



République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar-Eloued

Faculté De La Technologie

Mémoire de Fin d'Etude

En Vue de L'obtention du Diplôme de:

MASTER ACADIMIQUE

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie des Procédés et Péetrochimie

Spécialité : Génie de Raffinage

Présenté par :

MENACER Sadok

MILOUDI Sayah

NADIR Oussama

THÈME

**OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION
D'ÉNERGIE AU NIVEAU DE LA STATION DE
POMPAGE SP1 BIS DJAMAA**

Soutenu le : 03/06/2018

Devant le jury

M. SEROUTI Abdelghani

MAA

Université d'Eloued

Président

M. FERHAT Fouad

MCB

Université d'Eloued

Examineur

M. ATIA AbdelMalek

MCA

Université d'Eloued

Prometteur

Année Universitaire: 2017-2018

Remerciement

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU, notre Créateur pour
m'avoir donné la force pour accomplir ce travail.*

*Nous exprimons notre sincère remerciement à toutes les personnes qui nous aident
de près ou de loin Pour réaliser ce travail.*

Ce remerciement est adressé chaleureusement à nos encadreur

Dr. ATIA AbdelMalek

*Nous tenons remercier aussi l'ensemble des enseignants du département génie des
procédés et pétrochimie pour leurs aides et leurs conseils.*

Grand Merci à tous.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude

A mes parents,

A toute ma famille,

Et à toute ma belle famille.

A à tous mes enseignants

Et à tous mes amis de travail et à l'université.

« MENACER SADOR »

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude

A mes parents,

A toute ma famille,

A tous mes amis à l'université.

Et à tous mes enseignants.

« M^YLOU^DI SAYA^H »

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude

A mes parents,

A toute ma famille,

A tous mes amis à l'université.

Et à tous mes enseignants.

« OUSSAMA NADIR »

Sommaire

Sommaire

Liste des figures et des tableaux

Abréviation

Introduction	01
--------------------	----

Chapitre I: Maitrise de l'énergie et l'art de la Co-génération

I.1. Concept de la Maîtrise de l'Energie.....	03
I.2. Maîtrise de l'Energie en Algérie.....	04
I.2.1. Politique Algérienne en Matière d'Energie	04
I.2.2. Loi de la Maîtrise d'Energie en Algérie	04
I.3. Grandes Actions de la Maîtrise de l'Energie	05
I.3.1. Energies Renouvelables.....	05
I.4. Co-génération.....	07
I.4.1. Définition.....	07
I.4.2. Description d'un Système de Co-génération	08
I.4.3. Intérêts de la Co-génération.....	08
I.5. Avantages et Inconvénients.....	09

ChapitreII. Généralité sur les échangeurs de chaleur tubulaires

II.1.Importance des appareils d'échange de chaleur	10
II.2.Définition.....	10
II.3.Principe de fonctionnement	10
II.4.Critères de classement des échangeurs.....	10
II.4.1. Classement technologique.....	11
II.4.2.Classement suivant le mode de transfert de chaleur	11
II.4.3.Classement suivant le procédé de transfert de chaleur.....	11
II.4.4.Classement fonctionnel	11
II.4.5.Classement suivant la compacité de l'échangeur.....	11
II.4.6.Classement suivant la nature du matériau de la paroi d'échange.....	12
II.4.7.Quel choix proposer?	12
II.5.Echangeurs tubulaires.....	12
II.5.1.Différentes catégories existantes.....	12
II.5.2.Échangeurs à tubes et calandre	15
II.5.3.Critères de sélection.....	21

Chapitre III: Présentation de la station SP1Bis

III.1. Description générale de l'oléoduc OB1/24"HEH-DRGB	23
III.1.1. Profil en long de l'OB1	24
III.1.2. Régimes d'exploitation de l'OB1	25
III.2. Description de la station de pompage SP1Bis.....	25
III.2.1. Situation géographique	25
III.2.2. Historique de la station SP1Bis	26
III.3. Description des systèmes et des équipements dans la station SP1Bis	26
III.3.1. Système de pompage et expédition.....	26
III.3.2. Système de purge et bac de détente	29
III.3.3. Unité de traitement de gaz (Skid gaz).....	29
III.3.4. Unité de production, traitement et stockage d'eau.....	30
III.3.5. Unités de production d'air comprimé	30
III.3.6. Système de lutte contre l'incendie	31
III.3.7. La centrale électrique.....	31
III.3.8. Télécommunication et système de control station.....	31
III.3.9. Systèmes des eaux huileuses.....	31
III.3.10. Système de télé surveillance	31
III.4. Sources d'énergie perdue dans la station	31
III.4.1. Système de ventilation	31
III.4.2. Echappement de la turbine.....	32

Chapitre IV: Simulation et optimisation

IV.1. La simulation.....	33
IV.1.1. Description du logiciel HYSYS	33
IV.1.2. Le choix du modèle thermodynamique	33
IV.1.3. Simulation de l'unité Skid gaz avec les conditions les plus contraignantes.....	33
IV.2. L'optimisation.....	36
IV.2.1. Présentation du logiciel	36
IV.2.2. Logique de la phase de dimensionnement	36
IV.2.3. Principe de calcul thermique d'un échangeur.....	37
IV.2.4. Dimensionnement thermique de l'échangeur de chaleur Tubes & Calandre	38
IV.2.5. Les résultats	46
IV.2.6. Rentabilité.....	47

Conclusion	49
-------------------------	-----------

Bibliographie

Annexe

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure I.1	: Principe d'un processus de Co-génération.....	8
Figure II.1	: Echangeur monotube.....	12
Figure II.2	: Echangeur coaxial cintré.....	13
Figure II.3.a	: Configuration en contre-courant.....	13
Figure II.4	: Echangeur à tubes séparés	14
Figure II.5	: Echangeur à tubes rapprochés.....	14
Figure II.6	: Echangeur à tubes rapprochés.....	14
Figure II.7	: Schéma détaillé d'un échangeur à tubes et calandre.....	15
Figure II.8	: Principales technologies d'échangeurs à tubes et calandre.....	15
Figure II.9	: Configuration des boîtes de distribution.....	16
Figure II.10	: Pas des tubes.....	18
Figure II.11	: Diverses géométries de chicanes transversales.....	20
Figure III.1	: Localisation de l'OB1/24" sur le réseau de transport centre.....	24
Figure III.2	: Profil en long de l'OB1.....	25
Figure III.3	: Vue aérienne de la station SP1Bis djamaa	26
Figure III.4	: Présentation de la turbine GE10/2.....	28
Figure III.5	: Présentation de la pompe d'expédition	28
Figure III.6	: Vue de face de l'unité Skid gaz S01.....	29
Figure IV.1	: Schéma de simulation (PFD) de l'unité Skid gaz.....	35
Figure IV.2	: Logique de phase de dimensionnement	37
Figure IV.4	: Fenêtre de démarrage de l'Aspen EDR.....	38
Figure IV.5	: Fenêtre du modèle des échangeurs.....	40
Figure IV.6	: Fenêtre options d'application.....	41
Figure IV.7	: Fenêtre données de processus.....	41
Figure IV.8	: Fenêtre données de propriétés	42
Figure IV.9	: Fenêtre résumé de la géométrie.....	43
Figure IV.10	: Fenêtre géométrie de la calandre.....	43
Figure IV.11	: Fenêtre géométrie des tubes.....	44
Figure IV.12	: Fenêtre géométrie des chicanes.....	44
Figure IV.13	: Fenêtre disposition des fiscaux.....	45
Figure IV.14	: Fenêtre matériaux de construction.....	45
Figure IV.15	: Distribution des températures dans l'échangeur	47

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I.1	: Classification par filière et principaux avantages et inconvénients..	09
Tableau II.1	: Longueur maximale non supporté selon TEMA.....	19
Tableau III.1	: Exemples des régimes d’exploitation de l’OB1.....	25
Tableau III.2	: Caractéristiques de la turbine GE10/2.....	27
Tableau IV. 1	: Compositions chimiques du gaz d’alimentation de l’unité.....	34
Tableau IV.2	: Les paramètres opératoires de marche.....	35
Tableau IV.3	: Résultats de la simulation.....	36
Tableau IV.4	: Les données de calcul de l’échangeur.....	39
Tableau IV.5	: Résultats de désigne de l’échangeur TEMA Sheet.....	46
Tableau. IV.6	: Bilan énergétique de la station SP1Bis pour l'année 2017.....	48
Tableau. IV.7	: Tableau récapitulatif des résultats d’optimisation.....	48

Abréviation

CDHL	C entre D ispatching des H ydrocarbures L iquide
CFP	C ompagne F rançaise de P étrole
DCS	D istribute C ontrol S ystem
DRGB	D irection R égional B ejaia
DRGH	D irection R égional H aoud El H amra
EDR	E xchanger D esign & R ating
F03	F iltre
GE	G énéral E lectric
HEH	H aoud El H amra
MAG	M oteur à G az
MTA	M illion T onnes par A ns
Mtep	M illion T onne E quivalent P étrole
NK1	N afta S ikda
OB1	O luoduc B éjaia
OG1	O luoduc A lger
PCV	V anne R égulatrice C ommandé
PFD	P rocess flow D iagram
PV	V anne R égulatrice
RE1	R échauffeur E lectrique
RTC	R égion T ransport C entre
S01	S kid G az
SBM	S tation B ni M ensour
SNREPAL	S ociété N ationale de R echerches et d'Exploitation de P étrole en A lgérie
SOPEG	S ociété de P étrole et de G estion
SP1 Bis	S tation de P ompage N °1 B is
STS	S ystème T echnologique D e S écurité
TA	T urbo A lternateur
TAG	T urbine à G az
TEMA	T abular E xchanger M anufacture A ssociation

TMB	T erminal M arin B ejaia
TP	T urbo P ompe
TRA	T erminal A lger
TRC	T ransport P ar C analisation
TV	T urbine à V apeur
UE	U nion E uropéenne
UVB	U ltraviolet B
V03	S éparateur

Introduction

La demande mondiale d'énergie primaire a augmenté rapidement en raison de l'augmentation de la population et l'industrialisation.

L'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique les réserves en hydrocarbures dont il dispose et les niveaux actuels de consommation nécessaires à la couverture de ses besoins propres lui permettent de rester serein pour quelques temps encore.

Dans l'immédiat, le problème énergétique de l'Algérie est un problème qui se pose en terme de stratégie de valorisation de ces ressources pour les besoins du développement du pays, de choix d'une véritable politique énergétique à long terme et de définition immédiate d'un modèle cohérent de consommation énergétique couvrant le court et le moyen terme, avant la date fatidique de l'épuisement de ses ressources fossiles stratégiques.

Dans ce contexte, la loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie et les nouveaux textes réglementaires mis en place récemment sont venus fixer le modèle de consommation énergétique national et définir le cadre général des différentes actions à mener pour parvenir le plus rapidement possible à une rationalisation de l'emploi des énergies disponibles et à une meilleure maîtrise de la consommation énergétique[1].

En effet, l'industrie représente un enjeu pour la maîtrise de l'énergie du fait que sa consommation énergétique est appelée à s'accroître à la faveur de la relance de ce secteur.

Sonatrach est comme un acteur majeur dans l'industrie du pétrole et du gaz a lancé en 2015 un programme de développement des applications industrielles des énergies renouvelables pour apporter des solutions à des problématiques techniques rencontrées par ses unités de production ainsi qu'un programme d'efficacité énergétique visant à réaliser des économies d'énergie [2].

Dans ce sens, il y a lieu de penser sur un moyen qui nous permet d'exploiter l'énergie thermique de gaz d'échappement de la turbine a gaz au niveau de la station de pompage de pétrole SP1Bis.

L'objectif de ce travail est comment optimisé la consommation d'énergie en gaz et en électricité par la technique de la Co-génération , pour cela on a proposer de remplacer la réchauffeur électrique par un échangeur de chaleur tubulaire qui fonctionne par le gaz d'échappement , nous utilisons le logiciel Aspen EDR pour dimensionner le nouveau échangeur .

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres répartis comme suit :

Le premier chapitre, met en évidence la nouvelle stratégie de la maîtrise d'énergie, passant par son concept, sa relation avec la protection de l'environnement et ses solutions pour le bien exploité, en particulier la loi de la maîtrise de l'énergie en Algérie.

Le deuxième chapitre représente des notions et classification des échangeurs de chaleur et les critères et exigence de sélection, suivie d'une présentation détaillée des échangeurs à tubes et calandre.

Le troisième chapitre présentera la station de pompage de pétrole SP1Bis Djamaa (Situation géographique, historique et organisation de la station), description des systèmes et des équipements dans la station et les sources de dégagement d'énergie thermique.

Le quatrième chapitre sera consacré à la simulation et l'optimisation du procédé et le dimensionnement de l'échangeur proposé.

Finalement, sur la base des résultats obtenus, ce travail sera clôturé par une conclusion où il sera mentionné les perspectives quant à sa continuation ultérieure.

Chapitre I: Maitrise de l'énergie et l'art de la Co-génération

I.1. Concept de la maitrise de l'énergie:

La consommation de l'énergie est restée très longtemps stable lorsque l'homme n'utilisait l'énergie que pour sa survie et ses besoins alimentaires. A partir de 1850 la révolution industrielle a provoqué une augmentation brutale des besoins en énergie. Celle-ci ne cessait ensuite de croître de façon explosive sous l'effet conjoint de l'augmentation de la population.

Mais les dernières hausses des prix du pétrole font réapparaître dans l'opinion publique de nombreuses questions sur l'avenir énergétique des pays et les solutions à adopter. Au-delà de l'actualité des problèmes de pollutions d'une part, puisque le développement économique largement fondé sur l'utilisation de sources fossiles d'énergie a conduit à une augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et d'autre part, l'agriculture, l'industrie, les transports et l'habitat rejettent des centaines de millions de tonnes de gaz carbonique à travers la combustion de charbon, de pétrole ou de gaz naturel pour produire du froid et de la climatisation. Ces gaz provoquent une dégradation de la couche d'ozone qui laisse passer les rayons UVB.

Par ailleurs, l'épuisement inévitable des ressources en énergie fossiles puisque les études montrent que le pétrole sera la première source d'énergie qui s'épuisera vers les années 2040-2050 dans moins de deux générations. L'uranium et le gaz naturel n'atteindront pas les années 2075. Le charbon est plus abondant, mais ses ressources utiles ne dépassent pas deux ou trois cents ans.

Pour cette raison une nouvelle stratégie ou bien une nouvelle politique rentre en jeu, c'est la maîtrise de l'énergie qui couvre trois aspects essentiels : En premier, elle vise une production efficace et propre de l'énergie par l'utilisation des systèmes qui ont de meilleurs rendements et dont les impacts sur l'environnement sont moindres. Exemple : la Co-génération récupère la chaleur utilisée pour produire l'électricité et atteint des rendements de l'ordre de 70% tout en réduisant les émissions polluantes. Ensuite il s'agit de choisir l'énergie la mieux adaptée au service souhaité. La cuisson des aliments, par exemple, ou le chauffage des locaux peut demander des dépenses énergétiques très différentes et engendrer des coûts et des atteintes à l'environnement très variant selon le mode de production de chaleur choisi. Enfin, la maîtrise de l'énergie est d'éviter le gaspillage, en ne consommant que ce dont on a besoin en utilisant des appareils sobres en énergie et par des comportements qui suppriment les consommations inutiles [3].

