



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE UNIVERSITAIRE DE TISSEMSILT
INSTITUT DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE



Visa du chef de département des

Sciences et Technologies

Signature:

Date: 28/07/2019

**Etude comparative des performances
thermiques de la boucle d'huile chaude
dans les complexes de GPL d'Arzew**

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme

De Master académique en

«Génie de raffinage»

Encadreur: LOUCIF Mohamed , MAA

Signature:

Date:

Réalisé par :

DJABER Hamid

OUATOUAT khoulood

Membres du jury

Mr :M. BIDAOUI (MCA)

(Président)

centre universitaire de Tissemsilt

Mr : M.CHEMRAK (MCB)

(Examineur)

centre universitaire de Tissemsilt

Mme :L. KERAI (MAA)

(Examineur)

centre universitaire de Tissemsilt

Mr : S.KAAS (MAA)

(Examineur)

centre universitaire de Tissemsilt

Mr :M. LOUCIF (MAA)

(Encadreur)

centre universitaire de Tissemsilt

Tissemsilt 2018/2019

Remerciement

Nous tenons à remercions notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous donné pour accomplir ce travail.

*Nous remercions notre encadreur **Mr. LOUCIF MOHAMED** pour ses orientations et ses conseils.*

Nous tenons aussi à exprimer nos profonds remerciements aux membres de jury qui ont accepté de juger ce modeste travail.

Nous tenons à remercier nos enseignants pour leurs conseils au cours de nos études:

- ❖ ***M^{me} BERDAA, Mr. CHEMRAK , MrAISSAT, M^{me} MOKHTAR ,***
- ❖ ***M^{me}. KERAI, Mr. BOUCHETA et Mr. CHELALI** (Nous lui souhaitons un prompt rétablissement)*

Nous tenons à remercier aussi :

- ❖ ***HARMOUCHE OUALID, SADAoui MOHAMED, FARESBOULFRIKHAT***

C'est avec immense plaisir que nous présentons nos vives gratitudees à tous ceux qui nous ont aidés de près et de loin pour accomplir ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie Mon travail

*A mon cher père **M'hamed** et à ma mère **Leila**, qui m'ont
toujours*

Encouragés et motivés dans mes études.

*A mes frères **Abdelmalek, Abdelkrim, Mohamed Islam** et
Abdallah Taki Eldine*

*et à mes sœurs **Soulaf et Douàa** et **Asmaa** à mes proches amis
qui*

M'ont toujours souhaité le meilleur.

*A mon binôme **Hamid**.*

A tous ceux que j'aime

Et

Tous ceux qui m'aiment.

Khouloud

Dédicace



Je dédie Mon travail
A mon cher père et à ma mère, qui m'ont toujours
Encouragés et motivés dans mes étude.

A mes frères
M'ont toujours souhaité le meilleur.

A mon binôme KHOULOU.

A tous ceux que j'aime

Et

Tous ceux qui m'aiment.

DJABER_Hamid

Table des matières

Remerciment	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste d'abréviations	
Introduction générale	2
Chapitre I: Généralités sur le GPL	
I.1 Introduction	4
I.2 Définition des GPL.....	4
I.3 Composition du GPL.....	4
I.4 L'origine du GPL.....	4
I.5 Propriétés et caractéristiques du GPL	5
I.6 Pouvoir Calorifique des GPL	6
I.6.1 Pouvoir calorifique supérieur PCS.....	7
I.6.2 Pouvoir calorifique inférieur PCI.....	7
I.7 Les étapes par lesquelles le GPL passe	7
I.7.1 Production.....	7
I.7.2 Traitement.....	9
I.7.2.a Section de stockage d'alimentation	9
I.7.2.b Section de déshydratation	9
I.7.2.c Section de séparation.....	9
I.7.2.d Section réfrigération.....	9
I.7.3.e Distribution.....	10
I.7.3.f Section d'huile chaude.....	10
I.8 Stockage de GPL	10
I.9 Utilisation de GPL	10
I.10 La consommation du GPL.....	11
I.11 conclusion.....	11
Référence.....	12

Chapitre II : Description des complexes

II.1 Présentation du complexe GP1/Z « JUMBO »	14
II.2 Principales installations du complexe	14
II.3 Organisation du complexe.....	15
II.4 Alimentation de l'usine	17
II.4.1 Les sources d'alimentation.....	17
II.4.2 Les utilités	18
II.5 Introduction	20
II.6-Carte d'identification du complexe GP2/Z.....	20
II.7 Historique du complexe GP2/Z.....	20
II.8 Description du procédé	23
II.9 La différences entre les deux complexes	24
Référence	24

Chapitre III: Etude des propriétés et caractéristiques du fluide caloporteur

III.1 Introduction.....	27
III.2 Généralité sur les fluides caloporteurs	27
III.2.1 Définition d'un fluide caloporteur	27
III.2.2 le rôle d'un fluide caloporteur	27
III.2.3 Les principaux fluides caloporteurs.....	27
III.2.4 Les applications d'un fluide caloporteur	27
III.2.5 Les contraintes d'un fluide caloporteur	27
III.3 Les fluides caloporteurs utilisés dans les complexes du GPL d'Arzew	28
III.3.1 L'huile TORADA TC 32	28
III.3.2 Propriétés et caractéristiques de la TORADA TC 32.....	29
III.3.3 Etude des propriétés spécifiques et suivi d'analyses de l'huile.....	Erreur !
Signet non défini.	
III.3.4 Interprétation des courbes.....	33
III.4 Conclusion	34
Référence.....	35

Chapitre IV :La boucle d'huile chaude dans les complexes du GPL

IV.1 Introduction.....	37
------------------------	----

IV.2 La boucle huile chaude dans le complexe GP1/Z	37
IV.2.1 Description du circuit d'huile chaude	37
IV.2.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude	40
IV.2.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32).....	40
IV.2.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude	41
IV.3 La boucle huile chaude dans Le complexe GP2/Z.....	42
IV.3.1 Description du circuit d'huile chaude	42
IV.3.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude	45
IV.3.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32).....	45
IV.3.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude	46
IV.4 La boucle huile chaude dans la phase 3.....	46
IV.4.1 Description du circuit d'huile chaude	46
IV.4.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude	47
IV.4.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32).....	49
IV.4.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude	49
IV.5 Comparaison entre les 3 circuits d'huile GP1/Z- GP2/Z- PHASE3	50
Référence.....	50

Chapitre V:Etude comparative des performances thermiques

V.1 Introduction.....	55
V.2 Calcul thermique de l'huile TORADA TC 32 dans le four du complexe GP1/Z55	
V.2.1 Cas actuel	56
V.2.2 Bilan thermique du four	57
V.2.2.1 Calcul de la quantité de chaleur absorbée par l'huile.....	57
V.2.2.2 Calcul du coefficient de transfert coté tube.....	57
V.2.2.3 Estimation du rendement du four	62
V.2.3 Cas design	62
V.2.4 Comparaison et interprétation des résultats.....	63
V.3 Calcul thermique de l'huile TORADA TC 32 dans le four du complexe GP2/Z64	
V.3.1 Cas actuel	65
V.3.2.Cas design	66
V.4 Comparaison et interprétation des résultats.....	67
V.5 Calcul thermique de l'huile TORADA TC32 dans le four de la phase 3.....	68

V.5.1 Cas actuel	69
V.5.2 Cas design	70
V.6 Comparaison et interprétation des résultats	71
V.7 Comparaison et interprétation des résultats des 3 boucles d'huile chaudes	72
conclusion.....	72
Référence	73
Annexe	
Résumé	

Liste des figures

Figure	Titre	N° de la page
Partie théorique		
Figure I.1	Molécule de butane	4
Figure I.2	Molécule de propane	4
Figure I.3	Produits issus de la distillation du pétrole brut	8
Figure II.1	Localisation du complexe GP1/Z sur la zone industrielle d'Arzew	14
Figure II.2	organigramme du complexe GP1/Z	16
Figure II.3	Lignes d'alimentation de GPL	18
Figure II.4	Carte géographique d'alimentation des complexes du GPL.	18
Figure II.5	Schéma synoptique du complexe GP2/Z	23
Figure II.6	Schéma synoptique des paramètres de fonctionnement	24
Figure III.1	la variation de la densité en fonction de température	31
Figure III.2	la variation de la viscosité dynamique en fonction de température	32
Figure III.3	la variation de la chaleur spécifique en fonction de température	32
Figure III.4	la variation de la conductivité thermique en fonction de température	33
Figure VI.1	schéma de la boucle d'huile chaude (GP1/Z)	39
Figure VI.2	schéma de la boucle d'huile chaude (GP2/Z)	43
Figure VI.3	schéma de la boucle d'huile chaude phase 3	47

Liste des tableaux

Tableau	Titre	N° de la page
Partie théorique		
Tableau I.1	Caractéristiques physico-chimiques des GPL	5 à 6
Tableau I.2	Equivalences d'un kilogramme de GPL	6
Tableau I.3	Pouvoirs calorifiques du propane et du butane commerciaux.	7
Tableau II.1	Symboles des départements	17
Tableau III.1	Caractéristiques de l'huile TORADA TC 32	28 à 29
Tableau III.2	Teneur en métaux de l'huile TORADA TC 32	29
Tableau III.3	Evolution des propriétés thermique de l'huile TORADA TC 32 en fonction de température	30
Tableau IV.1	utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design GP1/Z	41
Tableau IV.2	Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements GP1/Z	41 à 42
Tableau IV.3	utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design GP2/Z	44
Tableau IV.4	Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements GP2/Z	45
Tableau IV.5	utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design phase3	48
Tableau IV.6	Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements phase3	48à49
Tableau IV.7	Condition d'utilisation de la boucle d'huile chaude dans les 3 circuits	49à50
Partie calcul		
Tableau V.1	Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four GP1/Z	53à54
Tableau V.2	résultats des calculs pour le cas de design GP1/Z	60

Tableau V.3	Résultats des calculs pour les deux cas GP1/Z	61
Tableau V.4	Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four D	62
Tableau V.5	Résultats des calculs pour le cas d'actuel du four D	63
Tableau V.6	résultats des calculs pour le cas de design du four D	64
Tableau V.7	résultats des calculs pour les deux cas du four D	64à65
Tableau V.8	Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four phase3	65à66
Tableau V.9	résultats des calculs pour le cas actuel phase3	66à67
Tableau V.10	résultats des calculs pour le cas de design phase3	67
Tableau V.11	résultats des calculs pour les deux cas phase3	68
Tableau V.12	Paramètres de fonctionnement et résultats des calculs des 3 complexes	68à69

Liste d'abréviations

GP1/Z	Complexe de séparation du gaz pétrolier liquéfié (Béthioua)
GP2/Z	Complexe de séparation du gaz pétrolier liquéfié (Arzew)
PC	Pouvoir calorifique (kcal/kg).
PCS	Pouvoir calorifique supérieur (kcal/kg).
PCI	Pouvoir calorifique inférieur (kcal/kg)
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
PM	Partie par million
GPLC	Gaz de pétrole liquéfié utilisés comme carburants
BOG	Boil off gas
MT	Million Tonne .
HP	Haute pression.
MP	Moyenne pression.
T	Températures(°C)
P	La pression (bar)
rf	Taux de reflux froid
Q1	Quantité de chaleur soustraite du distillat (Kcal/h).
GI	Le débit molaire de la vapeur provenant de plateau i (Kmol /h).
D	le débit molaire du distilla
ρ	Masse volumique(kg/m³)
C_{p moy}	Chaleur spécifique(kcal/kg. °C)
μ	Viscosité dynamique(kg/s.m)
M	débit massique(kg/h)
V_{huile}	débit volumique de l'huile(m³/h)
λ	Conductivité thermique(w/m.k)
Re	nombre de Reynolds
Pr	Nombre de Prandtl
η	Rendement du four
N_u	Nombre de Nusselt
Di	Diamètre intérieur des tubes (m)
G	vitesse massique de la charge (m/kg.s)
U	Vitesse linéaire(m/s)
h_i:	coefficient transfert thermique(kcal/h.m². °C)
a_t	Section du passage des tubes

Introduction général

Introduction générale

Dans le monde, l'énergie utilisée provient de gisement de combustible fossile (charbon, pétrole, gaz) et notre pays est riche de pétrole et de gaz, ils sont importants dans notre économie.

La consommation de ces énergies est augmentée de manière considérable. Comme le GPL représente une source importante d'énergie par ce qu'il n'a pas un grand taux de pollution par rapport aux autres combustibles. Ensuite, il est facilement condensé, stocké et utilisé si pour ça c'est une énergie idéale pour des plusieurs applications.

Les GPL peuvent être aussi extraits directement des champs de gaz naturel d'où ils sont transportés à travers des pipelines vers des complexes de séparation afin d'obtenir du propane et du butane .

Le procédé de séparation "fractionnement " nécessite une quantité de chaleur qui est fournie par un fluide caloporteur dans un système de boucle de chauffage fermé .

Notre travail est basé sur le fluide caloporteur "**TORADA TC 32**" dans les complexes du GPL d'Arzew sous l'objectif de étudier et comparer les performances thermique dans ces complexes (GP1/Z, GP2/Z et la phase 3).

On commence avec une généralité sur le GPL (qu'est ce que le GPL? quelle est la composition du GPL?...) .

Ensuite, on a une description du complexes de GPL d'Arzew (historique , l'objectif, le procédé utilisé, les produits ...).

On a étudié le fluide caloporteur (caractéristiques et les propriétés et les performances) utilisé dans ces complexes

On a expliqué les différents circuits de la boucle d'huile chaude (le circuit, les équipements et les utilisateurs) dans ces complexes

Enfin on a réalisé une étude thermique fondée sur le calcul des différents paramètres de transfert : la quantité de chaleur , le coefficient de transfert ainsi que le rendement de chaque four.

Les résultats obtenus à partir de ce calcul nous ont permis de comparer entre les performances de chaque four.

Chapitre I: Généralités sur le GPL

Chapitre I

Généralités sur le GPL

I.1 Introduction

GPL est l'abréviation de gaz de pétrole liquéfié. Lorsqu'il est utilisé comme carburant pour des véhicules, le GPL est parfois appelé *autogas*. Le GPL est un mélange d'hydrocarbures butane et propane. Le butane et le propane sont tous les deux des gaz à température ambiante normale et à la pression atmosphérique mais sous une pression moyenne ils deviennent liquides. Ceci permet un transport et un stockage faciles du GPL sous sa forme liquide concentrée.

I.2 le GPL [3,9,10]

Le gaz de pétrole liquéfié (GPL) est un mélange d'hydrocarbures légers stocké à l'état liquide et issu du raffinage et des gaz associés dans les gisements de pétrole avec (40% des ressources mondiales) et du traitement de gaz naturel et de la liquéfaction des GNL avec (60% des ressources mondiales). Les hydrocarbures constituant les GPL sont des molécules constituées de 2 à 5 atomes de carbone (éthane, propane, butane, pentane).

I.3 Composition du GPL [11]

La composition de **GPL** est variable selon les normes et son utilisation dans différents pays. il contient le propane (C_3H_8) et le butane(C_4H_{10}), C'est un carburant dit propre, issu du raffinage du pétrole brut. Son utilisation présente des avantages par rapport d'autre combustible en permettant de réduire de :

- 50 % les émissions d'oxyde d'azote ;
- 50 % celles des monoxydes de carbone ;
- 90 % celles des hydrocarbures et particules.



Figure I.1: Molécule de butane

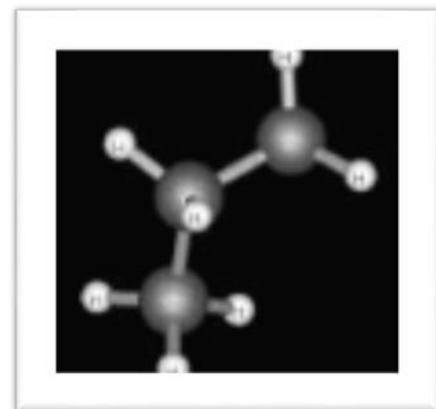


Figure I.2: Molécule de propane

I.4 L'origine du GPL [1]

Les gaz de pétrole liquéfiés sont obtenus principalement :

- Dans les raffineries de pétrole, au cours de la distillation du pétrole brut.

- Au cours des opérations de dégazolinage du gaz naturel sur les champs de production, pour obtenir les produits condensables butane et propane.

I.5 Propriétés et caractéristiques du GPL [6]

le gaz de pétrole liquéfié est un mélange d'hydrocarbures à teneur variable en légers.

A température et pression atmosphériques il est gazeux, mais a la possibilité d'être liquéfié à une température ambiante sous pression modérée, stocké et manipulé comme un liquide.

Aux conditions normales de pression et de température, le GPL est un gaz plus lourd que l'air. Le butane commercial en phase vapeur est deux fois plus lourd que l'air, et le propane commercial est une fois et demie plus lourd.

- est non corrosif à l'acier, au cuivre et à l'alliage du cuivre et d'aluminium.
- n'a pas de propriétés lubrifiantes et ces caractéristiques sont les suivantes :
 - incolore, que ce soit en phase liquide ou vapeur.
 - légèrement toxique à l'état liquide ou vapeur.
 - pur et inodore.

Le GPL pur est pratiquement inodore, pour des raisons de détection et de sécurité, un odorant doit être ajouté dans des limites afin de le commercialiser.

