

Le calcul des gains a montré que le four a la capacité de fournir de l'huile chaude à °C avec un débit qui dépasse les besoins de deux trains. Ces besoins sont les , le et le .

- Le circuit d'huile chaude :

L'huile peut assurer un fonctionnement optimal des utilisateurs des deux trains sans perturbations.

Conclusion générale

Le GN de réchauffage de l'unité de déshydratation :

Le GN de réchauffage fourni par le four s'est avéré en mesure de chauffer le gaz pour deux sécheurs en même temps.

Afin de rendre la proposition visible économiquement, un calcul de coût sur les factures de gaz et d'électricité a permis de dégager des économies dont le montant est de DA par année, ce qui représente la somme de millions de dinars sur 10 ans de service. La période de 10 ans représente la durée d'amortissement des investissements dans le domaine industriel.

Une autre approche a montré que si la proposition arrive à être appliquée, pour la première année d'application, le capital investi sera récupéré au bout de trois mois de production, cela représente un bon amortissement du projet.

Du point de vue environnemental, la proposition participe à l'amélioration de la qualité de l'environnement en minimisant la pollution atmosphérique causée par l'émission des fumées de la combustion du GN au niveau du four et de la torche, car une partie de ses gaz sont récupérés.

Ce travail, néanmoins, dégage un certains nombres de perspectives dont :

1. Diminuer les pertes énergétiques dans les fumées.
2. Étudier la composition des fumées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]-Manuel Opérateur,Process : Volume I et II (GP1/Z).
- [2]-Fiche technique de TORADA TC 32 [NAFTAL].
- [3]-exploitation-fours et chaudières, cours IAP 2017/2018.
- [4]-Manuel de formation, fours et chaudières (équipements), cours IAP 2017/2018.
- [5]-Etude des fours pétroliers et pétrochimiques J.Lenogeu,. Editions technique, institut Français de pétrole (IFP).
- [6]-la combustion dans les fours et les chaudières G.Monnot. Editions technique, Institut Français de pétrole (IFP).
- [7]-Principles of adsorption and adsorption process Ruthven D. M; John Wiley ET Sons, New York.
- [8]-Sherwood, properties of gas and liquids,Mc Graw-Hill, New York, 1977.
- [9]-Data Book Déshydratation and treating section 15,9ème édition, Rev (1974 - 1976).