Donc on répondra à la question : Pourquoi maîtriser la consommation de l'énergie :

- Tout d'abord par ce que la production, la transformation, le transport et la consommation d'énergie sont responsables de la plus grande part des nuisances environnementales dues à l'activité humaine: augmentation de l'effet de serre, pollution atmosphérique, pollutions des sols, des eaux, pluies acides.
- Ensuite parce que les sources d'énergies que nous utilisons sont principalement des énergies fossiles dont les réserves sont limitées au prochain siècle pour le gaz et le pétrole, et encore 200 ans pour le charbon. Maîtriser les besoins d'énergie, c'est réduire les consommations d'énergies fossiles et par conséquent prolonger leur utilisation ;
- Enfin, parce que les dépenses d'énergie représentent un poste conséquent que ce soit au niveau des industries, des collectivités ou bien des ménages.

La maîtrise de l'énergie doit être menée en parallèle, voir en amont, avec le développement des énergies renouvelables [4].

I.2. Maîtrise de l'énergie en Algérie:

I.2.1. Politique algérienne en matière d'énergie:

Pour une application éventuelle des mesures et moyens d'utilisation rationnelle d'énergie en Algérie, il est nécessaire d'avoir une vue globale sur la consommation nationale d'énergie. Cette dernière est orientée essentiellement sur la valorisation des hydrocarbures par le développement des capacités de recherche, d'exploration et de production de cette industrie. L'objectif visé est d'augmenter les exportations des produits des hydrocarbures bruts et leurs dérivés. Ces produits contribuent à plus de 90% des recettes en devises pour l'Algérie ce qui les classe comme produits hautement stratégiques. Pour leur valorisation sur le plan interne, ces produits qui sont le pétrole et le gaz naturel sont utilisés pour améliorer le niveau de vie des populations et approvisionner l'industrie locale en produits énergétiques.

Avec la croissance démographique l'évolution du mode de vie et le développement de l'urbanisation laissent présager une augmentation importante de la consommation de l'énergie, on note que la consommation finale d'énergie a atteint : 55.9 Mtep en 2014 reflétant une croissance de +7,8% (+4 Mtep) par rapport à l'année 2013, tirée notamment par la hausse de la consommation de gaz naturel, de l'électricité et de celle des produits pétroliers. Elle représente 36% de la production nationale [5].

I.2.2. Loi de la maîtrise d'énergie en Algérie:

Les études montrent que la production d'énergie primaire en Algérie suffirait à peine à couvrir les besoins du marché national. Afin de préserver et gérer de manière rationnelle ces

ressources, le gouvernement algérien a adopté une loi sur la maîtrise de l'énergie ; loi n° **99-09** du **15 RabiebEthani 1420** correspondant au **28 Juillet 1999** relative à la maîtrise de l'énergie **P.3 (N°JORA : 051 du 02-08-1999)**. (Annexe n°1)

L'objectif visé par cette loi est de rationaliser l'usage de l'énergie à la production, à la transformation et à la consommation finale. L'amélioration du cadre de vie par l'introduction de normes d'efficacité énergétique dans : «le chapitre -I- sous le titre : Normes et exigences d'efficacité énergétique », particulièrement dans le bâtiment sous : « le titre : L'isolation thermique dans les bâtiments neufs » et la protection de l'environnement dans : «le chapitre-I- article 5 » sont autant d'éléments de la mise en œuvre de cette loi, un audit énergétique est obligatoire et périodique pour établir le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie des établissements grands consommateurs d'énergie dans les secteurs de l'industrie, transports, résidentiel et du tertiaire, pour assurer l'optimisation énergétique de leur fonctionnement. Cette loi permettra non seulement l'économie de l'énergie, elle a aussi pour but de préserver les ressources et les réserves nationales en hydrocarbure.

Elle vise également à initier des actions pour la recherche, le développement et l'utilisation des énergies renouvelables tel que : solaire, éolienne, hydraulique, géothermie, et biomasse.

I.3. Grandes actions de la maîtrise de l'énergie:

I.3.1. Energies renouvelables:

Une énergie est dite renouvelable lorsqu'elle est produite par une source que la nature renouvelle en permanence, contrairement à une énergie dépendant de sources qui s'épuisent [6].

Les différents types d'énergies renouvelables sont :

- Energie éolienne ;
- Energie solaire ;
- Energie hydraulique ;
- Energie de la biomasse;
- Energie géothermique.

I.3.1.1. Energie éolienne:

L'énergie éolienne utilise la force du vent qui en faisant tourner les pales de l'éolienne, entraîne un alternateur et produit ainsi de l'électricité. Celle-ci peut être soit stockée dans des batteries, soit envoyée sur le réseau comme c'est le cas pour le photovoltaïque. La puissance d'une éolienne augmente avec le diamètre des pales et la vitesse du vent. L'énergie éolienne

connaît depuis quelques années, mais avec le développement de la technologie les éoliennes modernes sont fiables et silencieuses. Elles développent des puissances supérieures au mégawatt, de plus elles délivrent une énergie électrique à un prix très concurrentiel, par rapport au nucléaire ou au thermique classique.

Donc on peut dire qu'une éolienne permet la conversion de l'énergie du vent en énergie mécanique. Cette énergie mécanique permet de :

- Pomper directement de l'eau au moyen d'une pompe à piston.
- Produire de l'électricité à travers un alternateur (aérogénérateur).

On peut distinguer deux types d'éolienne, éolienne à axe horizontal et éolienne à axe vertical [7].

I.3.1.2. Energie solaire:

Comme son nom l'indique, cette énergie provient du soleil. Le soleil produit de l'énergie sous forme de rayons solaires qui viennent ensuite réchauffer l'atmosphère terrestre.

Il existe deux façons différentes de transformer l'énergie solaire en électricité :

➤ **Energie solaire thermique:**

Cette technique consiste à utiliser la chaleur fournie par le soleil comme source de chaleur d'une centrale thermique.

➤ **Energie photovoltaïque:**

Le solaire photovoltaïque est une forme de production d'électricité renouvelable reposant sur la transformation directe du rayonnement solaire.

I.3.1.3. Energie hydraulique:

L'énergie hydraulique est renouvelable, non polluante. Cette énergie est captée et stockée dans des barrages ensuite elle est transformée, au moyen d'une turbine entraînée par l'eau, qui entraîne un alternateur produisant ainsi de l'électricité. Cette dernière est ensuite envoyée dans le réseau ou elle est vendue. Il existe deux types utilisant :

- La pression de l'eau dans le cas d'une conduite forcée pour les captages en altitude (torrent ou contrebas d'un barrage) ;
- Le débit du cours d'eau pour le captage en surface [8].

I.3.1.4. Energie de la biomasse:

La biomasse représente à peu près n'importe quelle matière organique possible (copeaux de bois, plantes, déchets, etc..). Le principe de génération d'énergie est quasi-

identique à une usine thermique traditionnelle sauf que le combustible est un combustible organique et non du charbon, du pétrole ou du nucléaire [9].

I.3.1.5.Énergie géothermique:

L'énergie géothermique est l'énergie calorifique stockée sous la surface terrestre. Les profondeurs de la terre recèlent d'énormes quantités de chaleur naturelle, dont l'origine réside essentiellement dans la désintégration d'éléments radioactifs. Selon les connaissances actuelles, les températures culminent à 6000°C dans le noyau et atteignent jusqu'à 1300°C environ dans le manteau supérieur du globe terrestre. Le flux géothermique qui parvient à la surface du globe dépasse 40 milliards de kw.

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou d'électricité. On distingue quatre types de géothermie : la haute ($>180^{\circ}\text{C}$), la moyenne (entre 100 et 180°C), la basse (entre 30 et 100°C) et la très basse énergie ($<30^{\circ}\text{C}$) [10].

I.4. Co-génération:

I.4.1. Définition:

La Co-génération consiste à produire en même temps et dans la même installation de l'énergie thermique (chaleur) et de l'énergie mécanique. L'énergie thermique est utilisée pour le chauffage et la production d'eau chaude à l'aide d'un échangeur. L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique grâce à un alternateur. L'énergie utilisée pour faire fonctionner des installations de Co-génération peut être le gaz naturel, le fioul ou toute forme d'énergie locale (géothermie, biomasse) ou liée à la valorisation des déchets (incinération des ordures ménagères...). Cette source d'énergie fait fonctionner une turbine ou un moteur.

Une centrale de Co-génération électricité et chaleur fonctionne grâce à des turbines ou des moteurs à gaz. Le gaz naturel est l'énergie primaire la plus couramment utilisée pour faire fonctionner des centrales de Co-génération. Cependant, les sources d'énergies renouvelables et les déchets peuvent être également utilisés.

Contrairement à une centrale électrique classique où les fumées sont directement évacuées par la cheminée, les gaz d'échappement de la Co-génération sont d'abord refroidis, cédant leur énergie à un circuit eau chaude/vapeur. Les gaz d'échappement refroidis passent ensuite par la cheminée.

Les centrales de Co-génération électricité et chaleur peuvent atteindre un rendement énergétique de l'ordre de 90%. Le procédé est plus écologique, car lors de sa combustion, le gaz naturel libère moins de dioxyde de carbone (CO_2) et d'oxyde d'azote (NO_x) que le pétrole

ou le charbon. Le développement de la Co-génération pourrait éviter le rejet de 127 millions de tonnes de CO₂ dans l'UE en 2010 et de 258 millions de tonnes en 2020 [11].

I.4.2. Description d'un système de Co-génération:

Comme le principe de base d'une centrale à Co-génération est la valorisation énergétique des rejets thermique des équipements de production d'électricité, il faut commencer par s'assurer que ceux-ci rejettent de la chaleur à une température assez élevée pour qu'elle puisse être utilisée.

La Co-génération de chaleur et d'électricité peut être obtenue au moyen de divers systèmes :

- Un moteur à gaz ou diesel (MAG, MD);
- Une turbine à gaz (TAG);
- Une turbine à vapeur (TV).

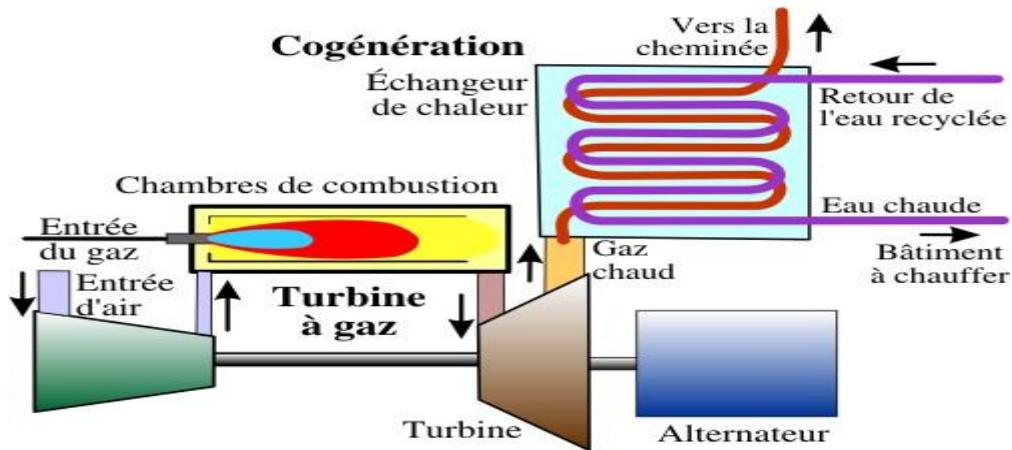


Figure I.1 : Principe d'un processus de Co-génération [12]

I.4.3. Intérêts de la Co-génération:

I.4.3.1. Intérêt d'ordre énergétique:

La Co-génération permet, en effet, d'économiser entre 15 et 30% de l'énergie primaire destinée à couvrir les besoins de chaleur et d'électricité. En effet, le parc des centrales électriques actuelles en Belgique (par exemple) a un rendement moyen de l'ordre de 38%. En d'autres mots, 62% de l'énergie primaire est dissipée sous forme de chaleur.

La technique de la Co-génération permet de valoriser une partie de cette chaleur, à un niveau de température et à un endroit où elle peut être utilisée [11].

I.4.3.2. Intérêt d'ordre économique:

Nous examinerons dans quelles conditions l'utilisation d'une technologie performante peut être rentable grâce aux économies qu'elle entraîne sur les factures d'énergie. Nous verrons que c'est l'évolution de la facture d'électricité qui est, à ce point de vue, déterminante [13].

I.4.3.3. Intérêt d'ordre environnemental:

La production simultanée de travail et de chaleur permet d'exploiter au mieux le pouvoir énergétique des combustibles et ainsi de réduire la consommation d'énergie et la production de gaz à effet de serre (CO₂).

Les Co-génération sont des installations suffisamment petites pour que les combustions y soient bien maîtrisées. L'émission de polluants est très réglementée donc réduite par différents dispositifs d'épuration des fumées (SO₂, NOx). Il s'agit donc d'un procédé de chauffage particulièrement « propre ».

La Co-génération utilisant une part d'énergie fossile et une part croissante de combustible renouvelable permettrait d'assurer jusqu'à la fin de ce siècle une transition confortable vers une consommation assurée à 100% par des énergies renouvelables [14].

I.5. Avantages et inconvénients:

Tableau I.1 : Classification par filière et principaux avantages et inconvénients [11] .

Techniques de Co-génération	Avantages	Inconvénients
Turbine à vapeur	Convient à tous types de Combustible. Très bon rendement global. Coût d'entretien modique. Durée de vie élevée.	Investissement élevé. Fonctionnement quasi-continu.
Turbine à gaz	Production aisée de vapeur. Bon rendement global.	Nécessite en général du gaz naturel.
Moteur à gaz ou diesel	Bien adaptée à la préparation d'eau chaude. Coût abordable.	Peu propice à la production de vapeur. Coût élevé de maintenance. Durée de vie limitée.

Chapitre II: Généralité sur les échangeurs de chaleur tubulaires

II.1. Importance des appareils d'échange de chaleur :

L'industrie du pétrole et du gaz nécessite de porter les charges correspondantes à des températures, différentes de la température ambiante, le plus souvent par élévation de la température, parfois par abaissement. Ensuite, il convient de ramener les produits formés à une température de stockage voisin de l'ambiante.

Les dépenses thermiques correspondantes sont énormes et il est indispensable de récupérer cette énergie pour l'utiliser au mieux dans la chaîne de fabrication. Pour cela, on utilise des appareils pouvant réaliser le transfert de chaleur entre phase.

II.2. Définition:

Un échangeur de chaleur est un appareil destiné à réchauffer ou refroidir un fluide au moyen d'un autre fluide circulant à une température différente. Cet échange de chaleur se traduit par le passage d'un flux de chaleur du fluide chaud vers le fluide froid [15].

II.3. Principe de fonctionnement:

Le principe le plus général consiste à faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique. De manière générale, les deux fluides sont mis en contact thermique à travers une paroi qui est le plus souvent métallique ce qui favorise les échanges de chaleur. On a en général un fluide chaud qui cède de la chaleur à un fluide froid. En d'autres termes, le fluide chaud se refroidit au contact du fluide froid et le fluide froid se réchauffe au contact du fluide froid. Les deux fluides échangent de la chaleur à travers la paroi d'où le nom de l'appareil. On le voit, le principe général est simple mais il donne lieu à un grand nombre de réalisations différentes par la configuration géométrique. Le principal problème consiste à définir une surface d'échange suffisante entre les deux fluides pour transférer la quantité de chaleur nécessaire dans une configuration donnée. On vient de le dire, la quantité de chaleur transférée dépend de la surface d'échange entre les deux fluides mais aussi de nombreux autres paramètres ce qui rend une étude précise de ces appareils assez complexe. Les flux de chaleur transférée vont aussi dépendre des températures d'entrée et des caractéristiques thermiques des fluides (chaleurs spécifiques, conductivité thermique) des fluides ainsi que des coefficients d'échange par convection [16].