Il est incolore en phase liquide et en phase vapeur. Cependant quand le liquide s'évapore, l'effet de refroidissement de l'air d'environnement peut causer une condensation et même une congélation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

Tableau I.1 : Caractéristiques physico-chimiques des GPL [6]

Caractéristiques	Propane	Butane
Formule chimique	C3H8	C4H10
Equivalence	270 L	239 L
(1L de gaz liquide est égale)	De propane gazeux	De butane gazeux
Température d'ébullition a pression ambiante	- 42,5°C	-10°C
(passage de l'état liquide à l'état gazeux)		
Pression de liquéfaction a 15°c	7,5 bars	1,5bar
(passage de l'état gazeux a l'état liquide)		
Masse volumique	Egale ou supérieure 0,502 kg/l à 15°C	Egale ou supérieure à 0,559kg/l à 15°C
Poids moléculaire (g/mol)	44,096	58,123
Température critique (°C)	96,6	152
Pression critique (bar)	42,5	37,96
Facteur de compressibilité (z)	1,0193	0,9625
à 1,013 bar et 15 °C		
Chaleur spécifique à pression constante (Cp)	0,075	0,096
à 1 bar et 25 °C (kJ/mole. °K)		
Point de fusion (°C)	-187,7	138-
Température d'auto-inflammation (°C)	470	365
Chaleur latente de vaporisation	94,98	80,165

I.1 Pouvoir Calorifique des GPL [7]

Les GPL offrent une puissance énergétique supérieure aux autres énergies. Cette efficacité nous est indiquée par leur pouvoir calorifique. Il s'agit de la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète sous pression atmosphérique. En termes de quantité de chaleur dégagée, voici les équivalences.

Tableau I.2 : Equivalences d'un kilogramme de GPL [6]

1 kg de GPL				
Bois	Charbon	Fioul	Gaz naturel	Electricité
38.71 à 77.43 kg	19,35 à 25 kg	16,65 litre	14,98 m3	178,1 kWh

I.6.1 Pouvoir calorifique supérieur PCS

C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.

I.6.2 Pouvoir calorifique inférieur PCI

C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

PCS = PCI + Chaleur latente de vaporisation

Tableau I.3 : Pouvoirs calorifiques du propane et du butane commerciaux.

Pouvoirs calorifiques	Butane commercial	Propane commercial
PCS	49,4 MJ (13,7 kWh/ kg) 120,5 MJ (33,5 kWh/ m³ à 15 °C et 1013 mbar)	49,8 MJ (13,8 kWh/ kg) 93, 3 MJ (25,9 kWh/ m³ à 15°C et 1013 mbar)
PCI	45,6 MJ (12,66 kWh/ kg) 109,6 MJ (30,45 kWh/ m³ à 15°C et 1013 mbar)	46,0 MJ (ou 12,78 kWh/ kg) 85,3 MJ (23,70 kWh/ m³ à 15°C et 1013 mbar)

I.7 Les étapes par lesquelles le GPL passe [2]

Les GPL sont d'abord extraits du sous-sol (on-shore ou off-shore) par forage, puis transporté par pipelines jusqu'à une installation de traitement et de transformation pour être ensuite acheminé vers une zone de consommation.

I.7.1 Production

Lors du raffinage du pétrole brut, les gaz légers montent vers le haut de la colonne de distillation, alors que les éléments lourds (produits liquides) se déposent dans le bas de cette colonne. Ainsi séparés nous pouvons récupérer les éléments voulus (Propane, Butane).

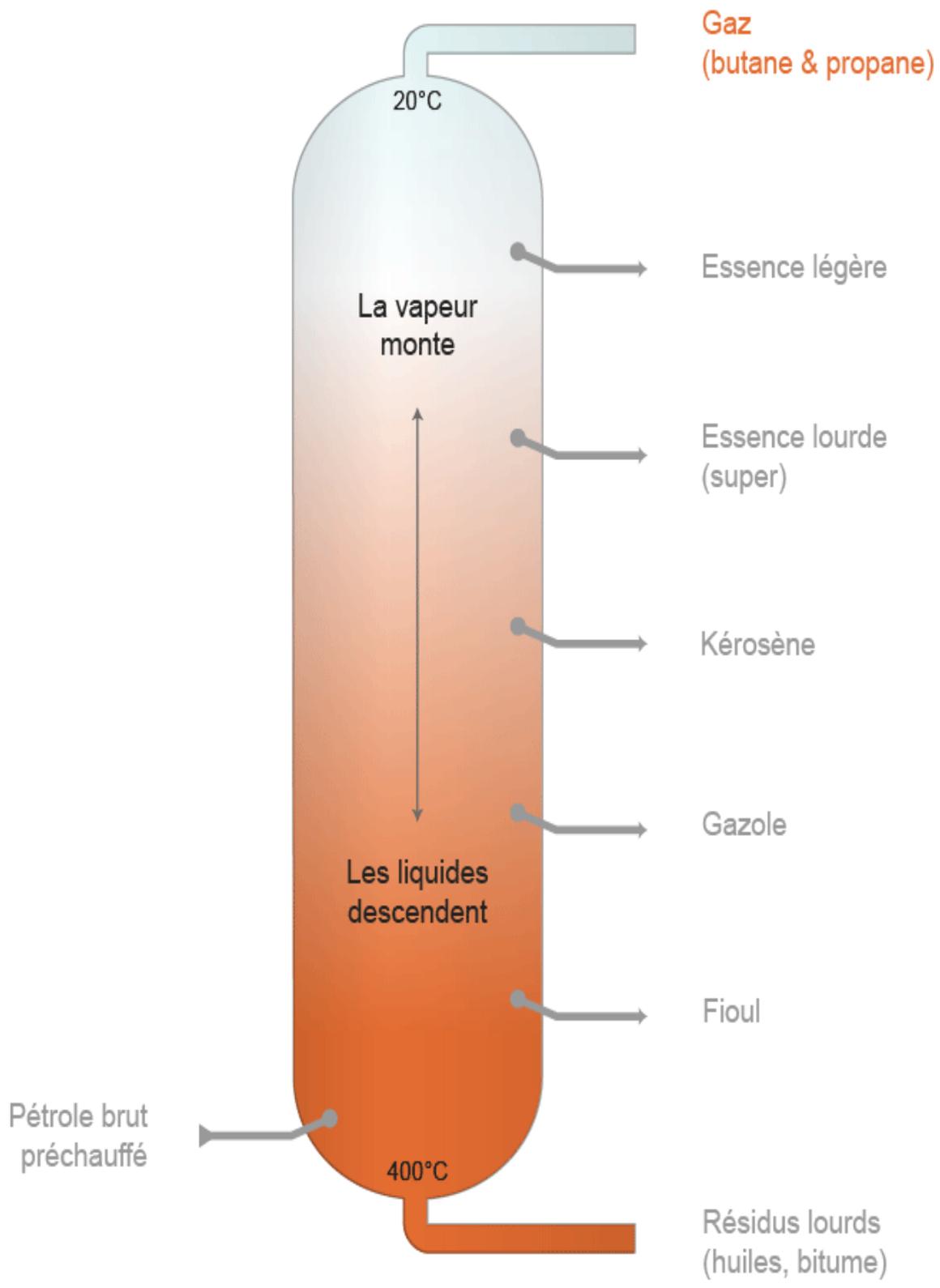


Figure I.3: Produits issus de la distillation du pétrole brut

Les GPL peuvent aussi être extraits directement des champs de gaz naturel d'où ils sont transportés à travers des pipelines vers des complexes de séparation afin d'obtenir du propane et du butane.

I.7.2 Traitement

Il est composé principalement 4 sections

I.7.2.a Section de stockage d'alimentation

L'alimentation se fait à partir des champs gaziers et pétroliers de Hassi R'Mel et de Hassi - Messaoud, ensuite il est transporté par des pipelines jusqu'à à cette section .

Le GPL venant de l'extérieur est stocké dans des réservoirs sphériques de la section de stockage à une pression de 7 bars et à la température ambiante.

I.7.2.b Section de déshydratation [8]

Le GPL est ensuite pompé vers l'unité de déshydratation où la totalité d'eau est adsorbée afin d'éviter la formation d'hydrates dans les sections froides.

Le but de cette section est de réduire la teneur d'eau dissoute dans le GPL de 100 ppm à 5 ppm en poids pour éviter ainsi la formation de glace et de bouchons de givre dans les parties froides de l'installation (réfrigération).

I.7.2.c Section de séparation

C'est la section qui donne les produits finis séparés (propane et butane en très faible quantité d'éthane et de pentane).

Le GPL déshydraté doit être porté à sa température d'ébullition (71°C), après un passage de trois préchauffeurs .

- **Fractionnateur:**

C'est une colonne de fractionnement, dans cette colonne que l'on effectue la récupération de l'éthane et du propane en tête, tandis que le butane et le pentane seront récupérés en fond. Le produit de tête du fractionnateur est envoyé vers le dé-éthaniseur. Le produit de fond du fractionnateur est envoyé vers le pentaniseur.

- **Dé-éthaniseur:**

C'est une colonne de fractionnement, cette colonne est utilisée pour l'élimination de l'éthane contenu dans le propane, l'éthane sort en tête et le propane sort au fond de la colonne.

- **Dépentaniseur:**

C'est une colonne de fractionnement, cette colonne est utilisée pour éliminer le pentane contenu dans le butane et ceci selon la teneur en pentane de la charge d'alimentation.

I.7.2.d Section réfrigération

Cette section reçoit le propane et le butane de la section de séparation, les réfrigère jusqu'aux basses températures correspondantes aux points de saturation liquide au voisinage de la pression atmosphérique et les dirige vers les bacs de stockage à basse température.

I.7.3.e Distribution

Il existe différents moyens de transport pour les GPL qui sont :

- transport par pipe.
- Transport par bateau.
- Transport par wagons-citernes.
- Transport par camions-citernes.

I.7.3.f Section d'huile chaude

La section Four est conçue pour chauffer l'huile TORADA TC pour être utilisé comme fluide caloporteur pour les rebouilleurs et l'échangeur de section de séparation.

Le four fourni le gaz chaud en chauffant du GN à 280°C pour être utilisé dans la régénération. Cette section contient un four un ballon d'expansion, 02 pompes et un bac de stockage d'huile.

I.8 Stockage de GPL [5]

Le GPL est stocké sous sa propre pression de vapeur, c'est-à-dire que les conditions de stockage sont telles qu'il y a coexistence des états liquide et gazeux du gaz concerné. Ainsi la pression de stockage dépend uniquement :

- de la nature du produit stocké (ses propriétés physiques en particulier)
- de la température de stockage.

Il existe trois modes de stockage pour les GPL :

- Stockage sous pression 5bar et supérieur à la température ambiante.
Le propane par exemple est stocké sous 7 bars à une température .
- Stockage réfrigéré sous pression à une température voisine ou inférieure à 0 °C. Ce type de stockage est employé pour les produits présentant des températures critiques basses (avec un risque d'inflammation élevé).
- stockage cryogéniques. On amène la température du stockage à une valeur voisine de la température d'ébullition du produit.

I.9 Utilisation de GPL [4,11]

Le GPL est une énergie de développement durable. L'avantage majeur de se dernier est d'être facilement stockables et transportables et peuvent jouer un rôle important dans la couverture des besoins énergétiques d'un pays.

Ils représentent ainsi une alternative intéressante à l'utilisation d'électricité, notamment dans le chauffage et la production d'eau chaude (secteur domestique).

Les GPL ont d'autres utilisations en tant que combustibles, ils sont largement utilisés dans les secteurs de l'agriculture.

On peut les utiliser aussi en tant que carburant (secteur de transport) et dans la génération d'électricité (secteur industriel). Ils sont utilisés aussi comme matière première pour la pétrochimie, et dans l'industrie des produits pharmaceutiques et cosmétiques.

I.10 La consommation du GPL [6]

Le taux de croissance de la consommation du GPL (Gaz de pétrole liquéfié), sur la période de 2015 à 2017, a enregistré une hausse considérable de 57%, selon un rapport de l'Autorité de Régulation des hydrocarbures (ARH).

La même source a précisé que la consommation du GPL sur le marché national, a connu en 2015 une hausse importante de 291 000 tonnes, qui est passée à 352 000 tonnes en 2016, pour atteindre en 2017, pas moins de 457 000 tonnes.

Cette tendance haussière de la consommation du GPL continue son avancée sur le premier semestre de l'année 2018, pour atteindre 288 909 tonnes, soit une hausse de 39% par rapport à la même période de l'année 2017.

I.11 conclusion

Enfin, le GPL c'est le meilleur énergie pour l'environnement par ce qu'il ne provoque pas la pollution, ensuite il est disponible puisque l'Algérie est parmi les pays producteur donc le GPL est moins chers par rapport aux autres énergies.

Référence

- [1] HAMDI Youcef et GHAOULI Seddik, Master, Optimisation du fonctionnement de la section réfrigération de GPL, Centre universitaire de TISSEMISILT, 2018
- [2] HOCINI Nour el houda, Master, Etude d'un système de vaporisation du GPL au niveau de l'unité GPL-2/ cis-hmd, Université de BADJI MOKHTAR-ANNABA, **JUIN-2018**.
- [3] Lyasmine et Sihem ABCI et MEZIMECHE, Master, La dynamique des prix des GPL au regard des déterminants du marché spot américain, Ecole nationale supérieure de statistique et d'économie appliquée - Ingénieur d'état en statistique, 2009
- [4] MEDJOU DJ Ahmed Belkacem et BERRABAH Toufik, Master, *optimisation des paramètres de marche de la section de fractionnement de l'utg de GUELLALA*, Université KASDI-MERBAH OUARGLA, 2016
- [5] http://www.propulsion-alternative.wikibis.com/gaz_de_petrole_liquefie.php
- [6] www.economiedenergie.fr
- [7] BOULBENE Samiha et BOUCHERIH Fadoua, *lessance*, Simulation d'une section de séparation de GPL par HYSYS, Centre Universitaire de Tissemsilt, 2017
- [8] Rahal Mehdi Abdelaziz et Moussouber Nasr-Eddine, rapport de stage Les boucles de régulation, Université de science et de technologie d'Oran « MOHAMED BOUDIAF ».
- [9] <http://www.jeu-carburant.com/gpl/>
- [10] <https://fouzigbps.blogspot.com/2017/06/lunite-de-gpl-gaz-de-petrole-liquefie.html>
- [11] https://www.dictionnaire-environnement.com/gaz_de_petrole_liquefie_gpl_ID456.html
- [12] <https://www.techno-science.net/definition/856.html>

Chapitre II :

Description des complexes

II.1 Présentation du complexe GP1/Z « JUMBO »

Objet:

Important complexe, construit dans la zone industrielle d'ARZEW dans le but de traiter le mélange brut GPL, afin de produire du propane commercial et du butane commercial.

Historique : [1]

Le complexe GP1/Z fait partie des six complexes de liquéfaction appartenant à l'activité (AVAL) de l'entreprise national SONATRACH. Il est situé entre la centrale thermoélectrique de Mers EL Hadjaj à l'Est et les complexes de GNL à l'Ouest et qui s'étend sur une superficie de 120 hectares. Il a été construit avec le concours d'un consortium Japonais IHI -ITOCHU dans le cadre d'un contrat clé en main, en trois phases de construction, la première a été réceptionnée le 02 septembre 1984, la deuxième phase le 20 novembre 1998 et la troisième phase le 24 Février 2010.

En 1983 le complexe disposait de quatre trains de traitement GPL qui lui permettait de produire 4.8 millions de tonnes par an et suite à une acquisition de deux trains supplémentaires (extension du complexe en 1998) cette production a augmenté pour atteindre 7,2 millions de tonnes par an.

Après le démarrage de la troisième phase, la production est estimée à 10,8 millions de tonnes par an. Le complexe a pour objectif, le traitement d'une charge GPL Brut en provenance des différents champs situés au Sud Algérien afin de produire du Propane et Butane destinés au marché national et international, il est dénommé JUMBO-GPL pour ses grandes capacités de production.