II.4. Critères de classement des échangeurs:

Il existe plusieurs critères de classement des différents types d'échangeurs. Énumérons les principaux.

II.4.1. Classement technologique:

Les principaux types d'échangeurs rencontrés sont les suivants :

- à tubes : monotubes, coaxiaux ou multitubulaires ;
- à plaques : à surface primaire ou à surface secondaire ;
- autres types : contact direct, à caloducs ou à lit fluidisé.

II.4.2. Classement suivant le mode de transfert de chaleur:

Les trois modes de transfert de chaleur (conduction, convection, rayonnement) sont couplés dans la plupart des applications (chambre de combustion, récupération sur les fumées, etc.) ; il y a souvent un mode de transfert prédominant. Pour tout échangeur avec transfert de chaleur à travers une paroi, la conduction intervient.

II.4.3. Classement suivant le procédé de transfert de chaleur:

Suivant qu'il y a ou non stockage de chaleur, on définit un fonctionnement en récupérateur ou en régénérateur de chaleur :

- transfert sans stockage, donc en récupérateur, avec 2 ou n passages et un écoulement en général continu ;
- transfert avec stockage, donc en régénérateur, avec un seul passage et un écoulement intermittent, la matrice de stockage étant statique ou dynamique.

II.4.4. Classement fonctionnel:

Le passage des fluides dans l'échangeur peut s'effectuer avec ou sans changement de phase ; suivant le cas, on dit que l'on a un écoulement monophasique ou diphasique. On rencontre alors les différents cas suivants :

- les deux fluides ont un écoulement monophasique ;
- un seul fluide a un écoulement avec changement de phase, cas des évaporateurs ou des condenseurs ;
- les deux fluides ont un écoulement avec changement de phase, cas des évapo-condenseurs.

II.4.5. Classement suivant la compacité de l'échangeur:

La compacité est définie par le rapport de l'aire de la surface d'échange au volume de l'échangeur. R.K. Shah propose qu'un échangeur soit considéré comme compact si sa compacité est supérieure à $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$; cette valeur est susceptible de varier 500 à $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

II.4.6. Classement suivant la nature du matériau de la paroi d'échange:

On retiendra deux types de paroi :

- les échangeurs métalliques en acier, cuivre, aluminium ou matériaux spéciaux : superalliages, métaux ou alliages réfractaires ;
- les échangeurs non métalliques en plastique, céramique, graphite, verre, etc.

II.4.7. Quel choix proposé?

Ces différents groupes peuvent se recouper ; aussi choisirons-nous pour décrire les échangeurs :

- tout d'abord, les échangeurs tubulaires et à plaques pour des raisons technologiques;
- puis, les évaporateurs et condenseurs pour leurs applications ;
- et, enfin, quelques autres types d'échangeurs en fonction de la nature de la paroi.

Le choix d'un échangeur de chaleur pour une application donnée dépend de nombreux paramètres : les propriétés physiques des fluides, leur agressivité, les températures ainsi que les pressions de service. Les contraintes d'encombrement et de maintenance doivent aussi être prises en compte, ainsi que les considérations économiques [17].

II.5. Echangeurs tubulaires:

II.5.1. Différentes catégories existantes:

Pour des raisons historiques et économiques, les échangeurs utilisant les tubes comme constituant principal de la paroi d'échange sont les plus répandus.

On peut distinguer trois catégories suivant le nombre de tubes et leur arrangement, toujours réalisés pour avoir la meilleure efficacité possible pour une utilisation donnée :

II.5.1.1. Échangeur monotube:

Dans lequel le tube est placé à l'intérieur d'un réservoir et a généralement la forme d'un serpent.



Figure II.1: Echangeur monotube [18].

II.5.1.2. Échangeur coaxial:

Dans lequel les tubes sont le plus souvent cintrés ; en général, le fluide chaud ou le fluide à haute pression s'écoule dans le tube intérieur.

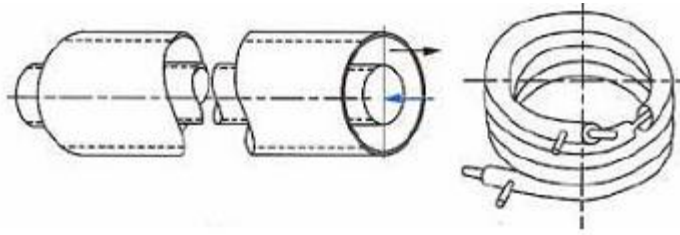


Figure II.2: Echangeur coaxial cintré [18].

On distingue deux types de fonctionnement selon que les deux fluides circulent dans le même sens ou en sens contraire.

Dans le premier cas on parle de configuration en co-courant (on dit aussi échangeur anti méthodique), dans cet échangeur la température de sortie du fluide froid est nécessairement moins que la température de sortie du fluide chaud.

Dans le deuxième cas on parle de configuration en contre-courant (on dit aussi échangeur méthodique), par différence avec un échangeur anti méthodique la température de sortie du fluide froid peut être plus élevée que la température de sortie du fluide chaud.

On trouve assez souvent ce type d'échangeurs dans l'industrie frigorifique en particulier pour les condenseurs à eau ou encore les groupes de production d'eau glacée.

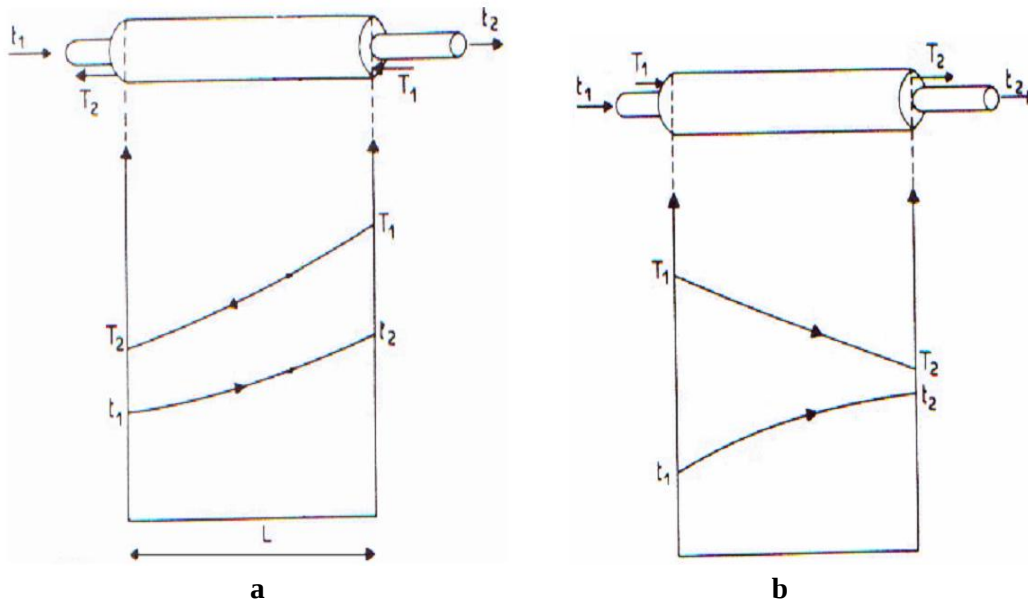


Figure II.3.a: configuration en contre-courant [19] Figure II.3.b: configuration en co-courant [19]

II.5.1.3. Échangeur multitubulaire:

Existant sous quatre formes :

- **échangeur à tubes séparés** : à l'intérieur d'un tube de diamètre suffisant (de l'ordre de 100 mm) se trouvent placés plusieurs tubes de petit diamètre (8 à 20 mm) maintenus écartés par des entretoises. L'échangeur peut être soit rectiligne, soit enroulé.

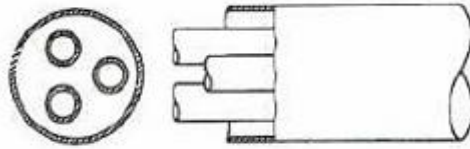


Figure II.4: Echangeur à tubes séparés [17].

- **échangeur à tubes rapprochés** : pour maintenir les tubes et obtenir un passage suffisant pour le fluide extérieur au tube, on place un ruban enroulé en spirale autour de certains d'entre eux. Les tubes s'appuient les uns sur les autres par l'intermédiaire des rubans.

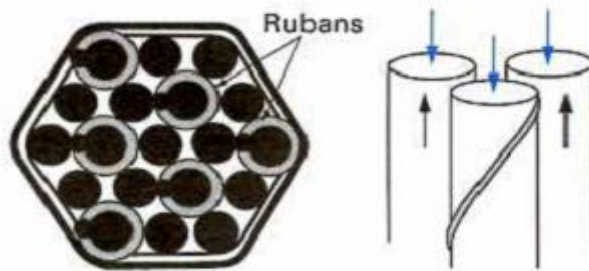


Figure II.5: Echangeur à tubes rapprochés [17]

- **échangeur à tubes ailetés** : ces tubes permettent d'améliorer le coefficient d'échange thermique.

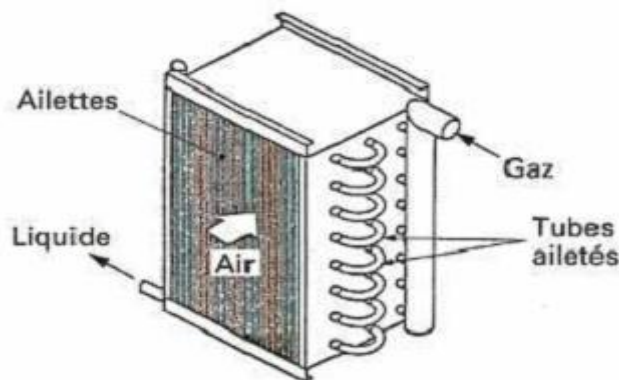


Figure II.6: Echangeur à tubes rapprochés [17]

- **échangeur à tubes et calandre** : c'est l'échangeur actuellement le plus répandu.

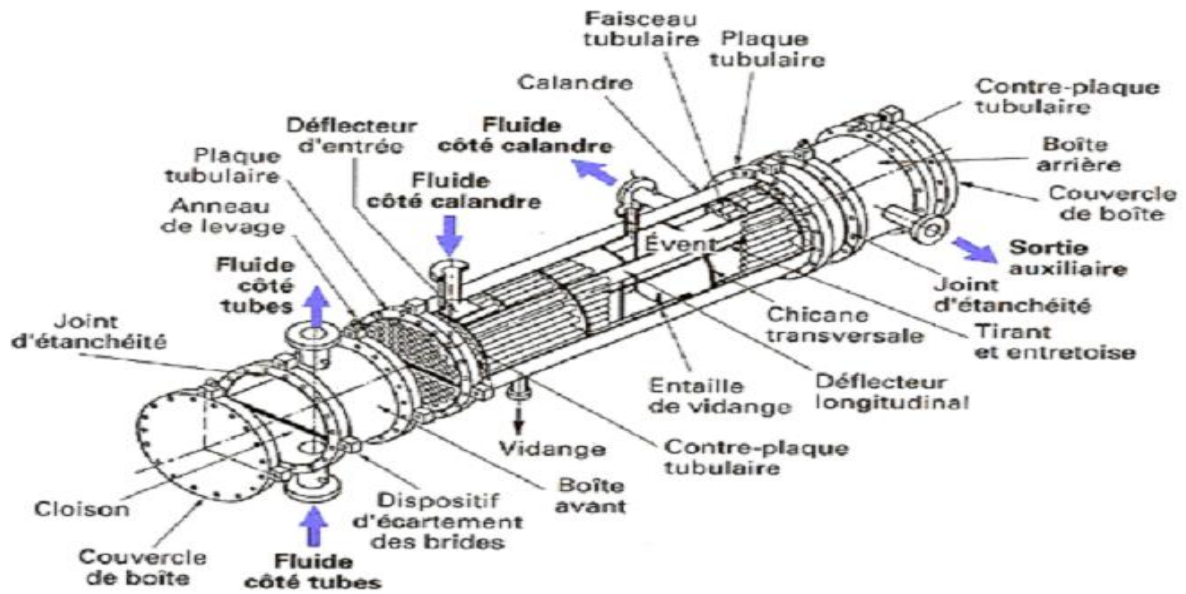


Figure II.7: Schéma détaillé d'un échangeur à tubes et calandre [20]

II.5.2. Échangeurs à tubes et calandre:

Les principales technologies d'échangeurs à tubes et calandre sont représentées sur la (figure n°08) et, pour faire un premier choix, les deux paramètres principaux sont l'encrassement et l'écart de température entre les deux fluides.

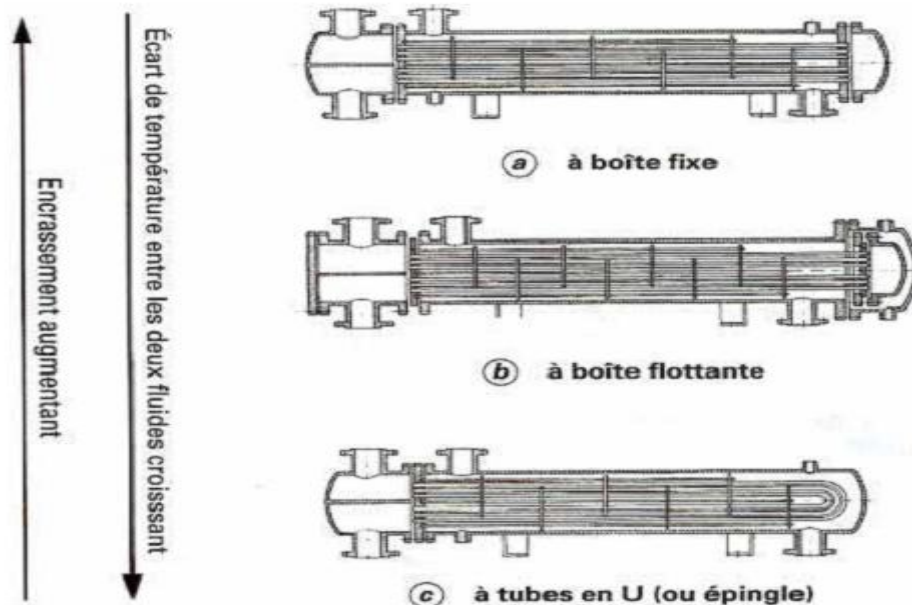


Figure II.8 : Principales technologies d'échangeurs à tubes et calandre [17].

La désignation la plus couramment appliquée par ce type d'échangeur est celle du standard américain TEMA (Tabular Exchanger Manufacture Association), dans lequel il existe trois classes : C, B et R, par ordre de sévérité croissante.

La classe C est réservée aux échangeurs ne présentant aucun risque d'utilisation, par exemple les préparateurs d'eau chaude ; cette classe C est peu utilisée en génie chimique. La classe B est adoptée pour la majorité des cas. La classe R est réservée aux échangeurs fonctionnant dans des conditions que l'on juge très dures au point de vue mécanique ou dans des conditions inhabituelles (gaz toxique par exemple).

Un échangeur TEMA est désigné par trois lettres représentant respectivement le type de boîte avant, de calandre et de boîte arrière de l'échangeur. (Annexe n°2)

II.5.2.1. Boîte d'échangeur:

C'est l'organe qui distribue ou recueille le fluide aux extrémités des tubes. Sauf pour le tube en U, il y a une boîte à chaque extrémité de l'échangeur.

La disposition des boîtes dépend non seulement du type choisi (annexe n°2) mais aussi du nombre de passes (figure n°09). La liaison cloison-plaque tubulaire est en général assurée par un joint. Les boîtes sont le plus souvent réalisées avec un matériau peu différent de celui des tubes.

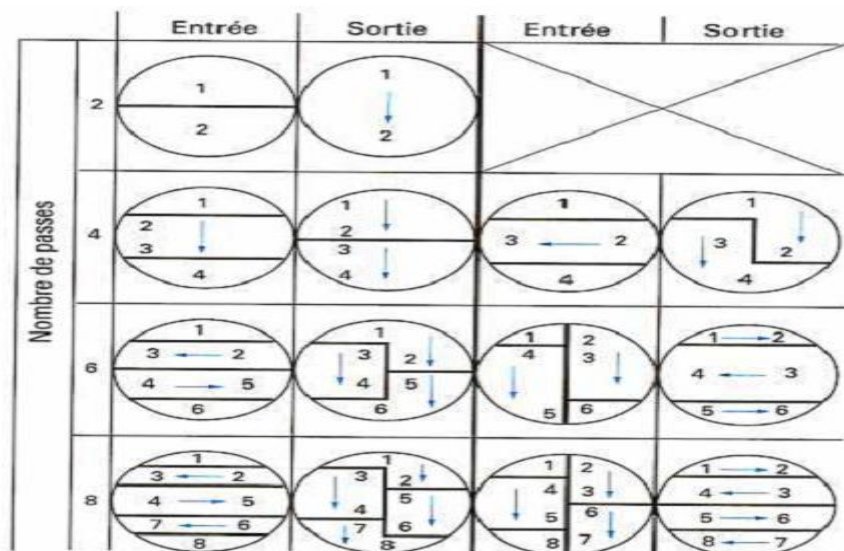


Figure II.9 : Configuration des boîtes de distribution [21]

II.5.2.2. Calandre (ou virole):

C'est l'enveloppe métallique cylindrique entourant le faisceau tubulaire. Son matériau doit être compatible avec le fluide utilisé. Les matériaux les plus courants sont les aciers

ordinaires, les aciers inoxydables, le cuivre ou les matières plastiques. Il semble que la limite technologique des calandres se trouve aux alentours d'un diamètre de 2 m.

Certains très gros condenseurs sous vide sont réalisés avec une calandre parallélépipédique (solution d'ailleurs favorable pour limiter les pertes de pression en entrée) ; ils sortent alors du cadre du code TEMA.

II.5.2.3. Plaques tubulaires:

Ce sont des plaques percées supportant les tubes à leurs extrémités. Leur épaisseur (5 à 10 cm) est calculée en fonction de la différence de pression entre le fluide dans la calandre et le fluide dans les boîtes d'une part, des contraintes dues aux différences de dilatation entre les tubes et la calandre d'autre part.

Les plaques tubulaires peuvent être en acier ordinaire, en acier spécial massif. Un plaquage, en acier inoxydable par exemple, peut se justifier dans le cas de plaques tubulaires déjà assez épaisses.

Les tubes peuvent être fixés à la plaque tubulaire par dudgeon-nage ou par soudure, quelquefois aussi par du dudgeonnage allié à une soudure qui sert alors simplement à assurer l'étanchéité.

Les plaques tubulaires sont les parties délicates des échangeurs. Les interstices entre tubes et plaques sont des lieux privilégiés de corrosion (la concentration en produit agressif y est parfois très supérieure à celle mesurée dans les autres parties de l'échangeur, car il y a stagnation du fluide). Par ailleurs, des dilatations différentielles excessives peuvent faire céder les dudgeonnages ou les soudures [22].

II.5.2.4. Tubes:

Ce sont généralement des tubes normalisés dont le diamètre annoncé correspond exactement au diamètre extérieur (à la différence des tubes utilisés en tuyauterie). Exemple de tubes courants. (Annexe n°3)

Le démontage du faisceau de tubes est de plus en plus difficile au fur et à mesure que sa longueur s'accroît (problème de rigidité du faisceau). Pour tous les échangeurs démontables, il convient de laisser un espace libre suffisant dans l'axe de l'échangeur pour permettre la sortie du faisceau de tubes.

Les matériaux utilisés dépendent des fluides choisis ; les plus courants sont les aciers ordinaires, les aciers inoxydables, le cuivre, le laiton, les cupronickels, le graphite, le verre ou les matières plastiques.

Deux dispositions de tubes sont possibles : le pas triangulaire et le pas carré (figure 10). La disposition en pas carré offre une plus grande facilité de nettoyage (toute la surface extérieure des tubes est accessible par un jet d'eau sous pression ou par un instrument de nettoyage). La disposition en pas triangulaire est plus compacte, donc plus économique. Les pas standards les plus courants sont 0,024 ; 0,025 ; 0,030 ; 0,032 et 0,038 m (15/16 ; 1 ; 19/16 ; 5/4 et 3/2 in).

Le rapport du pas au diamètre extérieur des tubes sera au minimum de 1,25 et sera pris supérieur à 1,25 si l'on souhaite limiter les pertes de pression côté fluide dans la calandre ou pour les bouilleurs dégageant une forte quantité de vapeur.

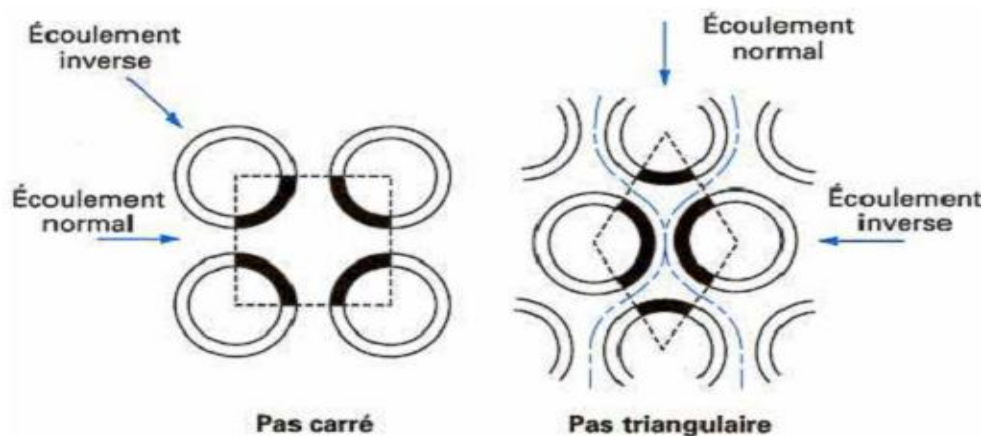


Figure II.10 : Pas des tubes [23]

II.5.2.5. Chicanes:

Elles ont pour rôle d'augmenter la vitesse du fluide dans la calandre et la rigidité du faisceau.

Dans le cas d'un transfert de chaleur sans changement de phase, il est intéressant d'augmenter la vitesse du fluide pour améliorer le coefficient d'échange. La vitesse est d'autant plus élevée que les chicanes sont rapprochées pour l'écoulement transversal au faisceau de tubes (entre deux chicanes) et qu'elles ont une ouverture faible pour l'écoulement parallèle au faisceau de tubes (au passage de la chicane). Mais un compromis doit être trouvé pour avoir simultanément un coefficient global d'échange thermique et des pertes de pression acceptables.

Par ailleurs, les chicanes sont nécessaires pour augmenter la rigidité du faisceau. Le code TEMA donne le tableau suivant de longueur maximale non supportée, pour des tubes en acier à température modérée ($< 400\text{ }^{\circ}\text{C}$) :

Tableau II.1 : Longueur maximale non supportée selon TEMA

Diamètre extérieur du tube (mm)	Longueur maximal non supportée (m)
15,9	1,231
19,0	1,524
25,4	1,880
31,7	2,235
38,1	2,540
50,8	3,175

Les chicanes sont de même matériau que la calandre ; elles peuvent être de plusieurs types : chicanes classiques (figures 11 a, b et c) ou à barreaux (figure 11d) (rod baffle dans la littérature anglo-saxonne) dont le développement et l'utilisation sont relativement récents. Dans ce dernier cas, les tubes sont tenus dans la calandre par des grilles de barreaux, alternativement de barreaux horizontaux puis verticaux. Les chicanes à barreaux ont été imaginées pour répondre à deux préoccupations essentielles des constructeurs et utilisateurs d'échangeurs à tubes et calandre :

- supprimer ou tout au moins réduire les problèmes de vibrations des tubes quelquefois induites par l'écoulement du fluide dans la calandre ;
- améliorer les performances thermo hydrauliques du fluide s'écoulant dans la calandre (augmenter le coefficient d'échange thermique et réduire les pertes de pression), en remplaçant l'écoulement transverse classique du fluide par rapport aux tubes par un écoulement longitudinal.

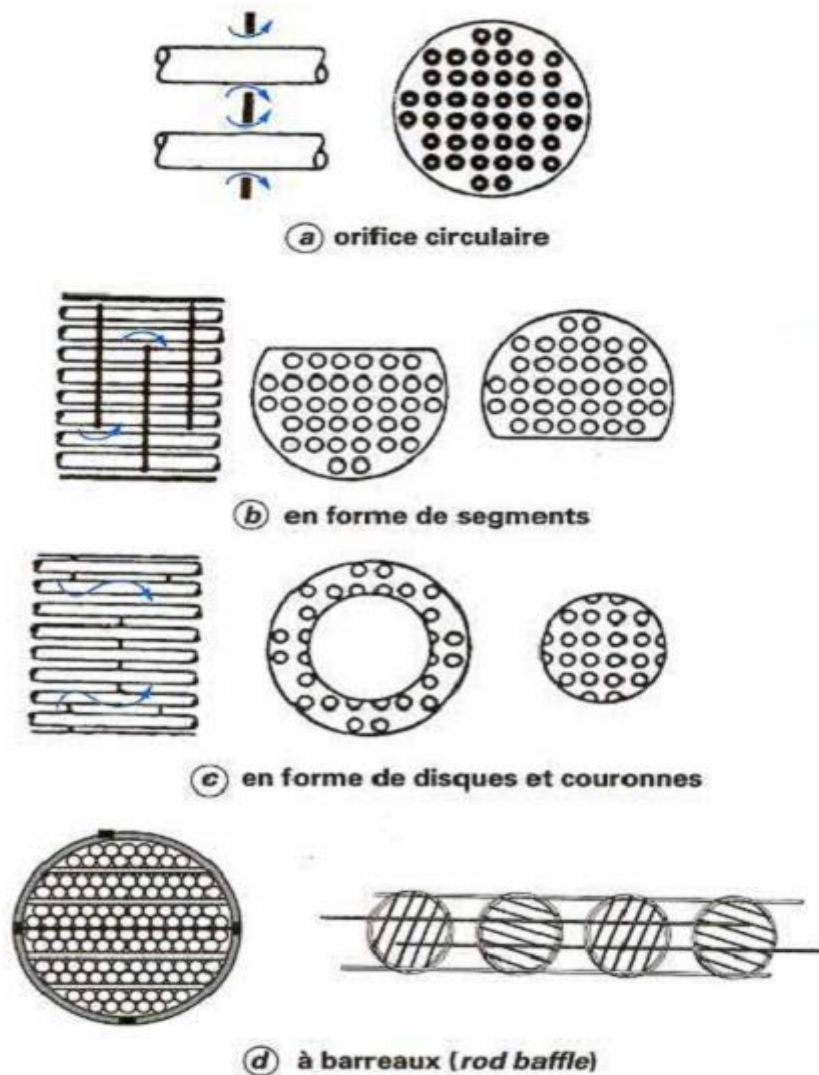


Figure II.11 : Diverses géométries de chicanes transversales [17]

II.5.2.6. Tirants et entretoises:

Ce sont des dispositifs ou équivalents assurant la liaison du système de chicanes, qui ont pour objet de maintenir les chicanes et les plaques supports solidement en place. Les tirants et entretoises doivent être du même matériau que la calandre.

II.5.2.7. Déflecteurs longitudinaux:

Entre les tubes périphériques et la calandre subsiste nécessairement un vide non négligeable. Une part importante du fluide peut alors contourner le faisceau (phénomène de by-pass) et ne pas participer à l'échange de chaleur, ce que l'on atténue en utilisant des déflecteurs longitudinaux. Ceux-ci peuvent aussi servir au guidage du faisceau lors du montage.

II.5.2.8. Déflecteur d'entrée:

Il sert à protéger, dans certains cas, le faisceau contre l'impact du fluide entrant ; il est nécessaire pour :

- les vapeurs saturées ;
- les mélanges diphasiques ;
- tout fluide homogène non corrosif, non abrasif pour lequel le produit ρv^2 dépasse 250 kg/ (m · s²) (avec ρ masse volumique en kg/m³ et v vitesses en m/s) ;
- tout autre fluide tel que le produit ρv^2 dépasse 750 kg/ (m · s²).

II.5.2.9. Événements, vidange:

Dans la conception d'un échangeur devant réchauffer ou refroidir du liquide, il faut s'assurer qu'aucune poche de gaz ne peut stagner et ainsi diminuer la surface efficace. Il est donc nécessaire de prévoir des piquages d'événements et de vidange

II.5.3. Critères de sélection:

- a) Pour un fluide sous forte pression (> 1 MPa par exemple) ; il faut le faire circuler de préférence à l'intérieur des tubes pour éviter une trop forte épaisseur de calandre.
- b) Pour un fluide encrassant (par exemple un produit risquant de polymériser), il faut :
 - le faire circuler de préférence à l'intérieur des tubes, car il est alors possible de nettoyer l'intérieur sans démonter l'échangeur. Si les nettoyages sont fréquents et si la pression est suffisamment basse pour qu'un couvercle de boîte plat soit acceptable, utiliser les boîtes avant A et C (tableau 1) alliées respectivement avec les boîtes arrières L et N ; il suffit de démonter les couvercles sans toucher aux boîtes pour effectuer le nettoyage ;
 - éviter les tubes en U (difficiles à nettoyer). S'il y a risque d'encrassement à l'extérieur des tubes, il faut choisir un pas carré plutôt qu'un pas triangulaire et un faisceau tubulaire démontable pour faciliter le nettoyage.
- c) Pour de forts écarts de température entre les deux fluides (> 50 °C), il risque d'y avoir des problèmes de dilatations différentielles ; il faut alors :
 - éviter d'avoir les deux plaques tubulaires soudées à la calandre ;
 - choisir des tubes en U (s'il n'y a pas écrasement à l'intérieur des tubes et si le nombre de passes choisi est pair) ;
 - à défaut, utiliser des boîtes P, S, T à tête flottante ;

- éventuellement, utiliser des plaques soudées sur calandre, mais en munissant la calandre d'un soufflet de dilatation. Ce dernier assemblage est cependant fragile et ne doit être employé qu'à des pressions très modérées (quelque 0,1 MPa).
- d) En cas de fuite d'un fluide dans l'autre ayant des conséquences graves, il faut éviter les têtes S et T dans lesquelles l'étanchéité n'est pas parfaite et faire en sorte que la fuite se fasse dans le sens le moins dangereux (choix des pressions des deux fluides).
- e) Ces différents critères peuvent être contradictoires. Il appartient alors au concepteur de trouver le meilleur compromis possible. Si plusieurs solutions sont techniquement possibles, le critère de coût minimal les départagera [24].

Chapitre III: Présentation de la station SP1Bis

III.1. Description générale de l'oléoduc OB1/24"CDHL - TMB:

L'Oléoduc OB1/24" liant le parc de stockage CDHL sise à HEH par le Terminal Marin Bejaïa est le premier pipe line installé en Algérie par l'entreprise SOPEG, fondée en 1957, par la compagne Française de pétrole (CFP) et la Société Nationale de Recherches et d'exploitation de Pétrole en Algérie (SNREPAL), fut mis en service en 1959 pour acheminer le pétrole brut au terminal marin de Bejaïa d'où sa dénomination d'OB1 dont sa longueur est de 668 Km, et son diamètre est de 24 pouces.