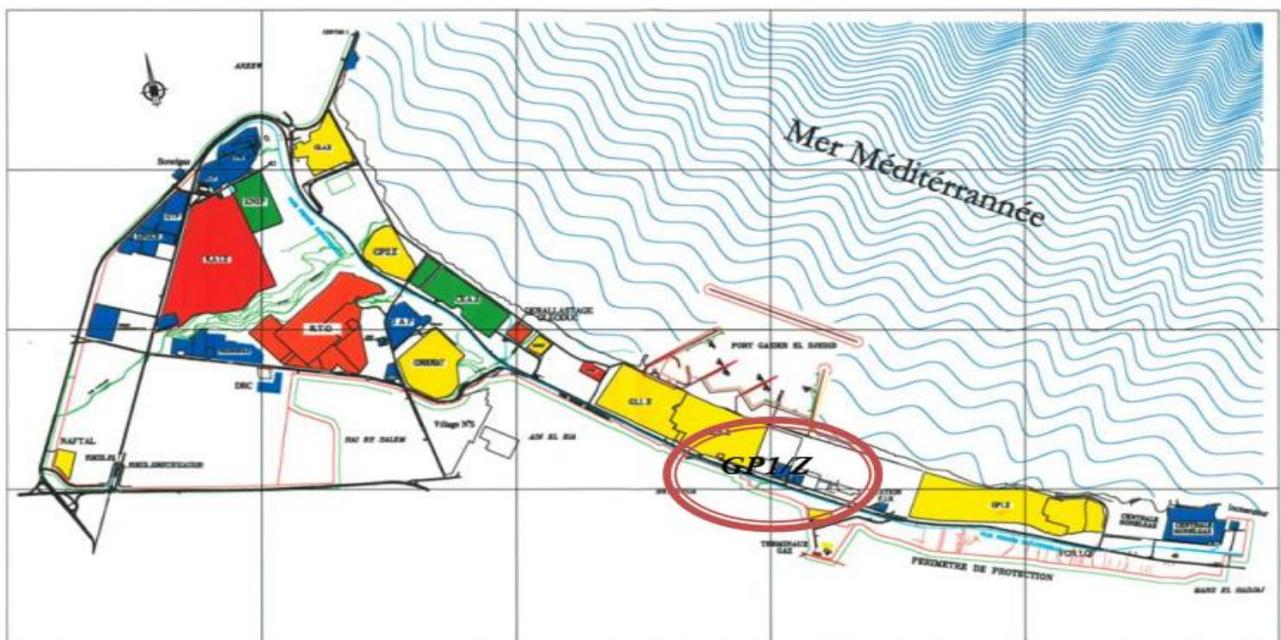


Figure II.1 Localisation du complexe GP1/Z sur la zone industrielle d'Arzew [3]

II.2 Principales installations du complexe [1]

Les principales installations du complexe GP1/Z sont :

- ❖ 09 Trains de traitement du GPL.

- ❖ 02 unités de liquéfaction des boil-off.
- ❖ 22 Sphères de stockage de la charge d'alimentation de 1000 m³ chacune.
- ❖ 04 Bacs de stockage de propane basse température de 70000 m³ chacune.
- ❖ 03 Bacs de stockage de butane basse température de 70000 m³ chacune.
- ❖ 01 Bacs de stockage de bupro basse température de 70000 m³.
- ❖ 04 Sphères de stockage de produits ambiants (propane et Butane) de 500m³ chacune.
- ❖ 01 Sphères de stockage gazoline de 500 m³ .
- ❖ Unité de démercurisation.
- ❖ 05 salles de contrôle.
- ❖ 01 Station électrique alimentée par SONELGAZ.
- ❖ 04 Générateurs assurant l'énergie de secours du complexe.
- ❖ 02 Quais de chargement pouvant recevoir des navires d'une capacité variante entre 4000 et 5000 tonnes.
- ❖ Une rampe de chargement de camions.
- ❖ Une station de pompage d'eau de mer.
- ❖ Un système de télésurveillance. I.2.3

II.3 Organisation du complexe [1]

La description des structures nous permet de connaître la situation géographique, l'effectif, les objectifs et le rôle de chaque département.

Cela nous amène à connaître tout le fonctionnement du complexe GP1/Z.

Le complexe GP1/Z est géré suivant un organigramme bien déterminé de façon à bien maîtriser les tâches, il est composé d'une direction générale, deux sous direction, des départements de contrôle, comme le montre l'organigramme suivant qui nous renseigne sur le fonctionnement du complexe GP1/Z :

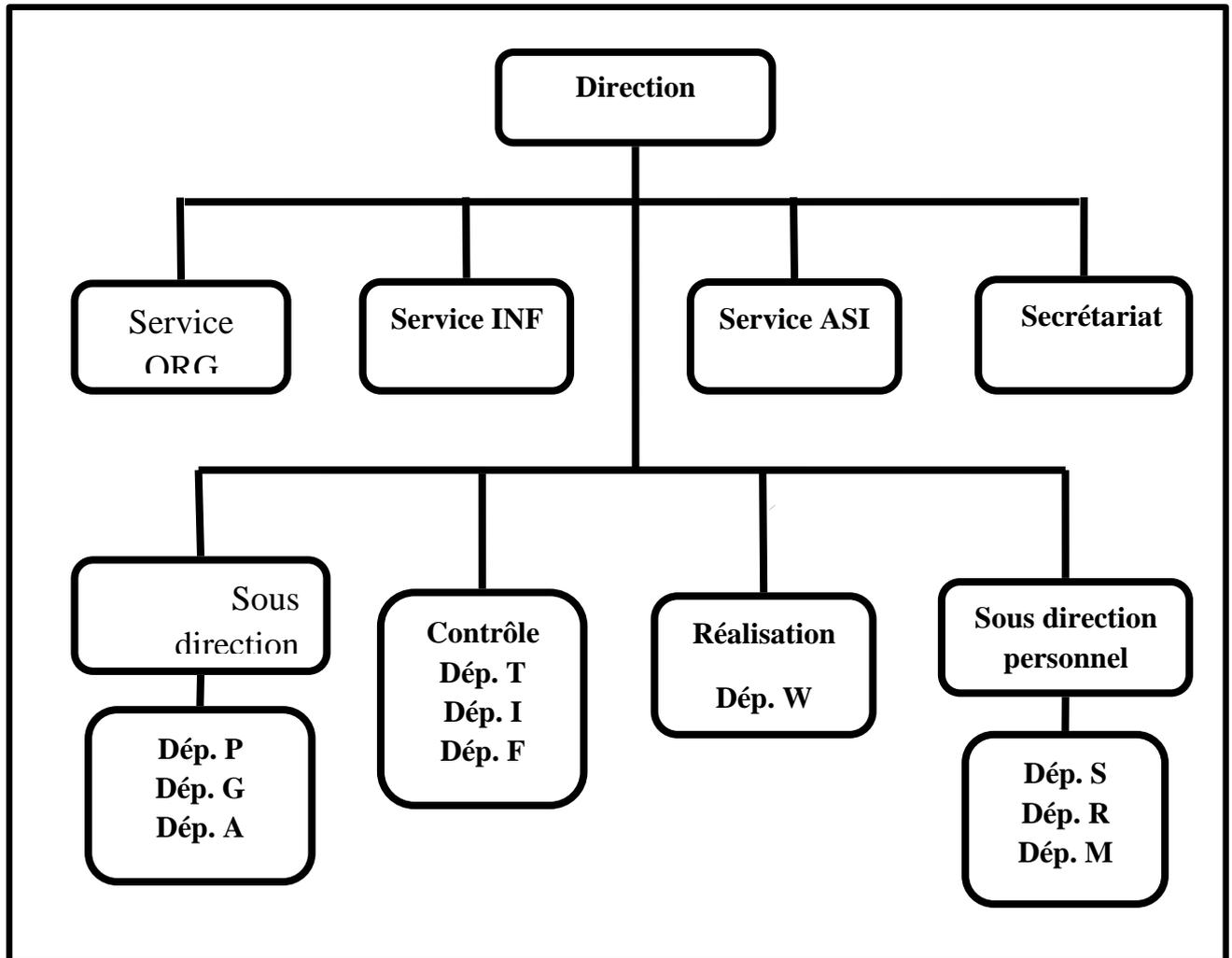


Figure II.2 : organigramme du complexe GP1/Z

Tableau II.1 : Symboles des départements

SYMBOLES	DEPARTEMENT	SYMBOLES	DEPARTEMENT
D	La Direction	ORG	Organisation
I	Département Sécurité	T	Département Technique
F	Département Finance	W	Département Travaux neufs
D*E	Département Exploitation	D*S	Sous Direction du personnel
P	Département Production	RT	Relation de Travail
G	Département Maintenance	R	Dpt Ressources Humaines
A	Département Approvisionnement	S	Administration et social
M	Dpt moyens généraux	ASI	Assistance sûreté interne

II.4 Alimentation de l'usine

II.4.1 Les sources d'alimentation

L'usine reçoit son alimentation de GPL des sources suivantes :

Hassi Messaoud, Hassi R'mel, Alrar, In amenas, Tinfouye Taban Kort (TFT), Rhourde Nous, Gassi Touil.



Figure II.3: Lignes d'alimentation de GPL

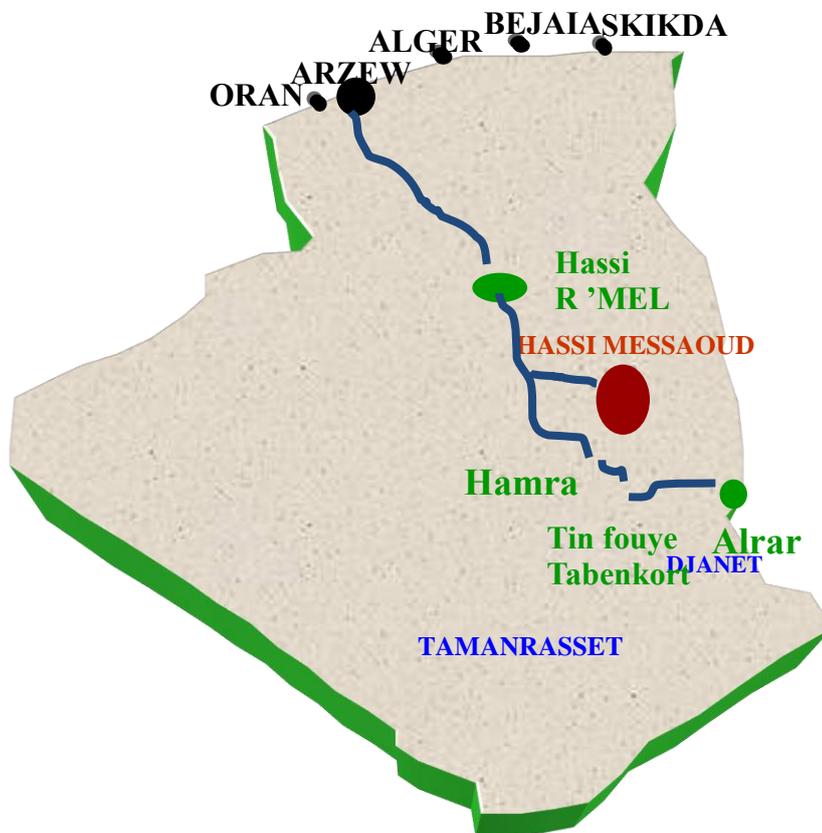


Figure II.4 : Carte géographique d'alimentation des complexes du GPL

II.4.2 Les utilités

Elle alimente les divers zones de production en:

- Fuel (gaz naturel) : utilisé comme combustible.
- Air : elle est divisée en deux :
 - ✓ Air instrument : C'est de l'air séché après enlèvement de l'humidité, cet air aide pour ouvrir les vannes et la manipulation des boucles de régulation (vanne pneumatique).
 - ✓ Air service : C'est du l'air qui sert pour le nettoyage et l'entretien.

- Vapeur : On utilise le dessaleur pour avoir l'eau distillée et à partir de la chaudière on produit de la vapeur.
- Eau :
 - ✓ L'eau distillée ;
 - ✓ L'eau de refroidissement ;
 - ✓ L'eau potable.
- Méthanol : Il est utilisé pour le dégivrage.
- Gasoil : Il est utilisé pour les générateurs de secours.
- Azote : Ballon d'azote, il y'a deux circuits
 - ✓ Circuit Gazeuse (HELIOS) ;
 - ✓ Circuit l'azote liquide (COGIZ): On le transforme en vapeur pour l'inertage des équipements.
 - Un générateur électrique de secours d'une capacité de 25.617 Kw.
 - Un système de sécurité vide-vite (blow-down).
 - Les torches : deux hautes pressions et une basse pression sert à brûler la quantité de gaz provoquée par un dysfonctionnement des trains.

II.5 Présentation du complexe GP2/Z

Introduction

Le complexe GP2/Z relève de la Sonatrach, société nationale chargée du transport, du raffinage et de la commercialisation des hydrocarbures, laquelle a été créée le 31 Décembre 1963. Son organisation est basée sur les activités d'approvisionnement énergétique nationales, du développement et de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures.

Le complexe GP2/Z situé au nord-ouest du pays à 42 km d'Oran dans la commune de Béthioua. L'usine est conçue pour séparer le GPL en propane et butane commercial. [2]

II.6-Carte d'identification du complexe GP2/Z

LOCALISATION : Arzew

SUPERFICIE : 13,5 hectares

Objectif : Traitement de 1,4 millions de tonnes de la charge GPL.

Produits: Propane et butane commercial.

Procédé utilisé : Distillation sous pression.

Nombre de trains : Deux (02) trains semi-modulaires.

Constructeur : CJB

Date de démarrage des travaux : 1973

Capacité de stockage : Propane et butane commercial, deux (02) bacs de stockage de Capacité 70 000 m³ chacun.

RESSOURCES HUMAINES

Nombre d'effectif : 333 agents

Cadre : 125 agents

Maîtrise : 177 agents

Exécution : 31 agents

II.7 Historique du complexe GP2/Z

Le complexe GP2/Z a presque trente (30) ans d'existence. Le projet de construction a été lancé en mille neuf cent soixante dix (1970) par la compagnie anglaise CJB.

Les dates importantes à retenir sont :

- **1973** : Mise en service du complexe destiné à traiter une charge de 4 millions de tonnes d'un mélange de condensât / GPL.
- **1984** : Arrêt du complexe suite à la mise en service des unités de stabilisation du condensât au niveau des champs de Hassi R'Mel et de Hassi Messaoud.
- **1990** : Redémarrage du complexe après la reconversion de son procédé de rebouillage pour le traitement d'une capacité de 0,6 million de tonne par an.
- **1996** : Extension du complexe pour traiter une capacité de 1,2 million de tonnes de GPL par an. De plus, des travaux de modification ont été réalisés tels que :
 - ✓ la reconversion des deux (02) colonnes de séparation de condensat /GPL en colonnes de dépropanisation ;
 - ✓ la mise en place des rebouilleurs au niveau des colonnes reconverties et adaptation de leurs boucles de régulation ;
 - ✓ la rénovation des aéroréfrigérants et des compresseurs du système boil off ;
 - ✓ la construction d'une nouvelle salle de contrôle et remplacement des instruments de contrôle pneumatique par le système DCS ;
 - ✓ la rénovation des turbines à gaz, des bras de chargement, des compresseurs d'air, des postes électriques HT et MT ;
 - ✓ l'implantation d'une nouvelle unité de déshydratation de la charge.
- **1999** : Extension de la capacité de traitement du complexe pour traiter 1,8 million de tonne par an. Lors de cette extension, plusieurs travaux de modification ont été réalisés comme:
 - ✓ le remplacement des plateaux des colonnes de séparation de GPL par des plateaux dont le rendement est supérieur ;
 - ✓ l'installation de nouveaux ballons séparateurs et des échangeurs de chaleur de grande capacité au niveau de la zone de réfrigération ;
 - ✓ le remplacement des pompes de circulation du fluide caloporteur et des pompes de charge de GPL par des pompes de plus grande capacité.
- **2000** : Projet d'extension : la capacité de production devait être portée à 2,5 millions de tonnes. L'étendue du projet d'extension devait se limiter aux réalisations suivantes :
 - ✓ une unité supplémentaire de séparation de GPL de 160 T/ h ;
 - ✓ l'installation d'une nouvelle unité de réfrigération ;
 - ✓ l'augmentation de la capacité du stockage des produits réfrigéré ;
 - ✓ l'extension du réseau électrique basse tension ;
 - ✓ l'installation d'un nouveau four de gasoil ;
 - ✓ une nouvelle unité de déshydratation.

Suite à un incident survenu au niveau du mot-compresseur en date du 24/07/2003, il a été décidé IHI/TOCHU pour la sécurisation et la fiabilisation du complexe. Ce prestataire a procédé aux modifications suivantes :

Au niveau de la section de stockage de la charge GPL :

- ✓ Montage d'une nouvelle sphère de stockage tampon 420/6105G.
- ✓ Installation de nouvelles vannes XV au niveau des déshydratation de la charge GPL pour la séquence de régénération.

Au niveau de la section séparation :

- ✓ Installation de nouvelles vannes de refoulement des motopompes GPL.
- ✓ Calorifugeage de la partie supérieure des deux splitter A&B.
- ✓ Délocalisation de trois motopompes de la charge GPL.
- ✓ Mise en place de deux nouveaux filtres en aval des sécheurs de la déshydratation du propane commercial.
- ✓ Délocalisation des quatre motopompes de reflux de l'intérieur vers l'extérieur des trains de séparation.

Au niveau de la section de réfrigération :

- ✓ Installation de vannes de niveau LV pour réguler le niveau de propane réfrigérant des trois stades BP, MP, et HP.