Au début, l'OB1 était mis en service avec seulement trois stations de pompages SP1/HEH, SP2/Biskra et SP3/M'Sila pour une capacité de 12.5 MTA ($1800 \text{ m}^3/\text{h}$) puis, juste après sa mise en service en 1959 et pour porter sa capacité à 15 MTA ($2200 \text{ m}^3/\text{h}$), on a décidé de construire au point kilométrique 190 en aval de SP1 la quatrième station au niveau de Djamaa qui fut réceptionnée en 1961 et qui porta finalement le nom SP1Bis Djamaa puisqu'elle était en amont de SP2.

Vers 1969, alors que les besoins en pétrole allaient en grandissant, quatre stations intermédiaires appelées aussi stations satellites (SPA, SPB, SPC et SPD) en mises en ligne pour pouvoir atteindre la capacité de 17.8 MTA ($2540 \text{ m}^3/\text{h}$). Ainsi le transport du brut de l'OB1 est assuré par quatre stations principales (SP1, SP1Bis, SP2 et SP3) et quatre stations satellites (SPA, SPB, SPC et SPD), actuellement l'exploitation de la ligne se fait avec $700 \text{ m}^3/\text{h}$ à $1800 \text{ m}^3/\text{h}$ et peuvent aller jusqu'à $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ selon la demande du terminale Bejaïa et aussi suite à la mise en service des nouvelles stations à savoir SP1Bis, SP2 et SP3.

Toutes ces stations ainsi que le terminal TMB sont gérées par la Direction Régionale de Bejaïa DRGB à l'exception de la station de départ SP1 gérée par la Direction Régionale de Haoudh-El-Hamra DRGH. En 1974, débuta le transport du condensat (C5⁺) de l'OB1.

Par ailleurs, à partir de 1970, sur une longueur de 131 Km et pour acheminer le brut vers la raffinerie de Sidi Arcine Alger (TRA) qui était auparavant alimentée à partir de Bejaïa par cabotage, un piquage de 16" sur l'OB1 ainsi que une station de pompage (SBM) furent réalisés au niveau de Béni Mansour (PK573). Cet Oléoduc fut appelé OG1 (1^{er} Oléoduc arrivant à Alger). Étant l'unique station de pompage sur l'OG1, la station SBM assure l'approvisionnement en brut de la raffinerie de Sidi Arcine par un débit d'alimentation stable ou le soutirant directement de l'OB1 22", au cas où l'OB1 22" est en colonne de condensat, le soutirage se fait alors à partir de deux bacs installés justement à cet effet à Béni Mansour. Puis en 2005, au presque sur le même parcours, ce pipeline fut totalement remplacé par un 20" d'une longueur de 145 Km [25]. Après la mise en service de l'oléoduc NK1 reliant le terminal

départ HEH par le terminal arrivé de Skikda en 2009 l'OB1/24" transporte uniquement le pétrole brut.

Les 04 Stations de Pompage dont il y a lieu de se concentrer sont :

1. SP1Bis Djamaâ Wilaya d'El Oued.
2. SP2 El Outaya Wilaya de Biskra.
3. SP3 Chef Lieu Wilaya de Msila.
4. SBM Béni Mansour Wilaya de Bejaïa.

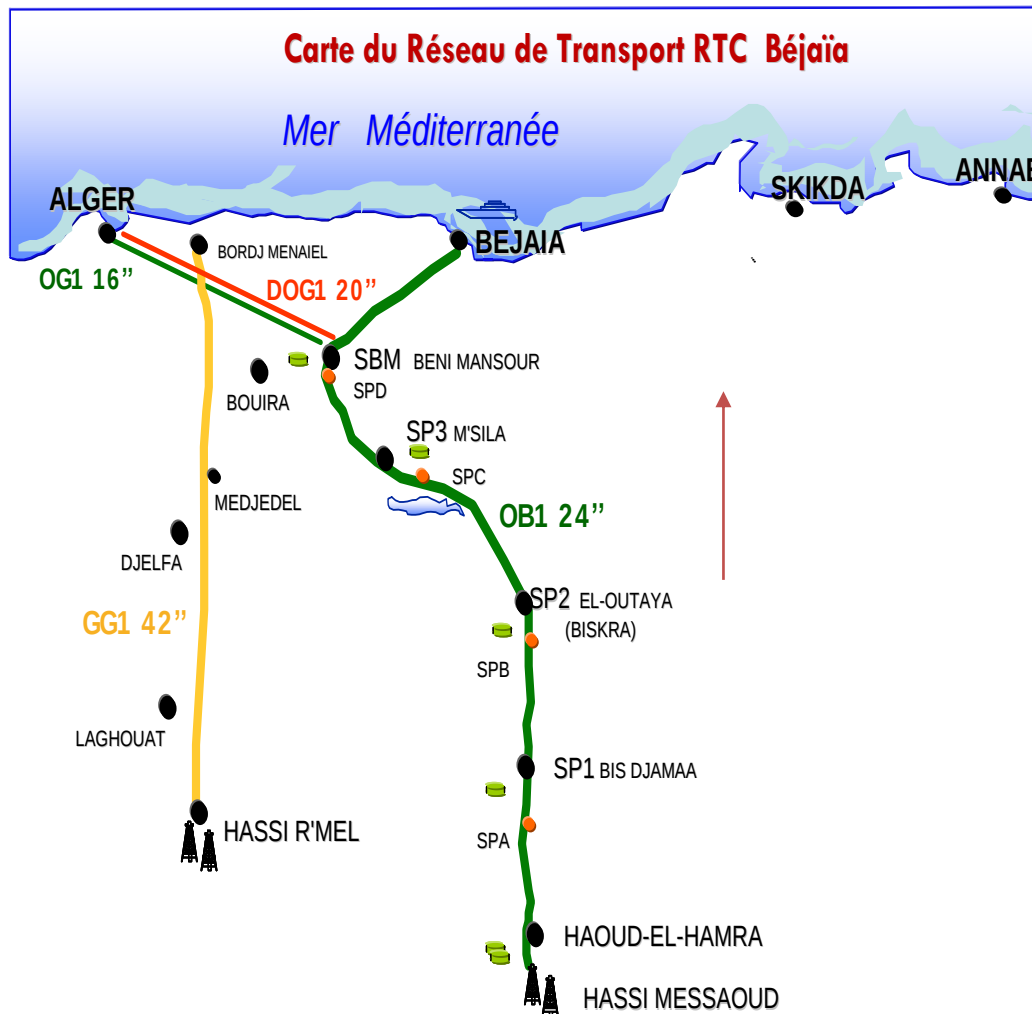


Figure III.1 : Localisation de l'OB1/24" sur le réseau de transport centre [26]

III.1.1. Profil en long de l'OB1:

Partant du centre de stockage de Haoudh-El-Hamra au point kilométrique zéro dont l'altitude est de 150 mètres, et traversant les deux principaux pics l'un à Metlili au PK 386 dont l'altitude est de 542 mètres et l'autre à Selatna au PK 533 dont l'altitude est de 1032 mètres. Enfin, il atteint le terminal marin de Bejaïa TMB après d'un parcours de 668

Kmenviron. Entre HEH et Selatna l'OB1 est de 24"et il est seulement de 22"pour le reste de son parcours vers le terminale marin de Bejaïa.

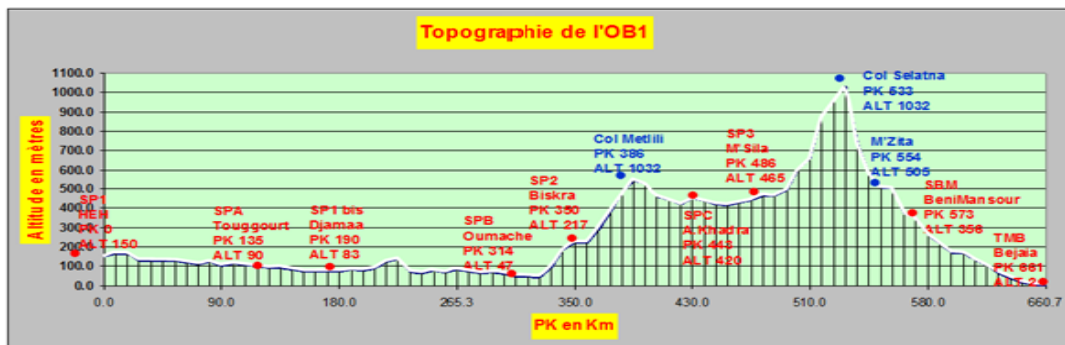


Figure III.2 : Profil en long de l'OB1 [25]

III.1.2. Régimes d'exploitation de l'OB1 :

Tableau III.1 :Exemples des régimes d'exploitation de l'OB1 [25]

Phase	Débit	Tonnage	Nombre de groupe en service dans chaque station
1^{er} cas : SP1Bis à l'arrêt			
1	800 m ³ /h	4.5 MTA	SP1HEH(01GEP)/SP2Biskra(01GEP)/SP3M'Sila(01GEP)
2	1400 m ³ /h	9.8 MTA	SP1HEH(03GEP)/SP2Biskra(02GEP)/SP3M'Sila(02GEP)
2^{ème} cas : SP1Bis en service avec une (01) seule turbopompe			
3	1800m ³ /h	12.5 MTA	SP1HEH(03GEP)/SP2Biskra(03GEP)/SP3M'Sila(03GEP)
4	2200m ³ /h	15 MTA	SP1HEH(04GEP)/SP2Biskra(04GEP)/SP3M'Sila(04GEP)

III.2. Description de la station de pompage SP1Bis:

III.2.1. Situation géographique:

- **Localisation du site :** Cette station est située au PK 189.820 de l'oléoduc OB1 à 28Km à l'ouest de la ville Djamaa, dans la willaya d'El-Oued. Le site se situe à 83m de l'altitude saharienne [27].



Figure III.3: Vue aérienne de la station SP1Bis djamaa

III.2.2. Historique de la station SP1Bis:

La station de pompage SP1BIS de Djamaa est gérée par l'activité transport par canalisation TRC région transport centre de Bejaïa RTC de la société SONATRACH.

L'ancienne station SP1Bis a été mise en service en 1960. Dans le cadre de la réhabilitation de l'oléoduc OB1/24", une nouvelle station a été construite à proximité de l'ancienne station. Le démarrage de la nouvelle station SP1 Bis a été effectué en date du JUIN 2007.

L'effectif permanent du site est de 62 personnes, ce site s'étend sur une superficie de 267 800 m² dont 199 800 m² pour les installations de pompage.

III.3. Description des systèmes et des équipements dans la station SP1Bis :

III.3.1. Système de pompage et expédition :

Le brut provenant de la station par OB1/ 24". Le produit passe en suite à travers des filtres pour les hydrocarbures. Trois filtres seront installés, chacun dimensionné pour une capacité de 1100 m³/h et permettant de retenir les particules de taille supérieure ou égale à 500micron. En fonction normal, deux filtres seront en service, et le troisième en secours.

Le fluide arrive en suite à l'aspiration de deux pompes centrifuges horizontales. Chacune de ces pompes est entraînée par une turbine à gaz. En fonctionnement normal, une pompe sera en service et l'autre en secours. Le produit pompé est transféré vers la station SP2

III.3.1.1. Les turbines à gaz:

Les turbines à gaz au niveau de la station SP1Bis sont de modèle GE10/2, elles sont utilisées pour entraîner des pompes centrifuges. (Annexe n°4)

La turbine à gaz GE10/2 est une machine rotative à combustion interne, elle pressurise de l'air, le mélange avec un combustible est brûlé dans une chambre de combustion. Les gaz ainsi produits sont détendus au niveau des aubes d'une turbine de détente.

Tableau III.2 : Caractéristiques de la turbine GE10/2 [29]

Modèle	GE10/2
Puissance fournie à régime normal	11.982 kw
Compresseur axial	
Nombre d'étages	11
Vitesse de rotation	11220 tr/min
Section turbine	
Nombre d'étage	4
Vitesse rotor	8295 tr/min
Température admission air	Min -5°C et Max 45°C
Combustible	Gaz
Système de lancement	Turbine de lancement
Système de commande	MKIV

➤ Principe de fonctionnement

Grace à une turbine de lancement, le rotor de la turbine HP est lancé à 20% de sa vitesse nominale.

Le compresseur axiale aspire l'air de l'atmosphère et le refoule dans la chambre de combustion, ou un rapport de combustion permettra de produire un gaz chaud à pression constante.

Les gaz chauds ainsi produits viennent se détendre sur les roues hautes pression, puis dans les roues basses pression pour s'échapper ensuite dans l'atmosphère. Donc, on produit un travail utile pour entraîner la pompe centrifuge.

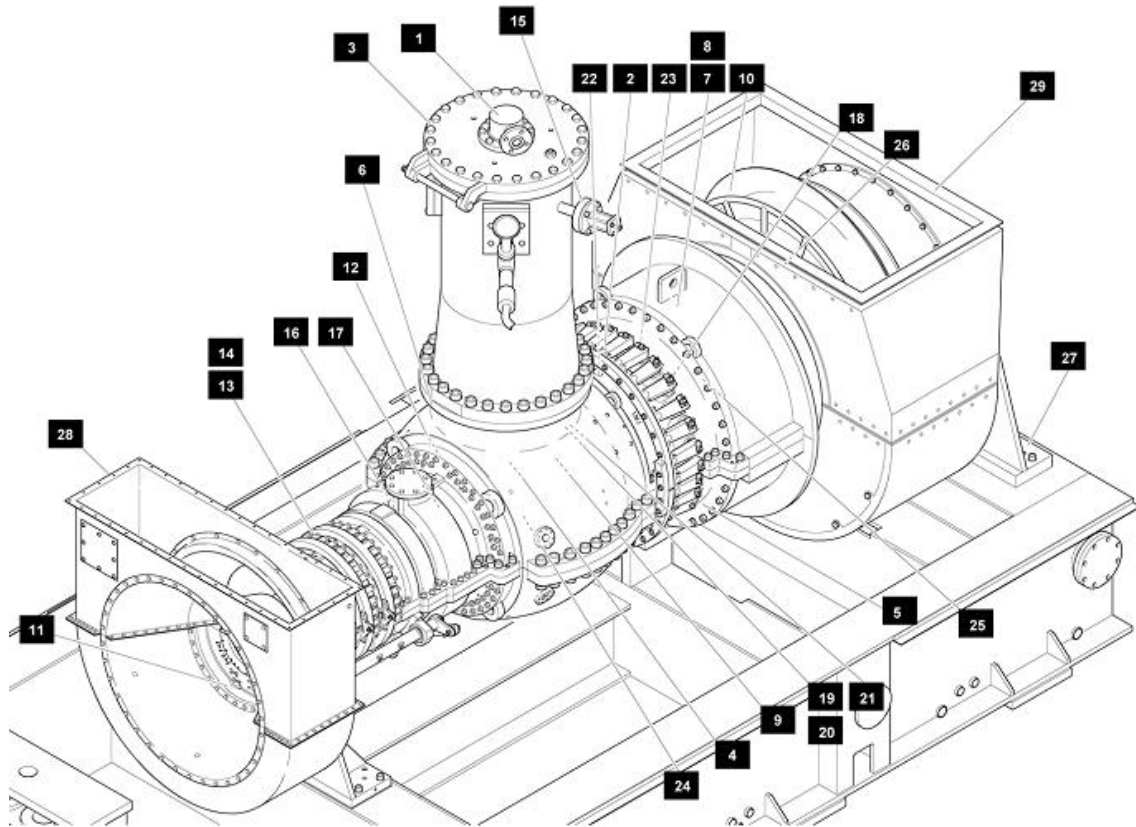


Figure III.4: Présentation de la turbine GE10/2[29]

III.3.1.2. Les pompes d'expédition :

Les pompes entraînées par les turbines GE10/2 sont de types 10X18BFD/2 horizontales, le corps de la pompe en deux pièces, à aspiration unique, à deux étages.



Figure III.5: Présentation de la pompe d'expédition

III.3.2. Système de purge et bac de détente:

Un ballon de purge de capacité nominale de 10 m³, situé dans une fosse, sera installé pour collecter les liquides de drainage des équipements de la station. Celui-ci sera équipé une pompe de relevage verticale.

Un bac de détente atmosphérique d'une capacité nominale de 1000 m³ est prévu de recueillir les effluents des soupapes de l'installation ainsi que les liquides de purge transférés par la pompe de vidange du ballon de purge. Deux pompes de transfert (une en service et l'autre en secours) sont prévues afin de recycler dans le bac de détente vers l'entrée de la station.

III.3.3. Unité de traitement de gaz (Skid gaz):

Le gaz alimentant les turbines d'entraînement des turbo-alternateurs et des turbopompes arrive sur la station par un pipeline de 122 Km en 16". Comprend un séparateur d'entrée, deux filtres à poussière, un banc de comptage débit de gaz total, deux réchauffeurs électrique, une armoire thyristor de contrôle et commande et un poste de détente.

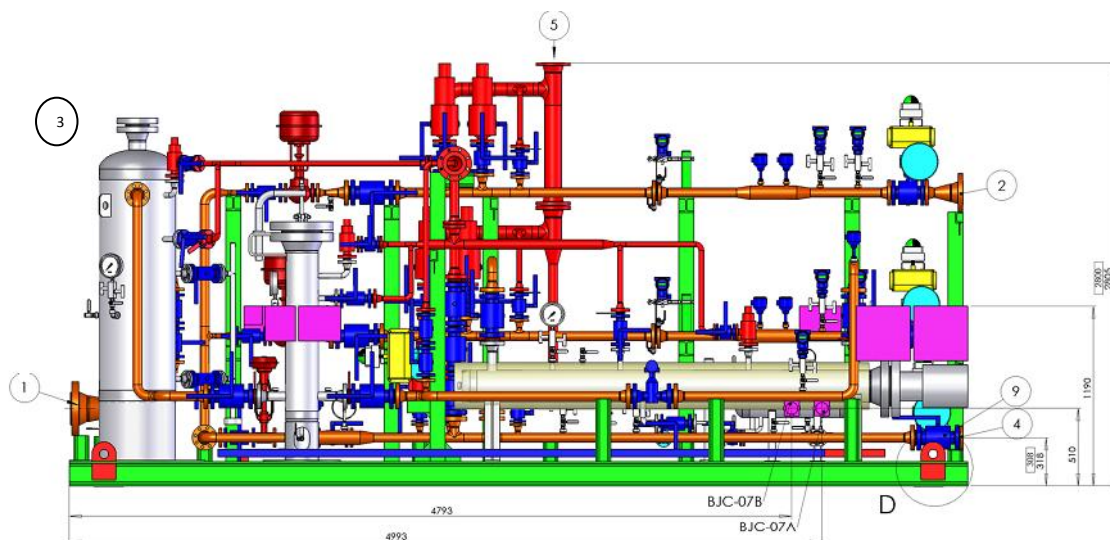


Figure III.6: Vue de face de l'unité Skid gaz S01 [30]

III.3.3.1. Séparateur de gaz:

Un séparateur (V03) en entrée du Skid gaz permettra de se prémunir d'un éventuel phénomène de slugging avec arrivée intempestive et massive de liquide (condensat, eau) via la ligne de gaz, seuil de séparation (gouttelettes > 5μ à 99%). Les liquides récupérés sont dirigés vers le réseau de drain fermé de la station.

III.3.3.2. Filtres à gaz:

Deux filtres à gaz (F03A/B) en parallèle sont installés en aval du séparateur, chaque filtre est équipé par un cartouche en fibre de verre, le seuil de filtration (particules solides $> 10\mu$ à 99%). Un filtre en service, l'autre en secours, afin de permettre une maintenance sans arrêt de l'installation. Chaque filtre sera muni d'un dispositif adéquat de drainage et d'évent, un indicateur de pression différentielle avec alarme haut sera installé pour chaque filtre.

III.3.3.3. Réchauffeurs à gaz:

Le réchauffage est destiné à protéger les turbines en évitant la formation de gouttelettes de condensats liquides lors de la détente du gaz. Il doit permettre de produire en sortie du Skid de gaz, un gaz à une température supérieur au point de rosé d'hydrocarbure d'au moins 20°C.

Le réchauffeur est électrique, constitue de deux calandres chauffantes identiques montées en parallèle et situées en amont des détendeurs. Une chauffante calandre sera en service, l'autre en secours.

La puissance installée du réchauffeur sera 96 Kw. La puissance devra être modulable de 0 à 100%.

III.3.3.4. Détendeur:

L'objectif du détendeur est de réduire la pression opératoire afin de répondre aux spécifications requise pour l'entrée des consommateurs en sortie de Skid (turbopompe, turboalternateur et base de vie). Les postes de détente sont constitués de deux vannes de régulation une en service, l'autre en réserve.

III.3.4. Unité de production, traitement et stockage d'eau:

La production d'eau brute est assurée à partir d'un puits d'eau, cette eau sera pompée par l'intermédiaire d'une électropompe immergée en fond de puits. Cette pompe alimentera un bac d'eau brut et un stockage distinct d'eau incendie. Une unité de traitement d'eau par osmose inverse est prévue afin de satisfaire aux besoins en eau traité. L'unité de traitement d'eau comportera tous les éléments de filtration et de traitement chimique requis en fonction de qualité d'eau brute. L'eau traitée sera stocké dans un bac d'eau traitée.

III.3.5. Unités de production d'air comprimé:

Un système de production d'air comprimé sera installé pour

- L'alimentation des boucles de régulation et des vannes pneumatiques
- Le décolmatage des filtres d'aspiration des turbines à gaz

III.3.6. Système de lutte contre l'incendie:

Un système de lutte contre l'incendie est installé conformément aux recommandations de la norme NFPA. Ce système est constitué principalement un système de détection, d'une pomperie d'eau incendie et d'un réseau de distribution.

III.3.7. La centrale électrique:

Une centrale électrique est prévue dans l'enceinte de la station. Elle est composée de deux groupes turbo-alternateurs fonctionnant en parallèle, chaque groupe à une puissance de 1150 KVA.

III.3.8. Télécommunication et système de control station:

Le système de supervision et de contrôle commande de la station DCS devra permettre le pilotage à distance ou en local des équipements et de leurs auxiliaire à l'aide d'écrans et de clavier (station homme machine).

III.3.9. Systèmes des eaux huileuses:

Un réseau de collecte d'eaux huileuses est prévu, et l'alimente par écoulement gravitaire une fosse de décantation. Les eaux huileuse récupérées sous les équipements dans le cas d'orage, d'eau incendie ou de nettoyage et les rejets de vidange. Une pompe permet d'envoyer au borbier l'huile recueillie.

III.3.10. Système de télé surveillance:

Un système de caméra devra être prévu, il est composé des éléments suivants :

- Des caméras mobile et fixe installé sur site.
- Une console de contrôle installé à la salle de contrôle.
- Un nouveau système de télé surveillance (STS) est installé.

III.4. Sources d'énergie perdue dans la station :

III.4.1. Système de ventilation:

Le système de ventilation du logement de la turbine fournit la ventilation au compartiment du logement de la turbine pour éviter des conditions de température excessive et l'accumulation de gaz dangereux.

Le système est composé par deux ventilateurs, tous les deux aptes à un fonctionnement au 100%. En conditions normales, seulement un ventilateur (Principal) est en fonction, tandis que l'autre est éteint (Stand-by).

L'air entre dans le logement de la turbine est à la température ambiante, en sortie du logement la température varie entre 50 à 80°C selon l'ambiante et l'état de la machine. Avec un débit de 53000 Nm³/h, et une chute de pression de 35 mm H₂O.

III.4.2. Echappements des turbines à gaz :

La chaleur produite par la combustion travers l'échappement vers l'atmosphère, cette chaleur peut atteindre 513°C. (Annexe n°4)

Chapitre IV: Simulation et optimisation

IV.1. La simulation :

IV.1.1. Description du logiciel HYSYS :

Le logiciel HYSYS est un logiciel de simulation de procédés en génie chimique développé par Hyprotech (canada). Il permet le traitement des problèmes simples, tels que les séparations et les problèmes plus complexes tel que la distillation atmosphérique du pétrole brut et les transformations chimiques [31].

Les différentes tâches qu'un simulateur de procédé devrait effectuer sont:

- La résolution des bilans de matière et d'énergie.
- L'optimisation du procédé.
- Le dimensionnement des équipements
- L'évaluation économique du procédé.

IV.1.2. Le choix du modèle thermodynamique:

Les logiciels de simulation donnent accès à plusieurs modèles thermodynamiques pour la prédiction de l'équilibre liquide vapeur, d'enthalpie et d'entropie ainsi que les propriétés de transports.

La réussite de la simulation dépend de choix de modèle thermodynamique, car ce dernier est établi pour une classe de fluide et un domaine de conditions de pression et de température recommandée.

Pour les applications de raffinage du pétrole, de traitement du gaz et de pétrochimie, l'équation d'état de **Peng-Robinson (PR)** est généralement le modèle recommandé.

IV.1.3. Simulation de l'unité Skid gaz avec les conditions les plus contraignantes:

Cette partie consiste à simuler l'unité de conditionnement de gaz naturel Skid gaz avec les conditions les plus contraignantes pour but de résoudre le schéma de procédé et consulter les résultats pour pouvoir ensuite valoriser l'idée d'optimiser, avant l'intégration de l'échangeur de chaleur dans le circuit,. En employant un logiciel de simulation le plus connu dans le domaine d'engineering, qui est Aspen Hysys version **V8.8**.

IV.1.3.1. Données de simulation :

Les données de simulation de l'unité Skid gaz sont citées dans les tableaux suivants (IV.1 et IV.2):

➤ Composition chimique du gaz

L'analyse chromatographique de la charge a été réalisée dans le cadre du projet. Les résultats sont regroupés dans (le tableau IV.1).

Tableau IV.1 : Compositions chimiques du gaz d'alimentation de l'unité [32]

Composé	Valeur (% mole)
Gaz carbonique	0.15
Azote	5.94
Méthane	83.25
Ethane	7.5
Propane	1.92
i-butane	0.40
n-butane	0.42
i-pentane	0.11
n-pentane	0.13
nC6	0.0010097
nC7	0.0005890
nC8	0.0001851
nC9	0.0000151
nC10	0.0000008
nC11	0.0000001
nC13	0.0000002
Total	100
Teneur en soufre	30 mg/Nm ³
H ₂ S	Négligeable
Poids moléculaire	19.01g/mole
PCI	9097 kcal/ Nm ³

➤ Paramètres opératoires

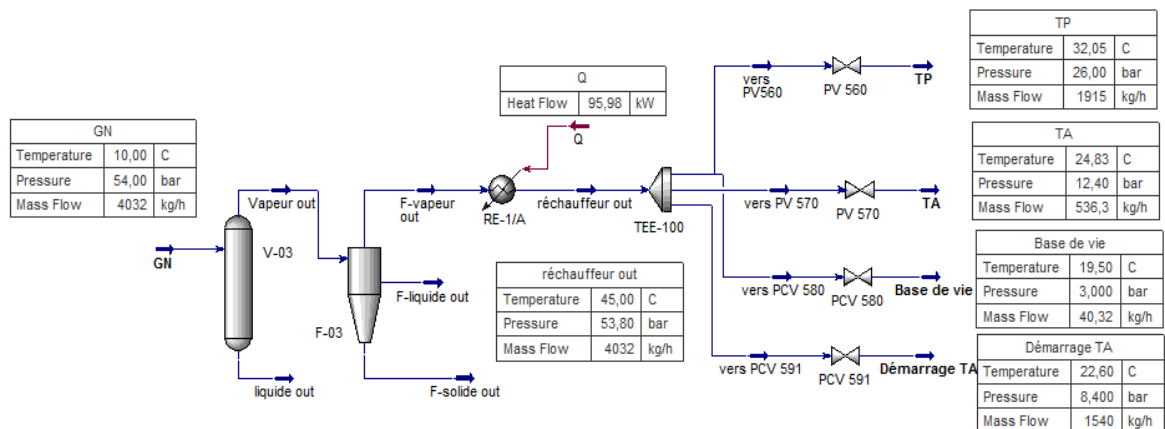
Les paramètres opératoires les plus contraignants ont été réalisés dans le cadre du projet [32].

Tableau IV.2 : Les paramètres opératoires de marche

Désignation	T (°C)	Q (kg/h)	P (bar eff)
Gaz entré V03	10	4032	54
Gaz sortie V03	10	4032	54
Gaz entré F03 (A/B)	10	4032	54
Gaz sortie F03 (A/B)	10	4032	53.8
Gaz entré RE1 (A/B)	10	4032	53.8
Gaz sortie RE1 (A/B)	45	4032	53.8
Gaz entré PV (560/561)	45	1917	53.8
Gaz sortie PV (560/561)	31.7	1917	26
Gaz entré PV (570/571)	45	539	53.8
Gaz sortie PV (570/571)	24	539	12.4
Gaz entré PCV (560/581)	45	42	53.8
Gaz sortie PCV (580/581)	/	42	3
Gaz entré PCV (591)	45	1534	53.8
Gaz sortie PCV (591)	/	1534	10.3

IV.1.3.2. Schéma de simulation du procédé:

Le schéma de la simulation avec les conditions les plus contraignantes est donné sur la figure IV.1

**Figure IV.1 : Schéma de simulation (PFD) de l'unité Skid gaz**

IV.1.3.3. Les résultats de simulation :

La simulation de l'unité Skid gaz a convergé et les résultats sont regroupés dans le tableau IV.3.

Tableau IV.3: Résultats de la simulation

Désignation	Données de constructeur	Simulé	Ecart
Température Gaz sortie PV (560/561)	31.7°C	32.05°C	0.35
Température Gaz sortie PV (570/571)	24°C	24.83°C	0.83
Température Gaz sortie PCV (580/581)	Pas donné	19.50°C	
Température Gaz sortie PCV (591)	Pas donné	22.60°C	
Puissance absorbée RE1	91KW	95.98KW	4.98

IV.1.3.4. Discussion:

Après la comparaison des résultats de la simulation et les données de constructeur on voit clairement que les résultats sont presque identiques. Ceci nous confirme la fiabilité de ce logiciel.

La température de sortie dans chaque vanne est supérieure au point de rosé d'hydrocarbures d'au moins 20°C.

La température de sortie du réchauffeur doit être supérieure ou égale 45°C pour assurer la condition précédente.

IV.2. L'optimisation:

Dans cette partie, l'optimisation par la technique de la Co-génération est basée sur l'intégration d'un échangeur de chaleur de type tube et calandre qui est le plus répandu et le plus abordable dans notre cas. Le dimensionnement se fait à l'aide d'un logiciel de conception c'est l'Aspen EDR.

IV.2.1. Présentation du logiciel:

Le logiciel Aspen Exchanger Design & Rating (EDR) comprend un certain nombre de programmes pour la conception thermique, la conception mécanique, l'estimation des coûts et les dessins pour les échangeurs de chaleur.

IV.2.2. Logique de la phase de dimensionnement:

Le problème du dimensionnement thermique dans une installation industrielle est illustré par la (figure 01). Il commence, tout d'abord, par la sélection du type d'échangeur adapté au problème posé, puis vient la phase de dimensionnement thermique proprement dite ; elle est destinée à fixer par le calcul la surface d'échange nécessaire au transfert de

puissance sur les fluides considérés. Cette phase de calcul est le plus souvent itérative et permet d'approcher par des essais successifs la solution qui semble la meilleure, à la fois du point de vue thermique et du point de vue hydraulique.