Au niveau du système de chauffage d'huile TORADA TC :

- ✓ Montage de la motopompe 425/6215E d'huile chaude pour alimenter le circuit du fluide caloporteur.
- ✓ Montage d'un nouveau four 401/6201D pour huile TORADA TC. [2]

II.8 Description du procédé

Le procédé comprend trois sections : séparation, réfrigération et stockage

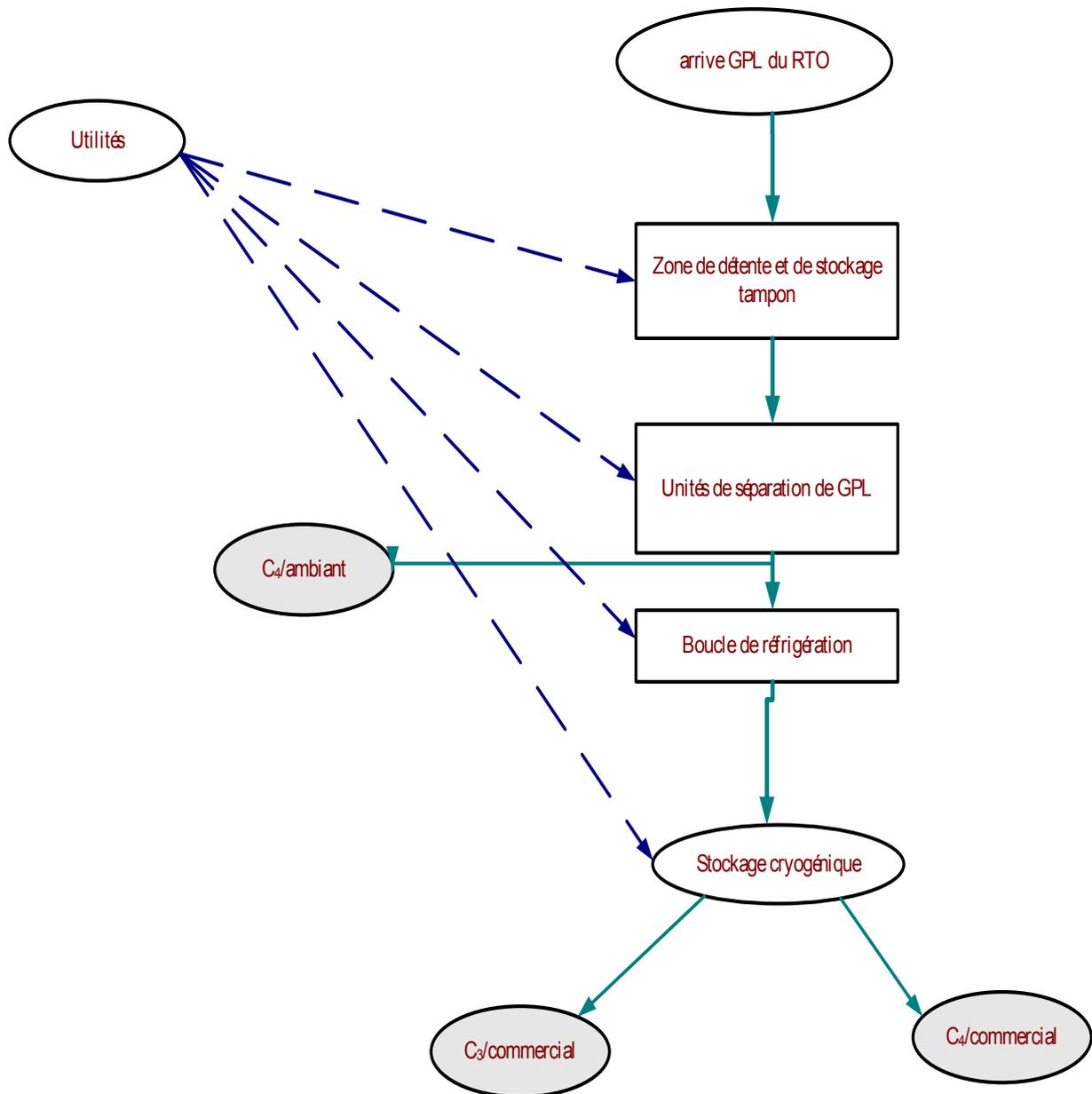


Figure II.5 : Schéma synoptique du complexe GP2/Z

II.9 La différences entre les deux complexes [4]

Présentation des deux complexes

Le tableau 1 montre la différence des capacités entre les deux complexes

Tableau II.2 : Caractéristique des deux complexes

	GP1/Z	GP2/Z
Localisation	Mers-El-Hadjadj	Arzew
Superficie	120 Hectares	13.5 Hectares
Capacité de traitement	10.8 MMT/an	1.8 MMT/an
Procédé utilise	Distillation sous pression	Distillation sous pression
Produits finis	C ₃ BT, C ₄ BT, C ₃ AT, C ₄ AT	C ₃ BT, C ₄ BT, C ₄ AT
Nombre de trains	09	02
Date mise en production	20 février 1984	19 mars 1973
Source d'approvisionnement	HRM / HMS	HRM / HMS
Capacité de stockage		
Butane réfrigéré	02 bacs de 70.000 m ³	bac de 70.000 m ³
Propane réfrigéré	02 bacs de 70.000 m ³	bac de 70.000 m ³
Butane ambiant	04 sphères 1220 m ³	02 sphères 1220 m ³
GPL stocké	16 sphères 1220 m ³	02 sphères 1220 m ³

Les paramètres de fonctionnement des deux complexes GP1/Z et GP2/Z sont représenté sur le schéma synoptique suivant :

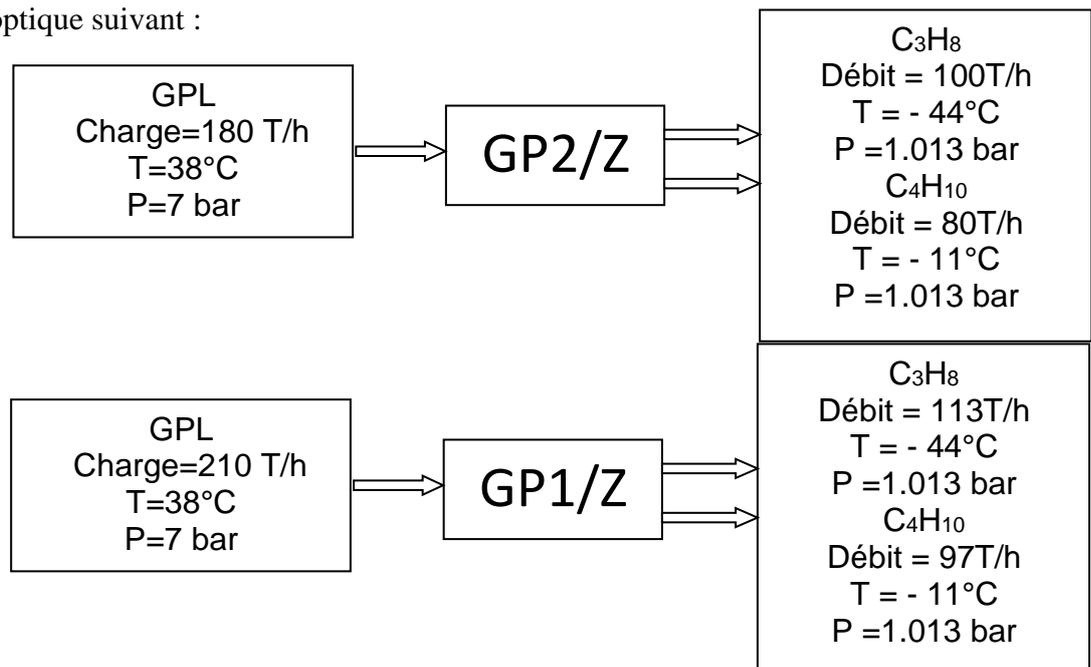


Figure II.5: Schéma synoptique des paramètres de fonctionnement

Références

- [1] Manuel Opérateur GP1/Z, Généralités sur le complexe GP1Z.
- [3] BOUIDIA Mustapha Ibrahim et BESSELMA Latifa, Master, étude d'installation d'une nouvelle ligne pour la récupération des gaz torches des ballons X-V-0012 de la section bog du complexe GP1/Z, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 2019.
- [2] Projet de sécurisation et de fiabilisation du complexe GP2Z, description du procédé, Manuel d'exploitation, complexe GP2z, Activité Aval, Sonatrach, 2007.
- [4] AMARA Khaled et CHERIFI Mahfoud, Master, Estimations de la consommation énergétique et les pertes aux niveau des deux complexes GP1/Z et GP2/Z d'Arzew, ECOLE D'INGENIEURS DE BOUMERDES, 2010.

Chapitre III:
Etude des propriétés et
caractéristiques du fluide
caloporteur

III.1 Introduction

Le système d'huile chaude est un système de chauffage à circuit fermé avec un drainage et un système de stockage. Le système a été conçu pour fournir la chaleur nécessaire au système de procédé aux conditions de fonctionnement de projet, concernant les compositions de l'alimentation riche et pauvre et attendues dans les conditions de fonctionnement d'été et d'hiver.

Le système projeté se base sur le fluide de chauffage TORADA TC32.

III.2 Généralité sur les fluides caloporteurs [1,4]

III.2.1 Définition d'un fluide caloporteur

Un fluide caloporteur (ou caloripporteur) est un fluide (gaz ou liquide) qui permet le transport de chaleur entre plusieurs sources de température.

III.2.2 le rôle d'un fluide caloporteur

Le rôle d'un fluide caloporteur est d'assurer le transport de la chaleur d'une source thermique à un puits thermique,

III.2.3 Les principaux fluides caloporteurs [1]

Les principaux fluides caloporteurs sont les gaz sous forme d'azote, d'hélium, d'air, de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau surchauffée caractérisés par un médiocre pouvoir calovecteur et caloporteur mais valorisables pour des usages à très haute température. Pour des procédés industriels fonctionnant jusqu'à des températures de 350 C, les fluides organiques sous forme d'huile minérale ou synthétique peuvent trouver de larges applications. Les fluides halogénés de type PFC ou HFE trouvent des usages où leur rigidité diélectrique et leur volatilité s'appliquent à des procédés de refroidissement divers. Les usages à plus haute température imposent des fluides caloporteurs de type sels fondus voire métaux liquides dont la mise en œuvre reste délicate malgré des propriétés physiques particulièrement favorables.

III.2.4 Les applications d'un fluide caloporteur

- pour le chauffage dans les procédés industriels sont fort variées et impliquent une grande diversité de fluides de par le large domaine de températures rencontré dans ces procédés : gaz, métaux liquides, sels fondus, fluides organiques.
- Les applications des fluides frigoporteurs pour le refroidissement de procédés à température inférieure à l'ambiante sont celles du froid industriel, commercial et du conditionnement d'air.

III.2.5 Les contraintes d'un fluide caloporteur [1]

- **contraintes techniques** telles que la réduction des pertes thermiques ou une faible consommation d'énergie de transport du fluide. Elles sont conditionnées par les propriétés thermodynamiques et thermo-physiques telles que la masse volumique, la capacité thermique ou chaleur latente pour les fluides à changement de phase, la viscosité dynamique... ;
- **contraintes de sécurité et environnementales** : (en particulier, effet sur la couche d'ozone et contribution à l'effet de serre) et qui prennent une place déterminante dans le choix des fluides. Elles

sont conditionnées par des réglementations en constante évolution qui intègrent les critères traditionnels de toxicité, d'inflammabilité, de sécurité pour les personnes et les produits, d'explosivité mais également d'impact sur la couche d'ozone et surtout de contribution à l'effet de serre ;

- **contraintes économiques** : le coût du fluide lui-même, la structure et le coût du réseau de distribution de chaleur, la taille des auxiliaires de pompage, de compression ou de ventilation sont directement déterminés par les propriétés thermodynamiques des fluides. Les échangeurs de chaleur intégrés à ce réseau (notamment aux sources et puits de chaleur) sont partiellement dimensionnés par les propriétés « calovectrices » des fluides telles que la conductivité de ces fluides.

III.3 Les fluides caloporteurs utilisés dans les complexes du GPL d'Arzew

Concernant le fluide caloporteur le plus utilisées dans les complexes du GPL c'est **l'huile TORADA TC 32** , c'est la même chose pour les complexes du GPL d'Arzew .

III.3.1 L'huile TORADA TC 32 [2]

TORADA TC 32 est une huile minérale pure, spécialement raffinée qui possède une stabilitéexceptionnelle à l'oxydation et une très grande résistance à la dégradation thermique du fait de sa fluidité, l'huile TORADA TC 32 présente d'excellentes caractéristiques thermodynamiques,

Les principaux avantages obtenus par l'utilisation de cette qualité par rapport à des huiles plus visqueuse sont :

- Meilleur résistance au craquage ;
- Régime turbulent atteint beaucoup plus rapidement ;
- Plus faible énergie nécessaire à sa circulation dans les circuits.

L'huile TORADA TC 32 :

- utilisé jusqu'à des températures atteignant 320°C dans les systèmes clos ;
- utilisé dans les dispositifs de transfert de chaleur par circulation ;
- par rapport sa fluidité représente d'excellentes caractéristiques thermodynamiques.

Elle est spécialement formulée pour donnée une longue durée de service et une excellente efficacité thermique dans une variété d'application industrielle tout en résistant à dégradation causée par l'air et les températures.

III.3.2 Propriétés et caractéristiques de la TORADA TC 32

Tableau III-1 : Caractéristiques de l'huile TORADA TC 32 [2]

Caractéristiques	TORADA TC 32
Aspect	Liquide
Viscosité cinématique à 40°C	32 cS
à 100°C	5,25 Cs
Chaleur spécifique à 0°C	0,434 Kcal/Kg °C
à 20°C	0,451 Kcal/Kg °C
Conductivité thermique à 20°C (w/m.k)	0,1465 (excellent)
Tension de vapeur à 150°C	0,1 mm Hg
à 200°C	7 mm Hg
à 250°C	45 mm Hg
Point d'éclair °C	210
Point de feu °C	220
Point d'écoulement °C	-12
Température d'ébullition °C	330
Solubilité dans l'eau	Insoluble
Température d'utilisation °C	0-320
Indice d'acidité, mg KOH /g	0,02
Indice de viscosité	96
Température d'auto-inflammation	370
Stabilité thermique	Moyenne
Résistance à l'oxydation	Moyenne
Durée de vie	Moyenne
Stockage	Pas de précaution spéciale
Risque d'incendie	Faible
Toxicologie	Faible
Prix DA/l	133,04

Tableau III -2 : Teneur en métaux de l'huile TORADA TC 32[1]

Métaux	PPM	Métaux	PPM
Na	<5	Al	<2
Ca	<2	Ni	<2
Mg	<2	Pb	<5
Fe	<2	Cu	<2

III.3.3 Etude des propriétés spécifiques et suivi d'analyses de l'huile :

Tableau III-3 : Evolution des propriétés thermique de l'huile TORADA TC 32 en fonction de température

Température (°C)	Densité	Viscosité dynamique (Cp)	Chaleur spécifique (kJ /kg. °C)	Conductivité thermique (w/m. k)
0	0,88	334,40	1,814	0,1497
15	0,867	145,08	1,867	0,1495
30	0,855	54,55	1,922	0,1494
45	0,847	20,99	1,975	0,1492
60	0,842	13,00	2,02	0,1490
75	0,833	8,12	2,08	0,1489
90	0,823	5,39	2,137	0,1463
105	0,821	4,08	2,189	0,1433
120	0,808	3,50	2,236	0,1422
135	0,798	3,12	2,289	0,1413
150	0,789	2,44	2,345	0,1405
165	0,770	1,86	2,399	0,1397
180	0,770	1,80	2,453	0,139
195	0,761	1,35	2,50	0,1361
210	0,751	1,07	2,55	0,1366
225	0,742	0,94	2,60	0,137
240	0,735	0,85	2,65	0,135
255	0,727	0,70	2,71	0,134
270	0,717	0,63	2,76	0,132
285	0,708	0,58	2,81	0,1317
300	0,702	0,50	2,84	0,131
315	0,691	0,48	2,94	0,1302
330	0,681	0,50	2,99	0,1272

La méthode de calcul c'est une méthode d'interpolation :

$$(T_2 - T_1) / (\rho_x - \rho_1) = (T_3 - T_2) / (\rho_3 - \rho_x)$$

A $T=15\text{ °C}$ $\rho=?$

$$(15-0)/(x-0,88) = (20-15)/(0,863-x)$$

$$X=[(15*0,863)+(5*0,88)]/20$$

$$X=0,867\text{ kg/m}^3$$

- Les figures (III-1, III-2, III-3, III-4) donnent la variation de ces propriétés de l'huile TORADA TC 32 en fonction de température :