L'aspect hydraulique concerne les pertes de pression sur chaque circuit, et apparaît comme une contrainte au problème d'optimisation thermique : l'optimum géométrique, qui conduirait à une diminution de la surface pour le même rendement thermique, ne doit pas être pénalisant du point de vue des pertes de pression admissibles [33]. EDR est capable de résoudre ce problème.

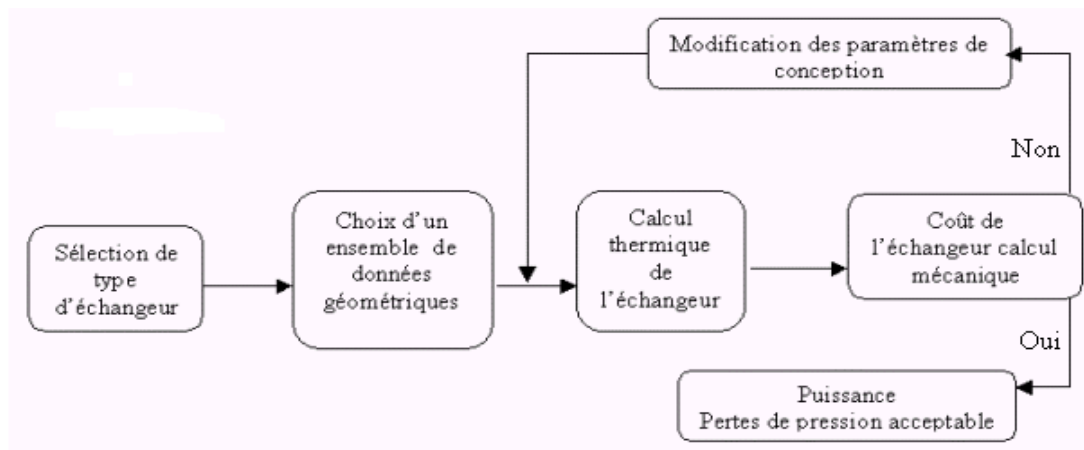


Figure IV.2 : Logique de phase de dimensionnement [22]

IV.2.3. Principe de calcul thermique d'un échangeur:

La figure (03) illustre dans son principe, le calcul thermique d'un échangeur en précisant :

- Les données nécessaires : données géométriques, de fonctionnement et propriétés physiques des fluides.
- La place thermique proprement dite, comprenant des calculs géométriques (sections de passage des fluides, diamètre hydrauliques, etc...), puis des calculs de transfert de chaleur et de pertes de pression, nécessitant tous les deux l'appel à des corrélations adéquates.
- Les résultats, sous forme succincte (puissance thermique échangée et pertes de pression) ou forme plus détaillée (valeurs locales des coefficients d'échanges, nombres dimensionnels caractéristiques, etc...) [34].

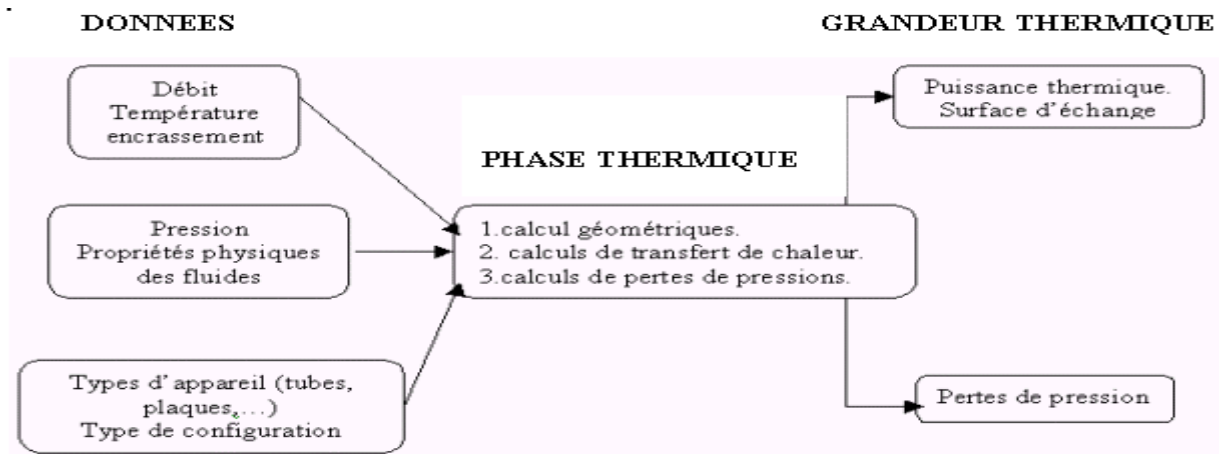


Figure IV.3 : Principe de calcul thermique d'un échangeur[22]

IV.2.4. Dimensionnement thermique de l'échangeur de chaleur proposé:

Dans ce travail, un flux de gaz de combustion sort de l'échappement turbine est utilisé pour chauffer le gaz carburant d'alimentation des turbines à gaz. On va concevoir une conception optimisée en coût d'un échangeur de chaleur Tube & Calandre pour les données de processus indiquées dans le tableau ci-dessous:

Tableau IV.4 : Les données de calcul de l'échangeur

	Coté tube	Coté calandre	Unité
Type de fluide	Gaz d'échappement	Gaz naturel	/
Débit	48.83	1.12	Kg/s
Température (entrée/sortie)	492/x	10/45	°C
Pression entrée	1,3	54	Bar eff
Chaleur spécifique		2.077/1.983	KJ/Kg*K
Viscosité		0.0112/0.0135	Cp
Conductivité thermique		0.0349/0.039	W/m*K
Densité		53.23/43.6	Kg/m ³
Facteur d'encrassement		0,000172	m ² *K/W
Composition chimique			%
N ₂	75.28	Voir Tableau IV.I	
O ₂	15.04		
CO ₂	3.275		
H ₂ O	6.405		

Pour réaliser le design de l'échangeur proposé par le logiciel Aspen EDR il est nécessaire de passer par les étapes suivantes :

IV.2.4.1. Démarrage du logiciel:

On démarre le logiciel en cliquant deux fois sur son icône, alors on obtient la fenêtre suivante :

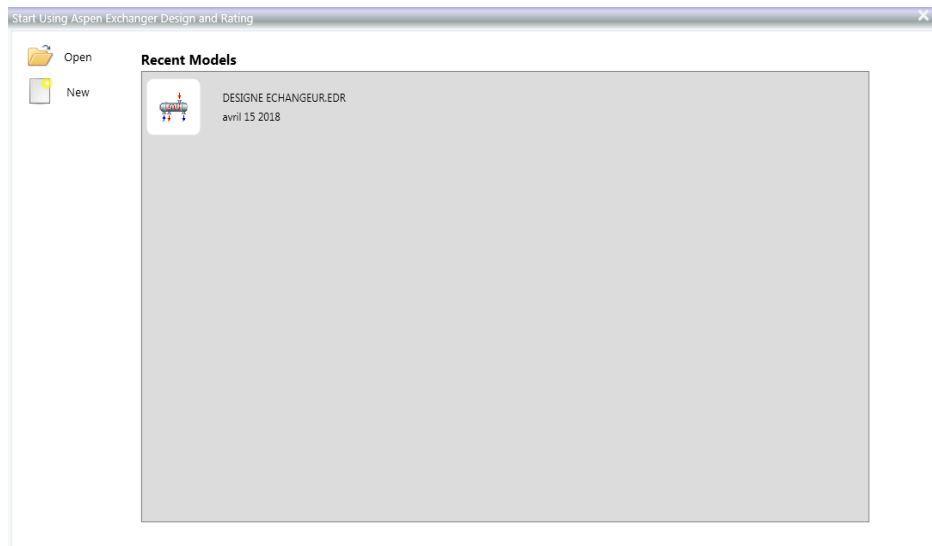


Figure IV.4: Fenêtre de démarrage de l'Aspen EDR

On clique sur new pour ouvrir notre espace de travail, une fois accéder à cet espace sélectionnez « *Shell & Tube* », puis cliquez sur le bouton Créer « *Create* » pour commencer à modéliser un nouvel échangeur. Le programme « *Shell & Tube* » va commencer alors on obtient la fenêtre suivante :

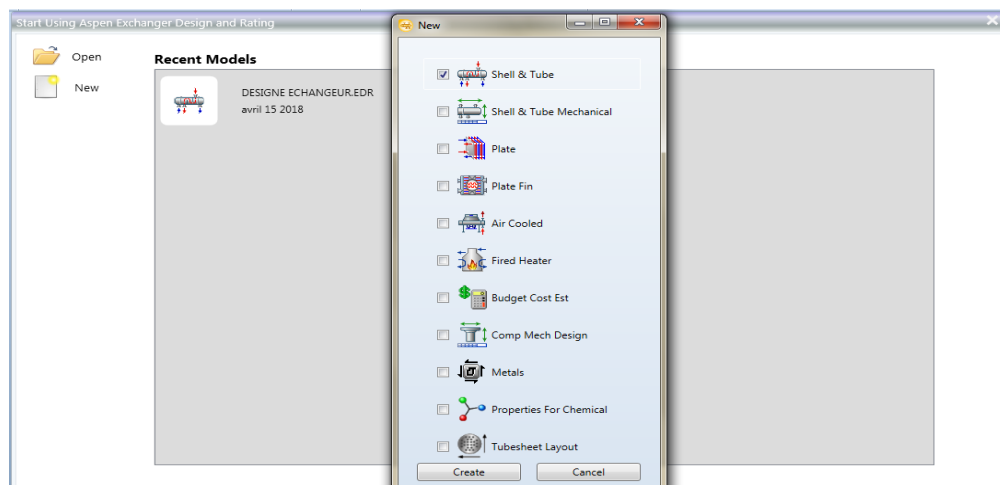


Figure IV.5: Fenêtre du modèle des échangeurs

IV.2.4.2. Introduction les données de processus:

Après validation par « *create* », la fenêtre suivante s'ouvre automatiquement, permettant les réglages généraux de l'échangeur de chaleur (Figure 06). Le volet Navigateur affiche un arbre de toutes les formes dans l'environnement actuel, y compris les formulaires EDR « *Input & Results* ».

Sur « *input application options* » Le « *Calculation mode* » permet de choisir entre « Design et Rating ». La fenêtre permet aussi de localiser l'écoulement du fluide chaud, l'unité de mesure et la méthode de calcul.

La fenêtre suivante « *Process Data* » permet de définir les détails des données de processus, comme décrit dans Tableau 04.

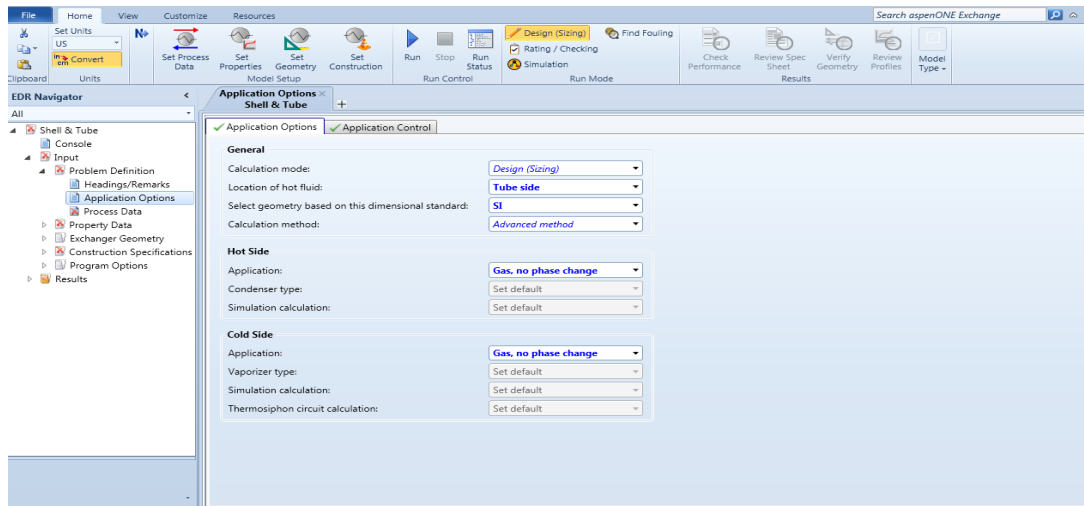


Figure IV.6 : Fenêtre options d'application

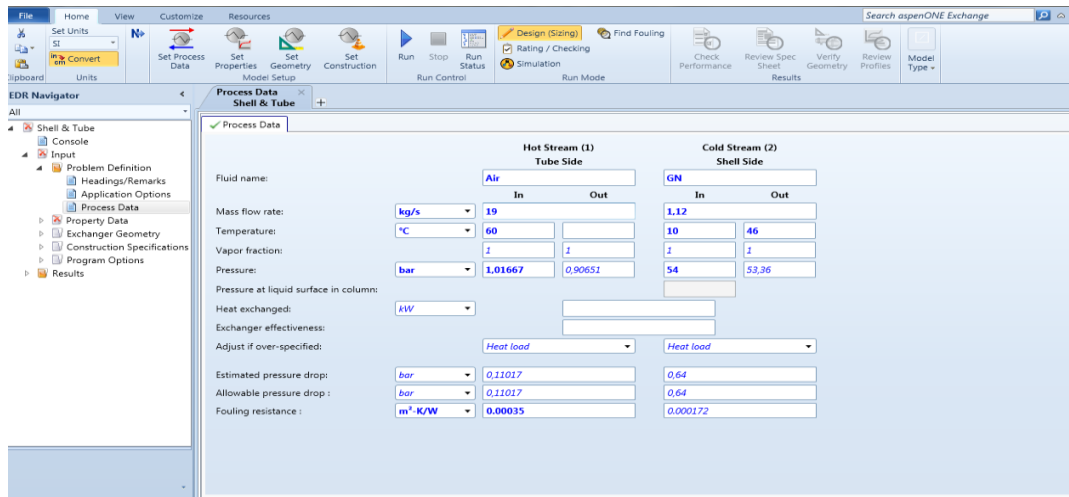


Figure IV.7: Fenêtrdonnées de processus

IV.2.4.3. Introduction propriétés des fluides:

La fenêtre « *Property Data* » permet d'identifier les deux fluides, soit par l'introduction des compositions ou les propriétés (densité, viscosité, chaleur massique ...), ou avec les deux.