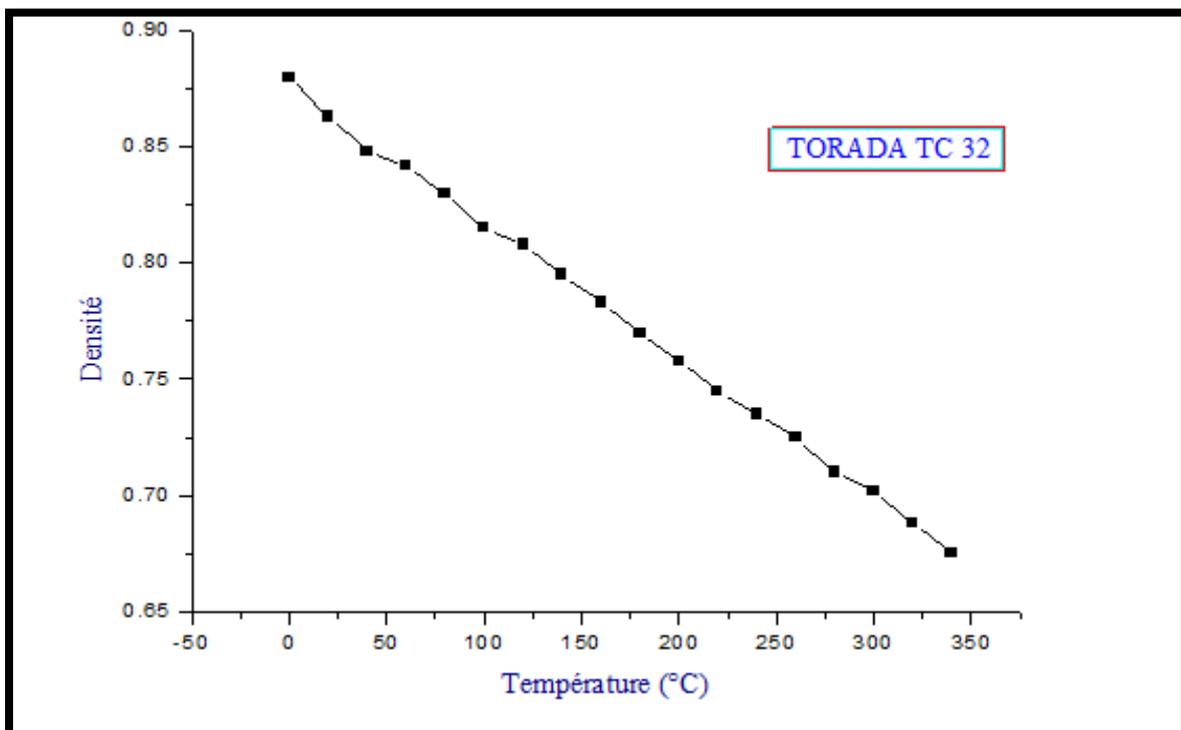


Figure III.1: la variation de la densité en fonction de température

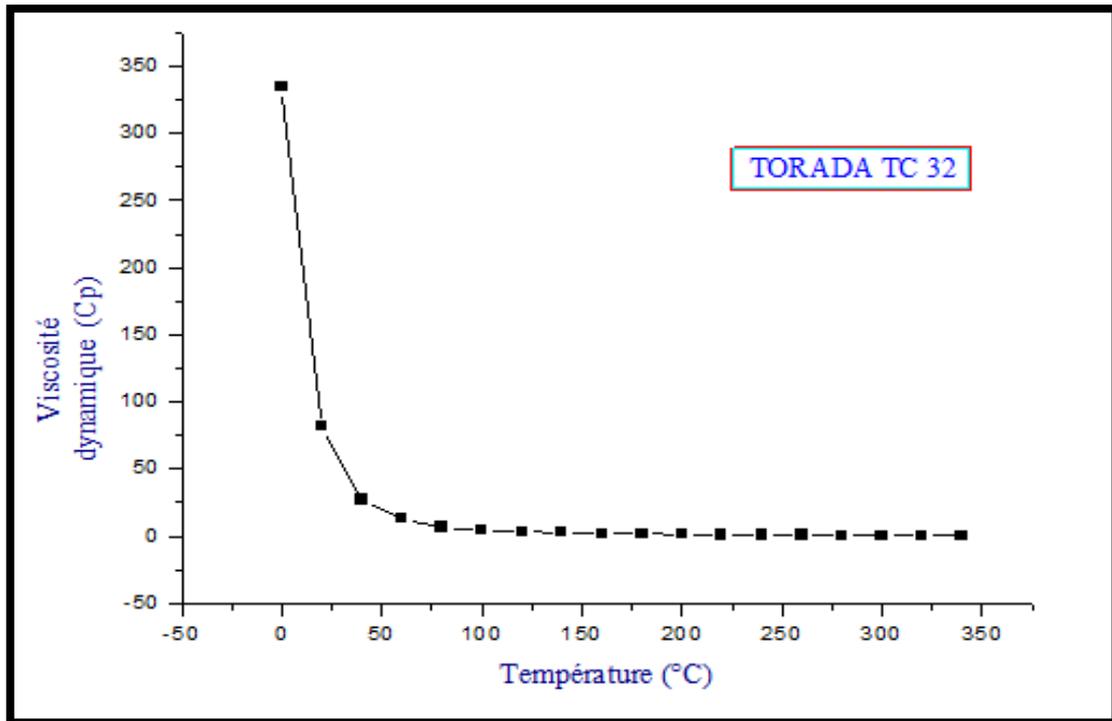


Figure III.2 : la variation de la viscosité dynamique en fonction de température

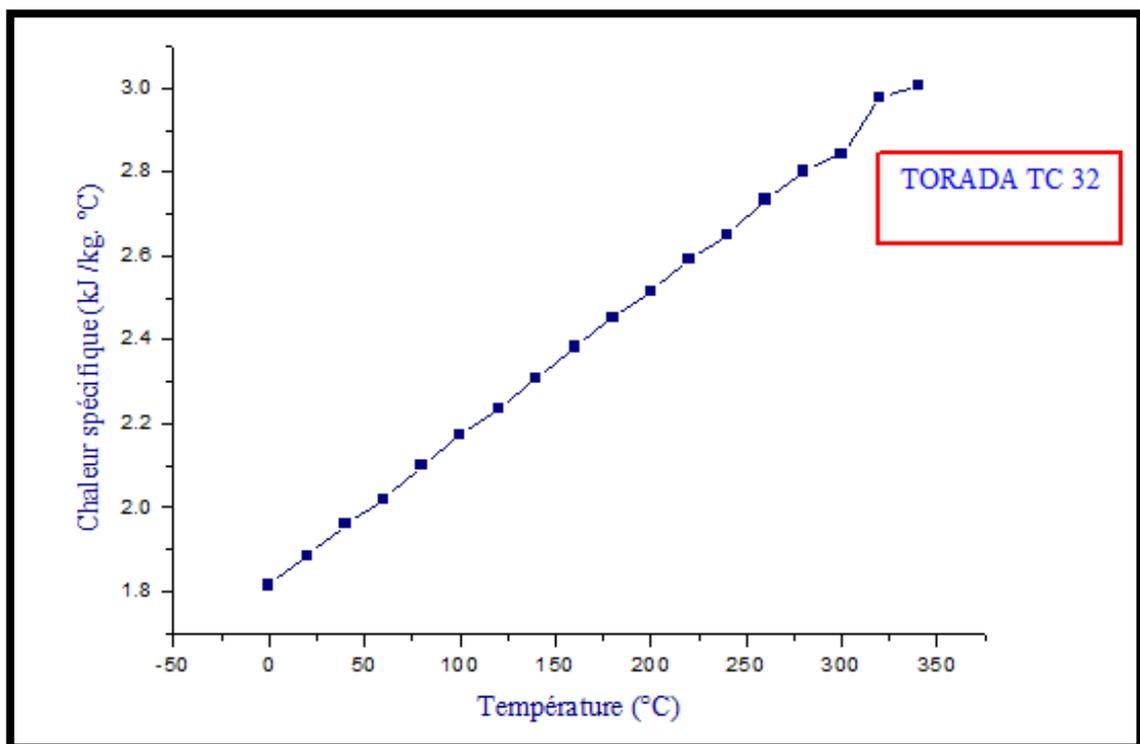


Figure III.3: la variation de la chaleur spécifique en fonction de température

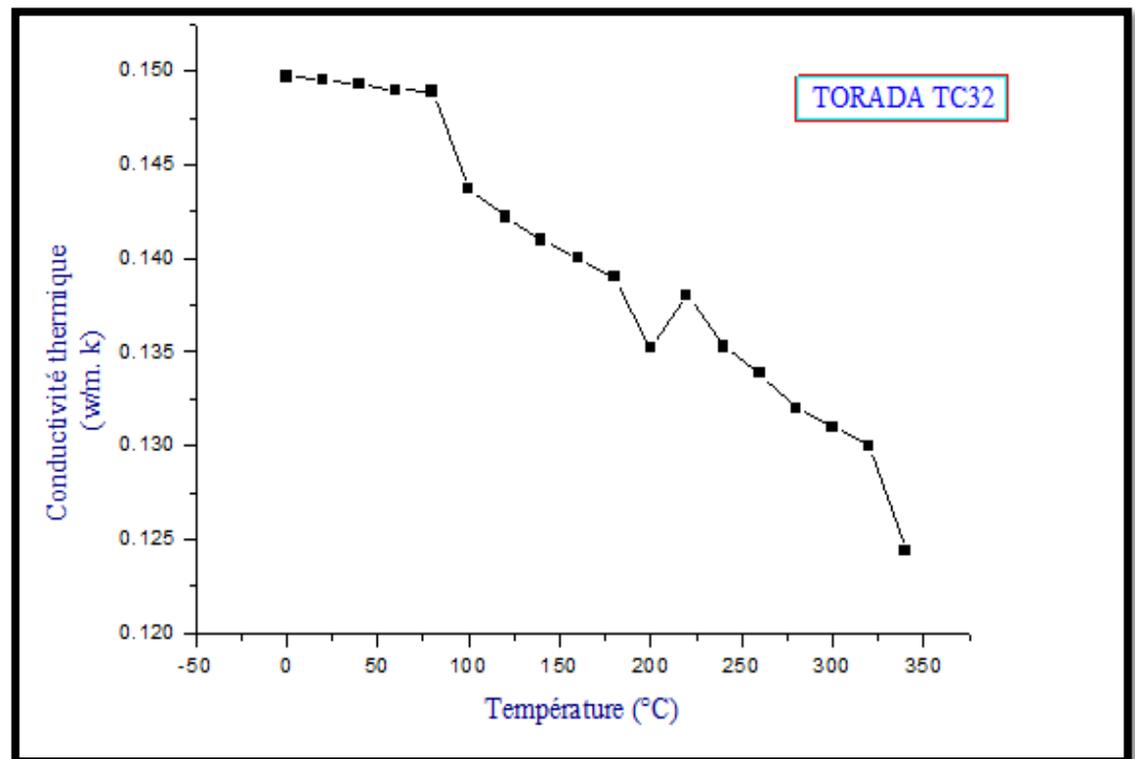


Figure III.4: la variation de la conductivité thermique en fonction de température

III.3.4 Interprétation des courbes

Sachant que les normes du complexe du GPL de viscosité à 40°C est de (28,8cst - 35,2 cst) et de densité moyenne est de 0,863. On remarque que pendant la période d'utilisation de l'huile TORADA TC 32 la densité et la viscosité reste dans les normes d'utilisation du complexe GP1/Z, donc la capacité du fluide à s'écouler facilement augmente et l'énergie dissipée par l'écoulement sera diminuée.

Les figures 3 et 4 présentant les données fournies sur la chaleur massique et la conductivité thermique démontrent la capacité de cette huile à absorber et à conduire la chaleur selon l'exigence et la demande du circuit du procédé, ce qui indique que l'huile est un excellent fluide de transfert de chaleur.

III.4 Conclusion

Le TORADA TC 32 est un bon fluide caloporteur par ce que :

Disponible et faible cout.

Faible agressivité vis-à-vis la concentration des métaux

Ne se décompose que sous l'effet de la chaleur à température de fonctionnement.

A une faible viscosité aux tempes de fonctionnement.

A une capacité thermique et une conductivité thermique aussi élevé que possible.

A une faible tension de vapeur.

Toutes ces propriétés sont assurées par l'huile TORADA TC 32, cela veut dire que le choix de l'exploitant des complexes du GPL d'utiliser la TORADA comme fluide caloporteur est bien justifié.

Références

[1] technique l'ingénieur

[2] la fiche technique de l'huile TORADA TC 32(Naphtal)

[3] annexes (Etude de la substitution de l'huile diathermique (Santotherm 66) par l'huile locale TORADA TC 32 – Unité HAMRA- réalisé par ARAR Tarak - IAP 2003-)

[4]<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-fluide-calporteur-4499/>

Chapitre IV :La boucle d'huile chaude dans les complexes du GPL

IV.1 Introduction

Cette section a pour But de Réchauffer l'Huile TORADA T.C (Fluide Caloporteur) à une Température donnée pour alimenter les Utilisateurs (GP1Z ,GP2Z et la phase 3) en Huile Chaude par des Pompes centrifuges fonctionnant (une en Marche et l'autre en Stand-by en position Auto).

Chaque Utilisateur reçoit l'apport calorifique nécessaire qu'il lui faut, suivant la demande du procédé de séparation de manière à maintenir la température voulue qui est fixée dans chaque section au plateau sensible de chaque colonne; et éviter ainsi toute influence (perturbation) qui peut être causée par les Variations saisonnières de la température Ambiante.

IV.2 La boucle huile chaude dans le complexe GP1/Z [1,2]

IV.2.1 Description du circuit d'huile chaude

Chaque train dispose de son propre circuit d'huile chaude circulant en boucle fermé. L'huile TORADATC32 est pompée à partir du collecteur d'aspiration d'huile chaude par les Pompes centrifuges à une température d'un peu plus de 120 °C, une Pression d'aspiration minimale de (1,6 bar) et une pression de refoulement de (7 bars). Ensuite, L'Huile est introduite dans la zone de (convection) du four à travers 8 passes puis se dispatchés en deux ensembles de 4 lignes chacune formant ainsi un serpentín pour atteindre la zone de (radiation) des deux chambres de combustion en bas du four pour réchauffer l'huile à la température requise de (180°C).

Ensuite l'huile ressorte d'en haut du four pour alimenter les rebouilleurs (Fractionnateur, Dééthaniseur, Dépentaniseur et le Préchauffeur).

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

La température du fluide à la sortie du four est maintenue à 180 °C par un régulateur de température qui contrôle la pression du fuel gaz aux brûleurs.

A la sortie du four, le fluide caloporteur entre dans le collecteur d'alimentation qui alimente les différents utilisateurs.

Le design prévoit un débit de recyclage seulement de 10% du débit fourni aux utilisateurs.

Le premier utilisateur est le rebouilleur du dééthaniseur E-1007 .Le débit du dééthaniseur contrôlé par asservissement à la température de fond du dééthaniseur

Le débit du fluide caloporteur vers le deuxième utilisateur ou le préchauffeur n°3 E-1013 de la charge se fait en parallèle et sous contrôle de la température du GPL préchauffé à la sortie de ce préchauffeur.

Le débit vers le troisième utilisateur, le rebouilleur du fractionnateur E-1003 (A et B) se fait également en parallèle directement depuis le collecteur d'alimentation sous contrôle débit. Ce débit du fluide caloporteur est asservi à la température de fond du fractionnateur

Le quatrième utilisateur du fluide caloporteur est le rebouilleur du dépentaniseur E-1009. Le débit vers le E-1009 est contrôlé en cascade par la température de fond dépentaniseur qui pilote le contrôleur de débit du fluide caloporteur.

Cependant, le débit de fluide thermique vers E-1009 peut être pris et retourné sur l'un quelconque des 4 trains en fonctionnement. Le rebouilleur est mis en ligne avec la section du fluide caloporteur du train qui alimente la colonne du dépentaniseur.

Le fluide caloporteur sort des 4 utilisateurs et entre dans le collecteur de retour qui le ramène au ballon d'expansion. Une quantité d'huile chaude passe à travers l'aéro-réfrigérant E-1501 pour le refroidir au dessous de 90°C, avant de le réintroduire dans la ligne de retour.

La figure IV.1 montre le schéma de la boucle d'huile chaude du complexe GP1/Z

La figure IV.1 montre le schéma de la boucle d'huile chaude du complexe GP1/Z

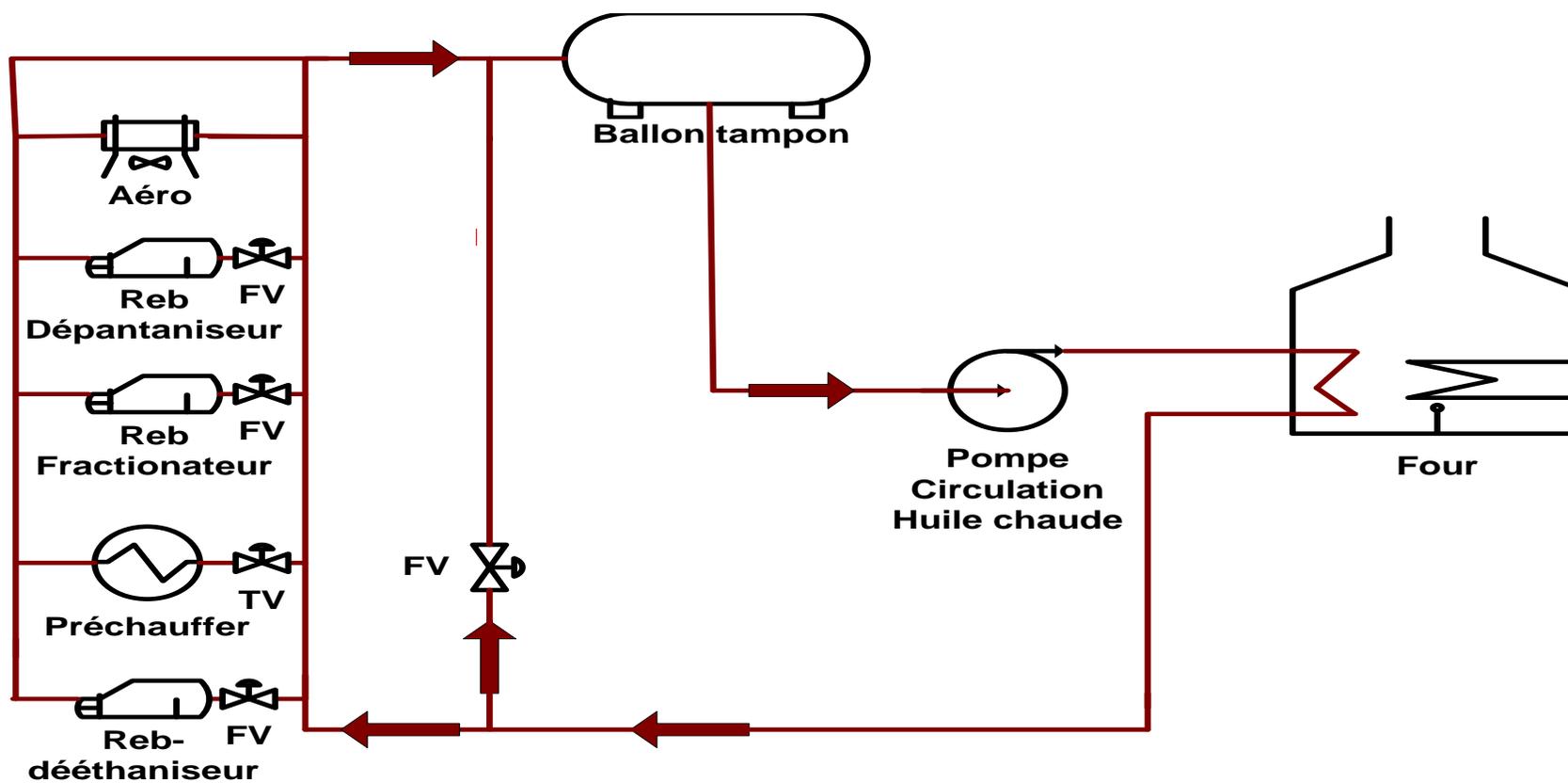


Figure IV.1 : schéma de la boucle d'huile chaude (GP1/Z)

IV.2.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude [2]

A. Four de réchauffage :

Pour le réchauffage d'huile et le gaz naturel de régénération aux températures demandées, Il est nécessaire un four avec température de sortie de 180 °C et une capacité de $47,37 * 10^6$ Kcal/h. Il est composé de deux chambres de combustion appelées (zones de radiation) " transfert de chaleur par rayonnement" équipées chacune par 15 pilotes et 15 brûleurs.

Une chambre intermédiaire appelée (zone de convection) " transfert de chaleur dans un fluide par déplacement des molécules vers les zones de moindre densité " qui est alimentée par les gaz brûlés de la zone de radiation servant à réchauffer l'huile circulant dans un serpentin de 8 passes de 8''.

B. Pompe :

Les pompes de circulation d'huile chaude fonctionnent avec les paramètres suivant:

- Débit = 1900 m³/h.
- Pression d'aspiration : 1,6 bars
- Pression de refoulement : 7 bars

C. Aéros- réfrigérant:

Les Aéros- réfrigérant de la section d'huile chaude fonctionner avec les paramètres suivant:

- débit = 60 m³/h.
- température d'entrée : 180 °C
- température de sortie : 90 °C

D. Ballon d'Expansion :

Le ballon principale V-1501 de la section huile chaude d'un volume de 146 m³ servant à maintenir l'inventaire d'huile circulant en circuit fermé dans la conduite de départ et la conduite de retour a sa pression de service est de 0,98 bar qui est maintenue et contrôlée en Split Range.

IV.2.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32)

Le tableau IV-1 donne les utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design

Tableau IV.1: utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design GP1/Z

Equipements	Désignation	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ /h)	
		entrée	sortie	Entrée	sortie	entrée	sortie
Rebouilleur de fractionateur	02-E-N003A/B	180	130	2,9	2,3	1105	1105
Rebouilleur de déethaniseur	02-E-N007	180	130	3,1	2,9	195	195
Rebouilleur de dépentaniseur	02-E-N009	180	130	3,0	2,4	369	369
Préchauffeur n°3	02-E-N013	180	130	3,4	2,3	169	169

IV.2.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude

Le tableau IV.2 donne les équipements et utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de fonctionnements

Tableau IV.2 : Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements GP1/Z

Paramètres	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ / h)	
	entrée	sortie	Entrée	Sortie	entrée	sortie
	Equipements					
Four	145	180	6	/	1241	1241
Pompe de circulation d'huile chaude	145		1,5	6	1241	1241
Rebouiller de fractionateur (A/B)	180	128	2,6	/	700	700
Rebouiller de déethaniseur	180	124	1,9	/	118	118
Rebouiller de dépenthaniseur	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt
Préchauffer N°3	180	98	2,3	/	/	/
Aéro-réfrigérant	160	90	/	/	60	60
Ballon d'expansion	140		1		/	

IV.3 La boucle huile chaude dans Le complexe GP2/Z [3,4,8]

IV.3.1 Description du circuit d'huile chaude

Le circuit du fluide caloporteur TORADA TC 32 se fait en boucle fermée. A partir du ballon tampon, la TORADA TC 32 est pompée vers les deux fours (C/D) par l'une des pompes de circulation.

La TORADA TC 32 rentre en zone de convection pour être préchauffée par la chaleur des fumées montantes puis chauffée à la température requise au niveau des faisceaux de la zone de radiation.

La température à la sortie du four est contrôlée à l'aide d'une vanne automatique de contrôle de débit du fuel gaz de combustion. Le débit du fluide caloporteur à travers le four est contrôlé à l'aide des vannes de débits situées respectivement à la sortie du rebouilleur de la colonne A et à la sortie du

rebouilleur de la colonne B. La TORADA TC 32 cède sa chaleur au niveau des rebouilleurs A/B puis retourne au ballon tampon.

La figure IV.2 montre le schéma de la boucle d'huile chaude du complexe GP2/Z

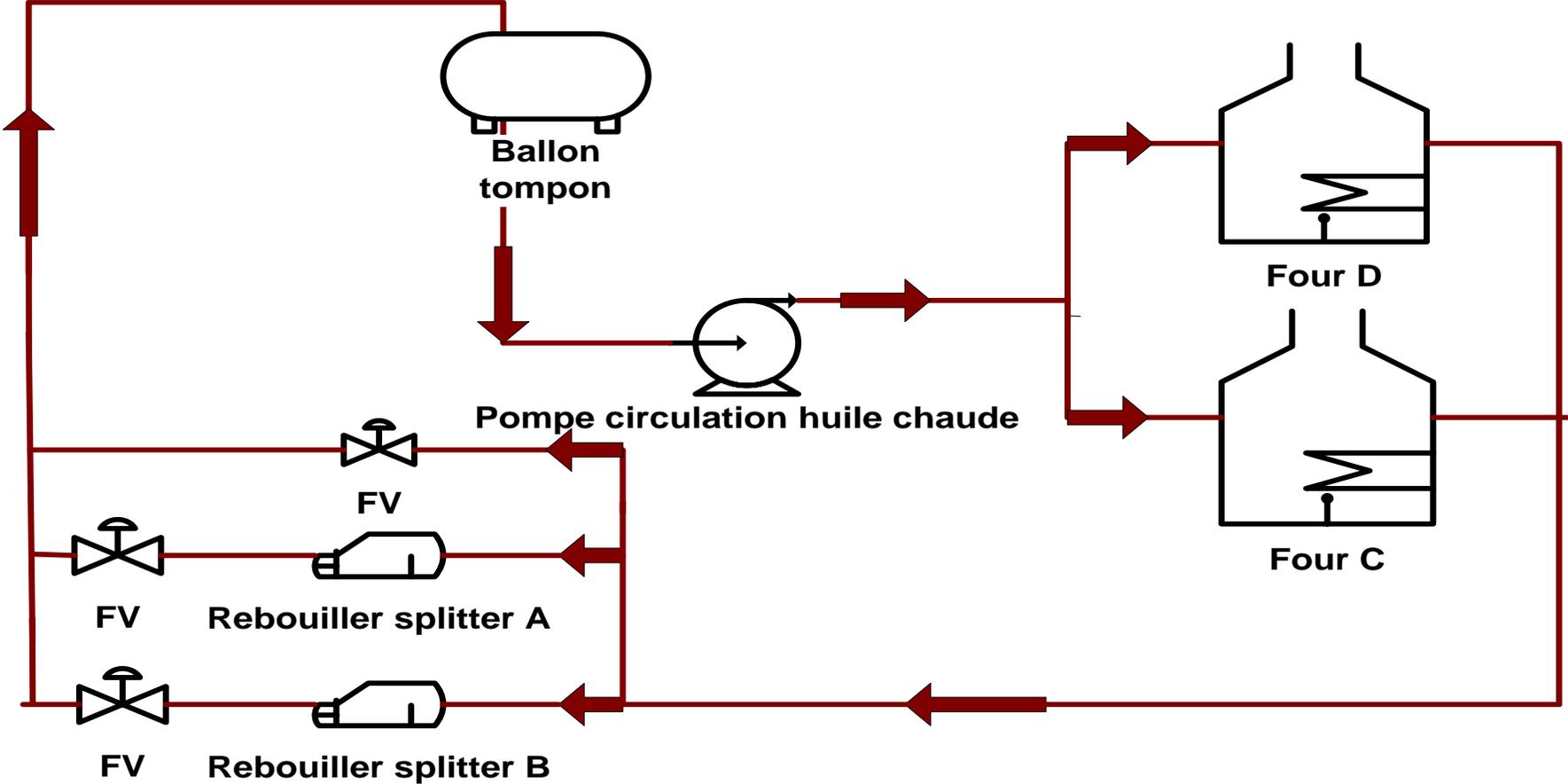


Figure IV.2:schéma de la boucle d'huile chaude (GP2/Z)

IV.3.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude

- **Un four C d'huile chaude** : dont les capacités nominales de 104.75 GJ/h et un débit de 1200m³/h Il est constitué de 10 brûleurs avec température de sortie de 190°C
- **Un four D est nouvellement installé** : avec les capacités nominales de 130 GJ/h et un débit de 1200m³/h il est constitué de 12 brûleurs avec température de sortie de 190°C
- **Un ballon accumulateur** de l'huile TORADA TC avec capacité de 100 m³
- **Une pompe de circulation de l'huile caloporteur** qui fonction avec les paramètres suivants :
 - Débit= 1200m³/h
 - Pression d'aspiration : 1,3 bar . Pression de refoulement : 16 bars

IV.3.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32)

Le tableau IV.3 donne les utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design

Tableau IV.3 : utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design GP2/Z

Equipements	Désignation	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ /h)	
		entrée	sortie	Entrée	sortie	entrée	sortie
Rebouiller de splitter A	405/6224/A	200	150	10		574	574
Rebouilleur de splitter B	405/6224/B	200	150	10		574	574

IV.3.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude

Le tableau IV.4 donne les équipements et utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de fonctionnements

Tableau IV.4 : Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements GP2/Z

Paramètres	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ / h)	
	entrée	sortie	entrée	Sortie	entrée	sortie
	Equipements					
Four C	140	185	13,8	12,3	500	500
Four D	140	190	13,9	12,6	510	510
Pompe de circulation d'huile chaude	140		1	15	960	960
Rebouiller de fracionateur (A)	187,5	135	11,5	11,2	450	450
Rebouiller de fracionateur (B)	187,5	138	11,6	11,1	444	444
Ballon d'expansion	138		1		/	

IV.4 La boucle huile chaude dans la phase 3 [5,6,7]

IV.4.1 Description du circuit d'huile chaude

Le circuit du fluide caloporteur de la phase 3 du complexe GP1/Z est identique à celle de la phase 1 et phase 2 de ce complexe la seule différence que l'huile TORADA TC 32 elle passe à travers un autre utilisateur c'est un petit échangeur installé nouvellement au niveau de PV11 de tête déethaniseur. Cette modification par rapport à la phase 1 consiste à utiliser un circuit de huile chaud au lieu d'un serpentins de vapeur saturé pour éviter le givrage et la corrosion au niveau de PV11.

La deuxième modification est la disposition d ballon d'expansion car elle est verticale dans la phase 3 par rapport a la phase 1 qui est horizontale pour éviter la corrosion.

La figure IV.3 montre le schéma de la boucle d'huile chaude de PHASE 3

IV.4.2 Équipements principaux de la boucle d'huile chaude

- Four
- Pompe
- Aéros- réfrigérant
- Ballon d'Expansion (disposition verticale)

Remarque : les paramètres de design de la PHASE 3 sont identiques à celle de GP1/Z.

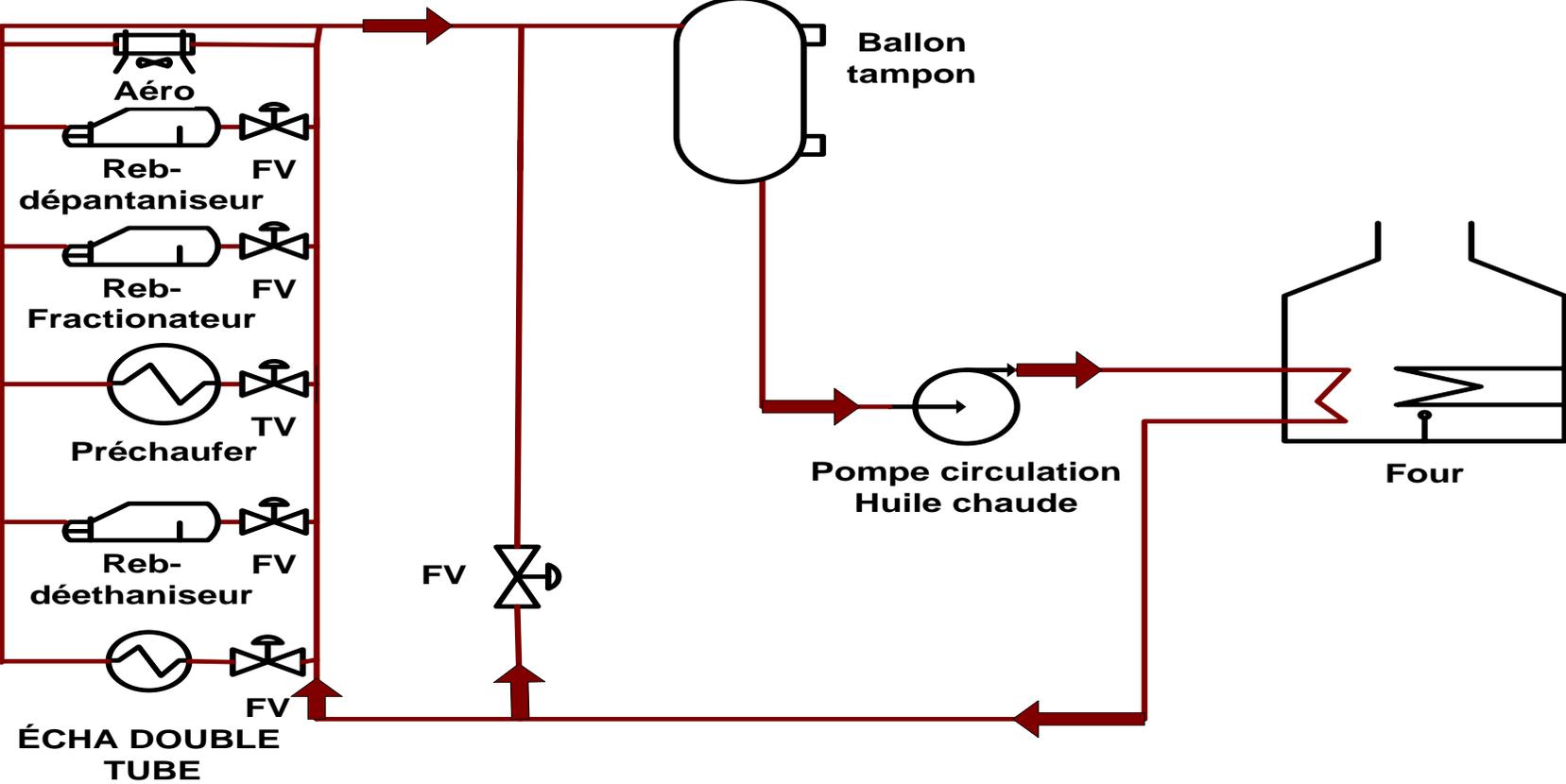


Figure IV.3: schéma de la boucle d'huile chaude (phase 3)

IV.4.3 Principaux utilisateurs de l'huile chaude (TORADA TC 32)

Le tableau IV.5 donne les utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design

Tableau IV.5 : Utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de design phase 3.

Equipement	Désignation	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ /h)	
		entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	sortie
Rebouilleur de fractionateur	(02-E-N003A/B)	180	130	2,9	2,2	1105	1105
Rebouilleur de dééthaniseur	(02-E-N007)	180	130	3,1	2,3	195	195
Rebouilleur de dépentaniseur	(02-E-N009)	180	130	3,0	2,4	369	369
Préchauffeur N°3	(02-E-N013)	180	130	3,4	2,3	169	169
Echangeur double tube	/	180	/	/	/	13	13

IV.4.4 Paramètres de fonctionnement de la boucle d'huile chaude

Le tableau IV.6 donne les équipements et utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de fonctionnements

Tableau IV.6 : Equipements et utilisateurs d'huile chaude avec paramètres de fonctionnements phase 3

paramètres	Température (°C)		Pression (bar)		Débit (m ³ /h)	
	entrée	sortie	entrée	sortie	entrée	sortie
équipements						
Four	160	180	6	/	1650	1650
Pompe de circulation d'huile chaude	160		1,4	6,2	1650	1650
Rebouiller de fractionateur (A/B)	180	125	1,6	/	700	700
Rebouiller de déethaniseur	180	122	1,4	/	110	110
Rebouiller de dépenthaniseur	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt	arrêt
Préchauffer	180	90	1,2	/	/	/
Echangeur double tube	180	/	/	/	/	/
Aéro-réfrigérant	165	140	/	/	60	60
Ballon d'expansion	160		1		/	

IV.5 Comparaison entre les 3 circuits d'huile GP1/Z- GP2/Z- PHASE3

Le tableau IV.7 donne les équipements et utilisateurs d'huile chaude avec des paramètres de fonctionnements

Tableau IV.7 : Condition d'utilisation de la boucle d'huile chaude dans les 3 circuits

		GP1/Z	GP2/Z	PHASE 3
	Type d'huile	TORADA TC 32	TORADA TC 32	TORADA TC 32
	Utilisateurs	3 rebouilleurs 1 échangeur	2 rebouilleurs	3 rebouilleurs 2 échangeurs
	nombre	1	2	1
Four	température d'entrée (°C)	145	C 140	160
			D 140	
	température de sortie (°C)	180	C 185	180
			D 190	
	pression d'entrée(bar)	6	C 13,8	6
			D 13,9	
Débit (m ³ /hr)	1241	C 500	1650	
		D 510		
Pompe	nombre	2	2	2
	pression d'entrée (bar)	1,5	1	1,4
	pression de sortie (bar)	6	15	6,2
	débit (m ³ / hr)	1241	960	1650
Ballon	capacité (m ³)	146	100	146
d'expansion	disposition	horizontale	horizontale	verticale

Interprétation de tableau :

Suite à l'étude des 3 circuits de la boucle huile chaude on a remarqué

- Le fluide caloporteur utilisé dans les 3 circuits est le même, **TORADA TC 32** distribué par le même fournisseur (NAFTAL).
- Dans le complexe GP1/Z et phase 3, chaque train dispose de son propre circuit de boucle huile chaude par contre au niveau du complexe GP2/Z la boucle huile chaude est commune entre les 2 trains disponible.

- Les nombres des utilisateurs différents de chaque complexe :
- ❖ Au niveau du complexe GP1/Z le circuit alimente quatre utilisateurs qui sont (dééthaniseur, préchauffeur, fractionateur, dépentaniseur) par contre le complexe GP2/Z possède un circuit d'huile alimentant deux utilisateurs qui sont (splitter A et splitter B) et pour la Phase 3 du complexe GP1/Z le circuit aliment cinq utilisateurs (dééthaniseur, échangeur double tube, préchauffeur, fractionateur, et le dépentaniseur) .

Les paramètres de quelque équipements utilisé dans les 3 circuits de la boucle huile chaude sont différents du point de vue : débit, pression et température

La pompe de circulation d'huile chaude au niveau de GP2/Z a une pression de refoulement plus importante que celle de GP1/Z et Phase 3 mais avec un débit inférieur.

La capacité du ballon d'expansion de GP1/Z et PHASE 3 sont identique et supérieur par rapport a celle de GP2/Z, on note aussi que la disposition de ballon est verticale dans la phase 3 par contre dans les 2 autres circuits le ballon d'expansion est horizontale

Références

- [1] Manuel opératoire du complexe GP1/Z volume 2 [Système d'huile chaude]
- [2] Fiche technique du four complexe GP1/Z
- [3] Manuel opératoire du complexe GP2/Z volume 2 [Système d'huile chaude]
- [4] Fiche technique du four complexe GP2/Z
- [5] Manuel opératoire de l'extension PHASE 3 volume 2 [Système d'huile chaude]
- [6] Fiche technique du four PHASE 3
- [7] Bensadek Ouelhadj, Master, étude comparative des performances thermiques de la boucle d'huile chaude dans les complexes de GPL d'Arzew, 2010.
- [8] SLIMANI Abd El kader et TEHAMI Mustapha, Vérification de la flexibilité des fours 401/6201/C/D au niveau du complexe GP2/Z, Ecole d'ingénieur de Boumerdes, 2010

Chapitre V:
Etude comparative des
performances thermiques

V.1 Introduction

Ce chapitre rentre dans le cadre d'une étude comparative sur les performances thermiques des boucles d'huile chaude se trouvant au niveau des 03 complexes GPL.

V.2 Calcul thermique de l'huile TORADA TC 32 dans le four du complexe GP1/Z

Le four utilisé dans le complexe GP1/Z est un four thermique avec température de sortie de 180 °C.

Il comprend une zone de radiation et une zone de convection. Il est équipé de 15 Pilotes et 15 Brûleurs.

Le tableau V-1 donne les caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four dans le cas design et actuel

Tableau V.1 : Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four [3, 6]

Caractéristiques du four H-1501			
Température d'entrée (°C)	design	129	
	actuel	145	
Température de sortie (°C)	design	180	
	actuel	180	
Débit (m ³ /hr)	design	1900	
	actuel	1241	
Rendement du four %	design	90,8	
Nombre de passes	convection	8	
	radiation	8	
Nombre de tubes	convection	72	
	radiation	88	
Diamètre intérieur des tubes (mm)	convection	175,7	
	radiation	175,7	
Température des tubes (°C)	convection	design	370
		actuel	195
	radiation	design	350
		actuel	280

V.2.1 Cas actuel

Cette partie consiste à calculer la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas actuel.

Propriétés thermiques moyennes de l'huile **TORADA TC 32** aux conditions de service :

- Masse volumique, $\rho = 782,5 \text{ Kg/m}^3$
- Chaleur spécifique, $C_{p_{\text{moy}}} = 2,38 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} = 0,569 \text{ kcal/kg.}^\circ\text{C}$
- Viscosité dynamique, $\mu = 2,395 \text{ Cp} = 2,395 \cdot 10^{-3} \text{ kg/ s.m}$

- Conductivité thermique, $\lambda = 0,140 \text{ W/m}$. $k = 0,1206 \text{ kcal /h.m.}^\circ\text{C}$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile **TORADA TC 32** sont données à la température moyenne de fonctionnement a partir de le tableau III-2

V.2.2 Bilan thermique du four [2, 7]

V.2.2.1 Calcul de la quantité de chaleur absorbée par l'huile

La quantité de chaleur absorbée par l'huile est :

$$Q = m * C_p * \Delta T \dots\dots\dots(1)$$

$$Q = \rho * V_{huile} * C_{p_{moy}} * (T_s - T_e) \dots\dots\dots(2)$$

M: débit massique (kg/h)

V_{huile} : débit volumique de l'huile, (m³/h)

ρ : masse volumique de l'huile (kg/m³)

C_{p moy} : chaleur spécifique moyenne de l'huile $\left(C_{p_{moy}} = \frac{C_{ps} + C_{pe}}{2} \right)$

T_s et T_e : températures de sortie et d'entrée de l'huile

$$Q_{abs} = 782,5 * 1241 * 0.569 * (180 - 145) = 19,33 * 10^6 \text{ Kcal / h}$$

$$Q_{abs} = 19,33 * 10^6 \text{ Kcal / h}$$

V.2.2.2 Calcul du coefficient de transfert coté tube

V.2.2.2.1 Coefficient de transfert dans la zone de convection (h_{ci})

Le calcul est basé sur les caractéristique de l'huile (TORADA TC 32), les caractéristique de transfert thermique et le régime d'écoulement à l'intérieure des tubes donnés par les équations des nombres sans dimension suivants :

Le régime d'écoulement, déterminé par le nombre de Reynolds (Re) :

$$Re = \frac{\rho * U * D_i}{\mu} = \frac{G * D_i}{\mu} \dots\dots\dots 3$$

Les caractéristiques du fluide caloporteur Nombre de Prandtl (Pr) :

$$Pr = \frac{C_p * \mu}{\lambda} \dots\dots\dots 4$$

Les caractéristiques de transfert thermique Nombre de Nusselt (Nu) :

$$Nu = \frac{h_i * D_i}{\lambda} \dots\dots\dots 5$$

Avec :

Di: Diamètre intérieur des tubes (mm)

ρ : Masse volumique(kg/m³)

Cp: Chaleur spécifique (kcal/kg.°C)

λ : Conductivité thermique(kcal /h.m.°C)

μ : Viscosité dynamique (kg/ s.m)

G: vitesse massique de la charge (Kg/s.m²)

hi: coefficient transfert thermique à l'intérieur des tubes (kcal/hm²°C)

- Calcul du régime d'écoulement « Re »

- Détermination de la vitesse massique de la charge « G » :

avec:

M = débit massique (kg/hr)

$$M = \rho * V_{huile} = 782,5 * 1241 = 971,08 * 10^3 \text{ kg / hr}$$

$$M = 971,08 * 10^3 \text{ kg / hr}$$

a_t: Section du passage des tubes (m²)

$$a_t = \frac{\pi [D_i^2] * N_t}{4 * n_p} \dots\dots\dots 6$$

$$a_t = \frac{3,14 * [(175,7 * 10^{-3})^2] * 72}{4 * 8} = 0,218 \text{ m}^2$$

- vitesse massique de l'huile **TORADA TC 32** a l'intérieur des tubes :

$$G = M / a_t \dots\dots\dots 7$$

$$G = 971,08 \cdot 10^3 / 0,218 = 4,45 \cdot 10^6 \text{ kg/hr.m}^2$$

$$G = 4,45 \cdot 10^6 \text{ kg/hr.m}^2 = 1236,1 \text{ kg/s.m}^2$$

- La vitesse linéaire d'écoulement de l'huile dans les tubes est de :

$$U = \frac{G}{\rho} \dots\dots\dots 8$$

$$U = 1236,11 / 782,5 = 1,64 \text{ m/s}$$

- Régime d'écoulement:

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot U \cdot D_i}{\mu} = \frac{G \cdot D_i}{\mu}$$

$$\text{Re} = [1236,11 \cdot (175,7 \cdot 10^{-3})] / 2,395 \cdot 10^{-3} = 90682$$

Donc : $2100 > \text{Re} > 10^5$ Le régime d'écoulement est turbulent.

Equation générale en régime turbulent s'écrire :

$$\text{Nu} = 0,023 \cdot \text{Re}^{0,8} \cdot \text{Pr}^{1/3} \cdot \phi_t \dots\dots\dots 9$$

- Calcul Prandtl « Pr » :

$$\text{Pr} = \frac{C_p \cdot \mu}{\lambda}$$

$$\text{Pr} = [(0,569 \cdot (2,395 \cdot 10^{-3}) \cdot 3600)] / 0,1206 = 40,67$$

- Calcul ϕ_t :

$$\phi_t = \left(\frac{\mu}{\mu_t} \right)^{0,14} : \text{Le coefficient correctif de viscosité}$$

μ : Viscosité dynamique à la température moyenne du fluide

μ_t : Viscosité dynamique à la température de la paroi du tube

La température des peaux des tubes est $T_t = 195 \text{ }^\circ\text{C}$ alors : $\mu_{195^\circ\text{C}} = 1,346 \text{ Cp}$

Donc le coefficient :

$$\phi_t = (2,395/1,346)^{0,14} = 1,084$$

- Calcul h_{ci} :

L'application de l'équation :

$$Nu = 0,023.Re^{0,8} . Pr^{1/3} . \phi_t$$

$$Nu = 0,023 * (90682)^{0,8} * (40,67)^{1/3} * 1,084 = 792,86$$

D'où

$$Nu = \frac{h_i D_i}{\lambda} \Rightarrow h_i = \frac{Nu \lambda}{D_i}$$

$$h_{ci} = (0,1206 * 792,86) / (175,7 * 10^{-3}) = 544,22 \text{ kcal} / \text{h.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Donc le coefficient de transfert coté tube dans la zone de convection est :

$$h_{ci} = 544,22 \text{ kcal} / \text{h.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

V.2.2.2.2 Coefficient de transfert dans la zone de radiation h_{ri}

- Calcul de régime d'écoulement « Re » :

-Détermination de la vitesse massique de la charge « G » :

$$M = \rho * V_{\text{huile}}$$

$$M = 782,5 * 1241 = 971,08.10^3 \text{ kg} / \text{hr}$$

$$a_t = \frac{\pi * [D_i^2] * N_t}{4 * n_p}$$

$$a_t = \frac{3,14 * [(175,7 * 10^{-3})^2] * 88}{4 * 8} = 0,266 \text{ m}^2$$

- la vitesse massique de l'huile **TORADA TC 32** a l'intérieur des tubes dans les tubes :

$$G = M / a_t$$

$$G = 971,08 * 10^3 / 0,266 = 3,65 * 10^6 \text{ kg} / \text{hr.m}^2$$

$$G = 3,65 * 10^6 \text{ kg/hr.m}^2 = 1014,07 \text{ kg/s.m}^2$$

- La vitesse linéaire d'écoulement de l'huile dans les tubes est de :

$$U = G / \rho$$

$$U = 1014,07 / 782,5 = 1,29 \text{ m/s}$$

-Régime d'écoulement:

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot U \cdot D_i}{\mu} = \frac{G \cdot D_i}{\mu}$$

$$\text{Re} = [1014,07 * (175,7 * 10^{-3})] / 2,395 * 10^{-3} = 74394$$

$2100 > \text{Re} > 10^5$ régime d'écoulement est turbulent

L'équation générale en régime turbulent s'écrit :

$$Nu = 0,023 \cdot \text{Re}^{0,8} \cdot \text{Pr}^{1/3} \cdot \phi_t$$

Calcul Prandtl « Pr » :

L'application de la formule donne :

$$\text{Pr} = \frac{C_p \cdot \mu}{\lambda}$$

Calcul ϕ_t :

$$\phi_t = \left(\frac{\mu}{\mu_t} \right)^{0,14} : \text{Le coefficient correctif de viscosité}$$

La température des parois des tubes est $T_t = 280 \text{ °C}$ alors : $\mu_{280^\circ\text{C}} = 0,637 \text{ cp}$

Donc le coefficient :

$$\phi_t = (2,395 / 0,637)^{0,14} = 1,20$$

Calcul h_{ri} :

L'application de l'équation donne :

$$Nu = 0,023.Re^{0,8} .Pr^{1/3} .\phi_t$$

$$Nu = 0,023*(74394)^{0,8} *(40,67)^{1/3} *1,20 = 749,14$$

D'où

$$Nu = \frac{hiDi}{\lambda}$$

$$h_{ri} = (0,1206*749,14) / (175,7*10^{-3}) = 514,2kcal / hr.m^2\text{°C}$$

Donc le coefficient de transfert coté tube dans la zone de radiation est :

$$h_{ri} = 514,20kcal / hr.m^2\text{°C}$$

V.2.2.3 Estimation du rendement du four

Le rendement du four est donné par la relation suivant :

$$\eta = 100\% - [(T_f / 20) + (\% O_2 / 2) + (\% Q_{\text{parois}})] \dots\dots\dots 10$$

avec :

T_f : température des fumées = 230 °C

% O_2 : concentration d'oxygène dans les fumées = 15,2

% Q_{parois} : pertes à travers les parois du four estimées à 2 %.

Donc :

$$T_f / 20 = 230 / 20 = 11,5$$

$$\% O_2 / 2 = 15,2 / 2 = 7,6$$

Rendement du four:

$$\eta = 100\% - (11,5 + 7,6 + 2) = 78,9 \%$$

V.2.3 Cas design

Cette partie consiste à calculer la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas design

Propriétés thermiques moyennes de l'huile TORADA TC 32 aux conditions de design :

- $\rho = 786 \text{ Kg/m}^3$
- $C_p = 2,36 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C} = 0,564 \text{ kcal/kg. } ^\circ\text{C}$
- $\mu = 2,533 \text{ Cp} = 2,533 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s. m}$
- $\lambda = 1403 \text{ W/m. k} = 0,1209 \text{ kcal /h m } ^\circ\text{c}$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile **TORADA TC 32** sont données à la température moyenne de désigne (a partir de le tableau III-2)

La méthode de calcul est identique par rapport à celle utilisé pour le cas actuel

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V-2 : résultats des calculs pour le cas de design

		Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		47,37 .10 ⁶
Rendement du four %		90,8
Vitesse linéaire -U- (m/s)	Convection	2,42
	Radiation	1,98
Nombre de Reynolds - Re -	Convection	131985
	Radiation	108093
Coefficient de transfert (kcal/hm ² °C)	Convection	885,6
	Radiation	743,2

V.2.4 Comparaison et interprétation des résultats

Les résultats de calcul pour les deux cas (actuel et design) sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V-3 : Résultats des calculs pour les deux cas

		Cas actuel	Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		19,33 .10 ⁶	47,37 .10 ⁶
Rendement du four		78,9 %	90,8%
Vitesse linéaire (m/s)	Convection	1,53	2,42
	Radiation	1,25	1,98
Nombre de Reynolds	Convection	90682	131985
	Radiation	74394	108093
Coefficient de transfert (kcal/hm ² °C)	Convection	544,22	885,6
	Radiation	514,20	743,2

On remarque que la quantité de chaleur absorbée pour le cas actuel est presque la moitié de celle absorbée dans le cas design et cela la différence de température et de débit

Le rendement du four est inférieur à l'état réel à cause de l'ancienneté de notre four

Pour les coefficients de transfert les résultats de l'actuel sont inférieurs par rapport à ceux de design et cette différence a cause de l'influence de débit

V.3 Calcul thermique de l'huile TORADA TC 32 dans le four du complexe GP2/Z

Le four utilisé dans le complexe GP2/Z C est un Four thermique avec température de sortie de 190°C .il comprend une zone de radiation et une zone de convection. Il est équipé 12 Pilotes et 12 Brûleurs.

Le tableau V-4 donne les caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four dans le cas désigné et actuel

Tableau V- 4 : Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four D [4, 8]

Caractéristiques du four D			
Température d'entrée (°C)	Désigne	132	
	Actuel	140	
Température de sortie (°C)	Design	190	
	Actuel	190	
Débit (m ³ /hr)	Design	1200	
	Actuel	500	
Rendement du four	design	85,3	
Nombre de passes	convection	6	
	radiation	6	
Nombre des tubes	convection	36	
	radiation	84	
Diamètre inférieur des Tubes (mm)	convection	154,1	
	radiation	154,1	
Température des tubes (°C)	convection	design	400
		actuel	232
	radiation	design	400
		actuel	253

V.3.1 Cas actuel

Cette partie consiste à calculer de la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas actuel

Propriétés thermiques moyennes de l'huile TORADA TC 32 aux conditions de service et paramètres de la combustion :

- $\rho = 779,5 \text{ kg/m}^3$
- $C_p = 2,395 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C} = 0,573 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
- $\mu = 2,246 C_p = 2,246 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s. m}$
- $\lambda = 0,139 \text{ W/m. k} = 0,1198 \text{ kcal /h m } ^\circ\text{C}$
- $T_f = 240 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\% \text{ O}_2 = 13,5$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile **TORADA TC 32** sont données à la température moyenne de fonctionnement (**à partir le tableau III-3**)

La méthode de calcul est identique par rapport à celle utilisé pour le four du complexe GP1/Z.

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V-5 : Résultats des calculs pour le cas d'actuel

		Cas actuel
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		$11,16 \cdot 10^6$
Rendement du four		79,25%
Vitesse linéaire (m/s)	Convection	1,673
	Radiation	1,27
Nombre de Reynolds	Convection	88488,59
	Radiation	63907
Coefficient de transfert (kcal/hm ² °C)	Convection	646.13
	Radiation	482.62

V.3.2.Cas design

Cette partie consiste à calculer la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas design

Propriétés thermiques moyennes de l'huile TORADA TC 32 aux conditions de désigne :

- $\rho = 783 \text{ kg/m}^3$
- $C_p = 2,375 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C} = 0,568 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

$$- \mu = 2,384 \text{ Cp} = 2,384 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s.m}$$

$$- \lambda = 0,1393 \text{ W/m. k} = 0,1201 \text{ kcal /h m } ^\circ\text{C}$$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile TORADA TC 32 sont données à la température moyenne de design (à partir le tableau III-3)

La méthode de calcul est identique par rapport à celle utilisé pour le four du complexe GP1/Z.

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau suivant

Tableau V-6 : résultats des calculs pour le cas de design

		Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		$30,95 \cdot 10^6$
Rendement du four		86 %
Vitesse linéaire (m/s)	Convection	2,97
	Radiation	1,27
Nombre de Reynolds	Convection	150645
	Radiation	64639
Coefficient de transfert (kcal/hm² °C)	convection	1114,8
	radiation	566,6

V.4 Comparaison et interprétation des résultats

Les résultats de calcul pour les deux cas (actuel et design) sont regroupés dans le tableau suivant :

Les résultats des calculs sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V-7 : résultats des calculs pour les deux cas

		Cas actuel	Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		11,16 .10 ⁶	30,95 *10 ⁶
Rendement du four		79,25%	86 %
Vitesse linéaire (m/s)	convection	1,673	2,97
	radiation	1,27	1,27
Nombre de Reynolds	convection	88488,59	150645
	radiation	63907	64639
Coefficient de transfert (kcal/hm²°C)	convection	646,13	1114,8
	radiation	482,62	566,6

On remarque que la chaleur absorbée et les coefficients de transfert dans le cas actuel sont beaucoup inférieur à ceux de design et cela a cause de petit débit utilisé.

Le rendement du four pour l'état réel est acceptable par ce que c'est un four (four D) nouvellement installé.

V.5 Calcul thermique de l'huile TORADA TC32 dans le four de la phase 3

Le four utilisé dans la phase 3 c'est un Four thermique avec température de sortie de 180°C. Il comprend une zone de radiation et une zone de convection. Il est équipé 15 Pilotes et 15 Brûleurs. Le tableau V-1 donne les caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four dans le cas désigné et actuelle

Tableau V-8 : Caractéristiques et les conditions de fonctionnement du four [5, 9]

Caractéristiques du four H-8501			
Température d'entrée (°C)	design	129	
	actuel	160	
Température de sortie (°C)	design	180	
	actuel	180	
Débit (m³/hr)	design	1900	
	actuel	1650	
Rendement du four	design	90,8	
Nombre de passes	convection	8	
	radiation	8	
Nombre des tubes	convection	72	
	radiation	88	
Diamètre intérieure des tubes (mm)	convection	178,7	
	radiation	178,7	
Température des tubes (°C)	convection	design	370
		actuel	190
	radiation	design	350
		actuel	240

V.5.1 Cas actuel

Cette partie consiste à Calculer la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas actuelle

Propriétés thermiques moyennes de l'huile TORADA TC 32 aux conditions de service et paramètres de la combustion :

$$- \rho = 780 \text{ kg/m}^3$$

- $C_p = 2,402 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C} = 0,574 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$
- $\mu = 2,171 \text{ Cp} = 2,171 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s. m}$
- $\lambda = 0,1398 \text{ W/m. k} = 0,1205 \text{ kcal /h m } ^\circ\text{c}$
- $T_f = 170 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\% \text{ O}_2 = 12,54$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile TORADA TC 32 sont données à la température moyenne de fonctionnement (à partir le tableau III-3)

La méthode de calcul est identique par rapport à celle utilisé pour le four du complexe GP1/Z.

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V-9 : résultats des calculs pour le cas actuel

		Cas actuel
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		14,77.10 ⁶
Rendement du four		83,23%
Vitesse linéaire (m/s)	convection	2,06
	radiation	0,46
Nombre de Reynolds	convection	133757
	radiation	105000
Coefficient de transfert (kcal/hm²°C)	convection	646,59
	radiation	531,98

V.5.2 Cas design

Cette partie consiste à Calculé du la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile ainsi que le rendement du four dans le cas design

Propriétés thermiques moyennes de l'huile TORADA TC 32 aux conditions de service :

- $\rho = 786 \text{ Kg/m}^3$
- $C_p = 2,357 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C} = 0,564 \text{ kcal/kg. } ^\circ\text{C}$
- $\mu = 2,533 \text{ Cp} = 2,533 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s. m}$
- $\lambda = 0,1402 \text{ W/m. k} = 0,1209 \text{ kcal /h. m. } ^\circ\text{C}$

NB : les caractéristiques thermiques de l'huile TORADA TC 32 sont données à la température moyenne de désigne à partir le tableau III-3

La méthode de calcul est identique par rapport à celle utilisé pour le four du complexe GP1/Z.

Les résultats de calcul sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V-10 : résultats des calculs pour le cas de design

		Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		47,37 .10 ⁶
Rendement du four		90,8%
Vitesse linéaire (m/s)	convection	2,34
	radiation	1,92
Nombre de Reynolds	convection	130123
	radiation	106411
Coefficient de transfert (kcal/hm²°C)	convection	861,0
	radiation	721,7

V.6 Comparaison et interprétation des résultats

Les résultats de calcul pour les deux cas (actuel et design) sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V-11 : résultats des calculs pour les deux cas

		Cas actuel	Cas design
Quantité de chaleur absorbée (kcal/ hr)		14,77.10 ⁶	47,37 .10 ⁶
Rendement du four		83,23%	90,8%
Vitesse linéaire -U- (m/s)	convection	2,06	2,34
	radiation	0,46	1,92
Nombre de Reynolds - Re -	convection	133757	130123
	radiation	105000	106411
Coefficient de transfert (kcal/hm²°C)	convection	646,59	861,0
	radiation	531,98	721,7

On distingue que la chaleur absorbée dans le cas actuel est presque la moitié de celle absorbée dans le cas de design et cela à cause de l'influence de température et débit.

Pour les coefficients de transfert et le rendement pour le cas actuel sont proche aux résultats de design et cela à cause de grand débit utilisé qui est proche au design,

la nouveauté de four et l'excellente maîtrise des paramètres de fonctionnements (excès d'air et température de fumées)

V.7 Comparaison et interprétation des résultats des 3 boucles d'huile chaudes

Les paramètres de fonctionnement et les résultats des calculs sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V-12 : Paramètres de fonctionnement et résultats des calculs

			GP1/Z	GP2/Z	PHASE 3
Température d'entrée (°C)	design		129	132	129
	actuel		145	140	160
Température de sortie (°C)	design		180	190	180
	actuel		180	190	180
Débit (m³/h)	design		1900	1200	1900
	actuel		1241	500	1650
Quantité de Chaleur absorbé (kcal/h)	design		47,37 .10 ⁶	30,95.10 ⁶	47,37 .10 ⁶
	actuel		21,39 .10 ⁶	11,10 .10 ⁶	14,77.10 ⁶
Rendement	design		90,8%	86%	90,8%
	actuel		78,65%	79,25%	83,23%
Vitesse linéaire (m/s)	convection	design	2,42	2,97	2,34
		actuel	1,53	1,18	2,06
	radiation	design	1,98	1,27	1,92
		actuel	1,25	0,51	0,46
Nombre de Reynolds	convection	design	131985	150645	130123
		actuel	87829	63275	133757
	radiation	design	108093	64639	106411
		actuel	71935	27196	105000
Coefficient de film Interne (kcal/hm²°C)	convection	design	885,6	1114,8	861,0
		actuel	526,9	468,6	646,59
	radiation	design	743,2	566,6	721,7
		actuel	494,4	244,8	531,98

V.8-Interprétation des résultats :

D'après les calculs effectuées pour les 3 fours, on observe que les données et les résultats obtenus dans la phase 3 au cas actuel sont proche au design sauf la température d'entré d'huile par contre les résultats actuel des complexe GP1/Z et GP2/Z sont différentes du design.

La température de l'huile d'entré au niveau du four de la phase 3 est supérieure par rapport a les deux autres fours, GP1/Z et GP2/Z à cause du grand débit d'huile chaude utilisé pour alimenter le four de la phase 3.

Le débit d'huile utilisé est proche au débit de désigne au niveau de la Phase 3 car cela est due a la fixation du débit par l'exploitant de 1650 m³/hr, par contre au niveau du complexe GP1/Z le débit varie selon la consommation des utilisateurs et pour GP2/Z le débit d'huile est réduit à cause de l'utilisation de deux fours en même temps.

La quantité de chaleur absorbé est supérieur dans le four du complexe GP1/Z par rapport a celle de phase 3 et GP2/Z qui fonction avec un petit débit, mais on observe que la chaleur absorbé dans le cas actuel pour les 3 circuits est presque la moitié ou supérieur à la moitié de celle de design

Le rendement du four de la phase 3 est supérieur à celui du GP1 / Z en raison de l'effet de la température des gaz de combustion et de l'excès d'air, qui est bien contrôlé, en particulier depuis l'installation récente du four. Par contre le complexe GP2/Z présente un rendement acceptable.

Les résultats de calcul des coefficients du film à l'intérieur des tubes des 3 fours montrent que le coefficient du film pour la phase 3 dans le cas actuelle est proche au design. Ce qui indique que le transfert thermique au niveau de phase 3 est meilleur par rapport à GP1/Z et GP2/Z. Cette différence du coefficient à cause de l'augmentation du débit et la vitesse de circulation de l'huile.

Pour améliorer le rendement des 3 fours :

- 1) Récupération de l'énergie des fumées.
- 2) Installation d'un récupérateur de chaleur.
- 3) Réglage des bruleurs du four afin d'augmenter son rendement.
- 4) Régulation de la température du four.
- 5) Isolation thermique et installation de portes étanches sur le four.

Amélioration du rendement thermique = (Excès d'air optimum+ diminution température de fumées + excellent calorifuge)

Référence

- [2] Etude de la substitution de l'huile diathermique (Santotherm 66) par l'huile locale TORADA TC 32 – Unité HAMRA- réalisé par ARAR Tarak - IAP 2003-
- [3] Manuel opératoire du complexe GP1/Z volume 2 [Système d'huile chaude]
- [4] Manuel opératoire du complexe GP2/Z volume 2 [Système d'huile chaude]
- [5] Manuel opératoire du l'extension PHASE 3 volume 2 [Système d'huile chaude]
- [6] Fiche technique du four complexe GP1/Z
- [7] Etude des fours pétroliers : édition technip 1974
- [8] Fiche technique du four complexe GP2/Z
- [9] Fiche technique du four PHASE 3

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le travail qui nous avons fait concerne une étude comparative basée sur la boucle d'huile chaude des complexes du GPL d'Arzew.

Notre étude a montré que le fluide caloporteur utilisé dans les trois boucles d'huile qui est la TORADA TC 32 possède des caractéristiques et propriétés importantes.

Ensuite après l'étude de la boucle d'huile chaude de chaque complexe (équipements et utilisateurs et paramètres de fonctionnement) a montré que le four de la phase 3 présente des meilleures performances. Les différents calculs au niveau des 3 fours des complexes du GPL qui sont basés sur la quantité de chaleur absorbée et le coefficient de transfert interne de l'huile et le rendement du four ont montré que le transfert thermique au niveau de la phase 3 est le meilleur par rapport aux GP1/Z et GP2/Z et cela à cause de la bonne utilisation des paramètres de fonctionnement (le débit, la température d'entrée, température des fumées et l'excès d'air)

Enfin pour améliorer le transfert thermique et diminuer le coût d'exploitation il faut :

- 1) La récupérer de l'énergie des fumées.
- 2) Régler les brûleurs du four afin d'augmenter son rendement.
- 3) Régulation de la température du four et le débit de l'huile chaude.
- 4) L'isolation thermique du four.

ANNEXE

Evolution des propriétés thermique de l'huile TORADA TC 32 en fonction de température

Température (°c)	Densité	Viscosité Dynamique (cp)	Chaleur specifique (kj /kg. °c)	Conductivité thermique (w/m. K)
0	0,88	334,4	1,814	0,1497
20	0,863	81,98	1,885	0,1495
40	0,848	27,12	1,96	0,1493
60	0,842	13,00048	2,02	0,1490
80	0,830	6,4989	2,1	0,1489
100	0,815	4,27875	2,173	0,1437
120	0,808	3,498	2,236	0,1422
140	0,795	2,997	2,307	0,141
160	0,783	1,878	2,382	0,140
180	0,770	1,794	2,453	0,139
200	0,758	1,19764	2,516	0,1352
220	0,745	0,975	2,591	0,138
240	0,735	0,84525	2,65	0,1353
260	0,725	0,64525	2,733	0,1339
280	0,710	0,609	2,8006	0,132
300	0,702	0,499824	2,842	0,131
320	0,688	0,48	2,976	0,130
340	0,675	0,4185	3,004	0,1244

يتكون هذا العمل من دراسة ومقارنة الأداء الحراري لحلقة الزيت الساخن في مجمعات الغاز البترولية المميعة أرزيو .

أولاً درسنا سائل نقل الحرارة (الخصائص والأداء) المستعملة في هذه المركبات

ثم شرحنا المسارات المختلفة لحلقة الزيت الساخن (المسار، المعدات والمستخدمون) في هذه المركبات

أخيراً، أجرينا دراسة حرارية على أساس حساب معاملات التحويل المختلفة: كمية الحرارة ومعامل التحويل ومردودية كل فرن.

كلمات مفتاحية: غاز البترول المميع – تورادا تس 32 – سائل نقل الحرارة

Résumé:

Ce travail consiste à étudier et comparer les performances thermiques de la boucle d'huile chaude dans les complexes du GPL d' Arzew.

Premièrement on a étudié le fluide caloporteur (caractéristiques et les propriétés et les performances) utilisé dans ces complexes

Ensuite on a expliqué les différents circuits de la boucle d'huile chaude (le circuit, les équipements et les utilisateurs) dans ces complexes

Enfin on a réalisé une étude thermique fondée sur le calcul des différents paramètres de transfert : la quantité de chaleur, le coefficient de transfert ainsi que le rendement de chaque four.

Mots-clés : GPL – HUILE TORADA TC 32 – Fluide Caloporteur

Abstract:

This work consists of studying and comparing the thermal performance of the hot oil loop in Arzew LPG complexes.

First we studied the coolant (characteristics and properties and performance) used in these complexes

Then we explained the different circuits of the hot oil loop (the circuit, the equipment and the users) in these complexes

Finally, a thermal study was carried out based on the calculation of the various transfer parameters: the quantity of heat, the transfer coefficient and the efficiency of each furnace.

Keywords: LPG - TORADA OIL TC 32 - Heat Transfer Fluid