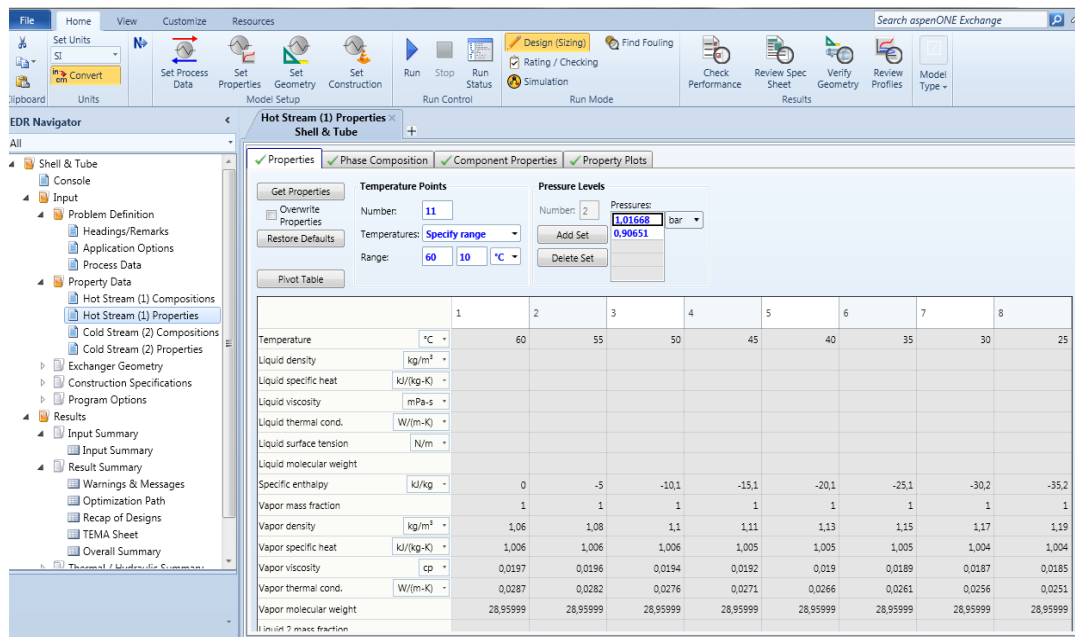


Figure IV.8: Fenêtre données de propriétés

IV.2.4.4. Introduction la géométrie de l'échangeur:

En mode de conception Tube & calandre, le programme explorera un certain nombre de géométries d'échangeurs possibles et présentera la conception la moins chère, et voici les étapes à suivre :

- fenêtre résumé de la géométrie
- fenêtre géométrie de la calandre
- fenêtre géométrie des tubes
- fenêtre géométrie des chicanes
- fenêtre disposition des fiscaux
- **fenêtre résumé de la géométrie :** La base de calcul pour les détails géométriques est sélectionnée sous TEMA standard. Notre échangeur de chaleur doit être évalué par rapport aux flux donnés, Il s'agit de la classe TEMA avec la forme BEM.

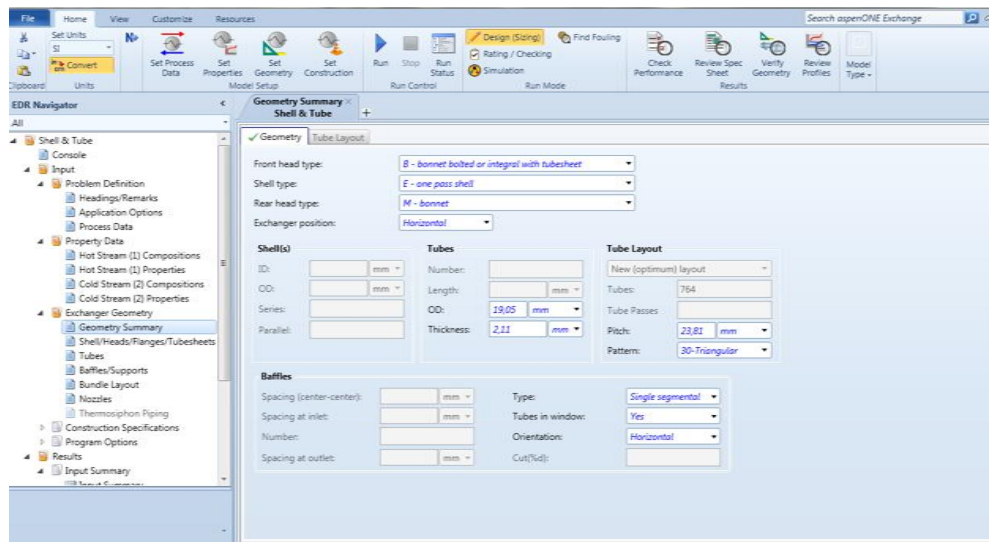


Figure IV.9: Fenêtre résumé de la géométrie

- **fenêtre géométrie de la calandre** : La fenêtre de réglage permet également de choisir entre co-courant et contre-courant.

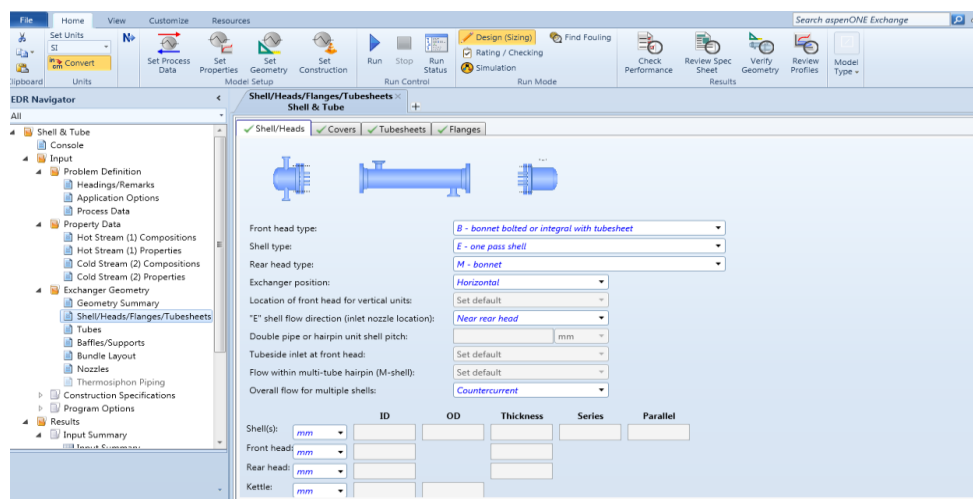


Figure IV.10: Fenêtre géométrie de la calandre

- **fenêtre géométrie des tubes** : Concernant les dimensions des tubes, il s'agit de tubes de 3/4 pouce et de position 30 triangulaire. Toutes les valeurs peuvent cependant être remplacées manuellement. Certaines valeurs par défaut, comme l'épaisseur de la tôle des tubes (Tubesheet, thickness), sont reprises.

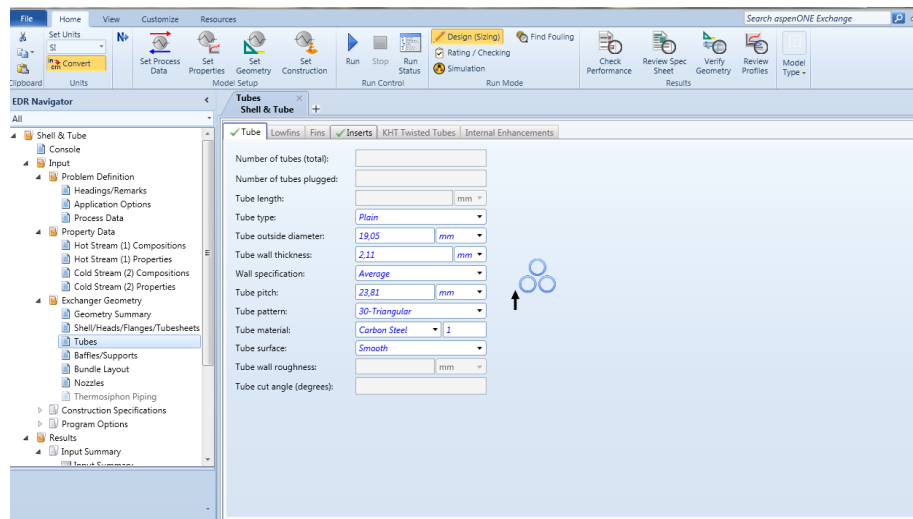


Figure IV.11: Fenêtre géométrie des tubes

- **fenêtre géométrie des chicanes :** Les dimensions géométriques et la disposition des chicanes sont spécifiées dans cette fenêtre. Si aucune valeur n'est indiquée ici, le choix est par défaut.

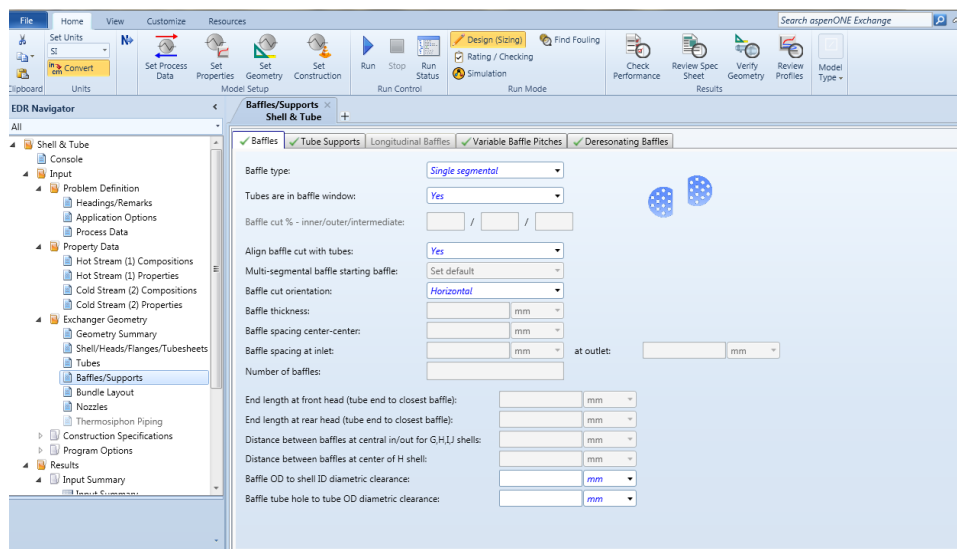


Figure IV.12: Fenêtre géométrie des chicanes

- **fenêtre disposition des faisceaux :** Concernant la position des faisceaux, il s'agit de tubes de Mixed (H), le reste est par défaut.

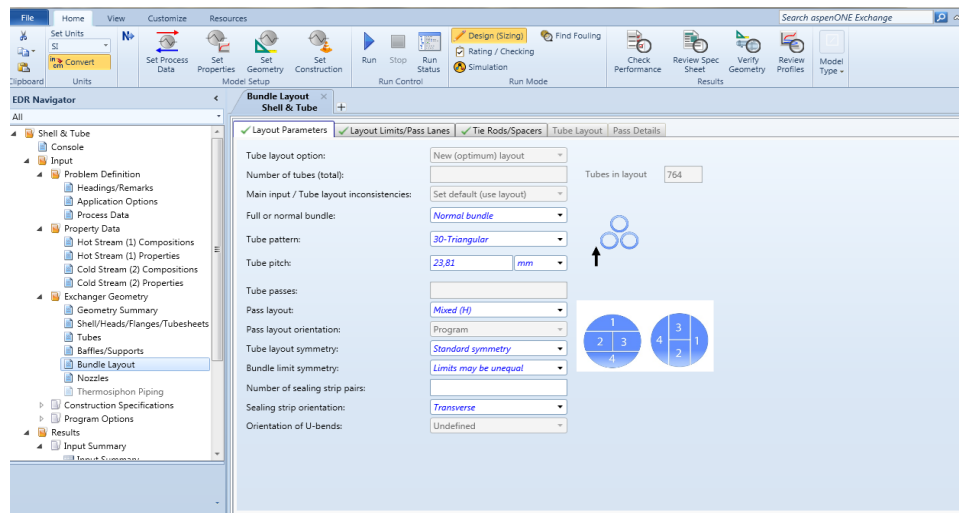


Figure IV.13: Fenêtre disposition des faisceaux

IV.2.4.5. Spécification de construction :

Dans cette fenêtre on spécifie le matériau de l'échangeur de chaleur *Materials of Constaction*, les tubes doit être en acier inoxydable (Alloy 904L), car la présence d'eau et la température élevée du gaz d'échappement provoque la corrosion, aucune modification n'est apportée dans cette fenêtre. Toutes les valeurs par défaut sont reprises.

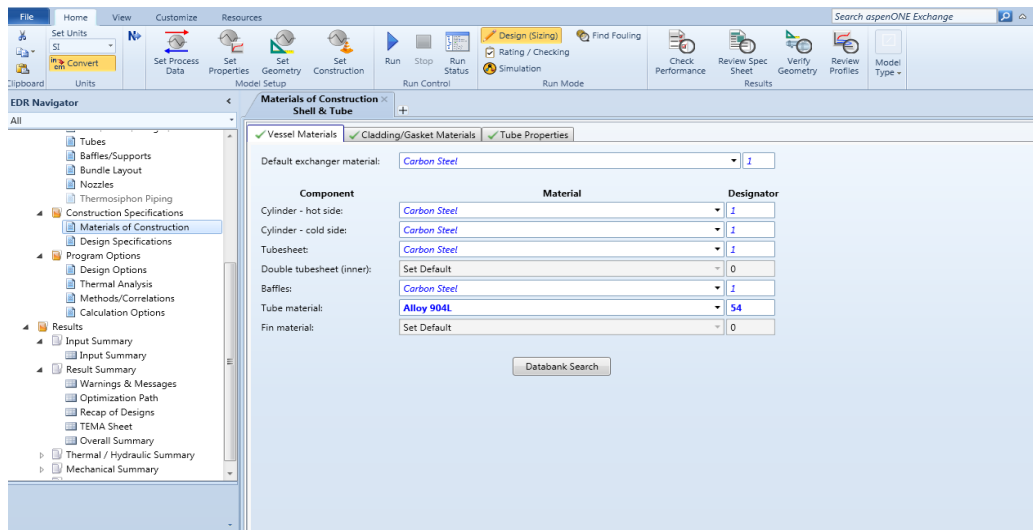


Figure IV.14: Fenêtre matériaux de construction

La conception de l'échangeur de chaleur avec les données spécifiées auparavant est lancée avec la commande *Run*. Les résultats des calculs peuvent être visualisés sous *Results*.

IV.2.5. Les résultats:

Lorsque la conception est terminée, on cliquant sur « *results* » les résultats sont affichés. Des informations détaillées apparaissent pour la conception la plus économique trouvée dans la recherche de conception complète. La fenêtre *TEMA Sheet* présente les principaux résultats (Tableau n°5).

Touts les résultats sont illustrés dans (l'annexe n°5).

Tableau IV.5 : Résultats de désigne de l'échangeur TEMA Sheet

1	Company: SONATRACH/ RTC/ SP1Bis									
2	Location: DJAMAA									
3	Service of Unit: Pompage de pétrole					Our Reference:				
4	Item No.:					Your Reference:				
5	Date:		Rev No.:		Job No.:					
6	Size :	650 - 1300	mm	Type:	BEM	Horizontal	Connected in:	2 parallel	1 series	
7	Surf/unit(eff.)	69	m ²	Shells/unit	2		Surf/shell(eff.)	34,5	m ²	
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT									
9	Fluid allocation					Shell Side		Tube Side		
10	Fluid name					Gaz naturel		Gaz d'échappement		
11	Fluid quantity, Total					1,12		12		
12	Vapor (In/Out)					kg/s	1,12	0,7686	0,7686	
13	Liquid					kg/s	0	0	0	
14	Noncondensable					kg/s	0	0	11,2314	11,2314
15										
16	Temperature (In/Out)					°C	10	45,24	492	484,91
17	Dew / Bubble point					°C			100	-241,23
18	Density Vapor/Liquid					kg/m ³	46,7 /	39,22 /	0,57 /	0,53 /
19	Viscosity					mPa-s	0,0123 /	0,0132 /	0,0349 /	0,0346 /
20	Molecular wt, Vap						17,47	17,47	27,88	27,88
21	Molecular wt, NC								28,96	28,96
22	Specific heat					kJ/(kg-K)	2,56 /	2,488 /	1,179 /	1,178 /
23	Thermal conductivity					W/(m-K)	0,0359 /	0,0399 /	0,0551 /	0,0546 /
24	Latent heat					kJ/kg				
25	Pressure (abs)					bar	54	53,96223	1,3	1,20361
26	Velocity (Mean/Max)					m/s	0,59 / 0,77		91,45 / 94,65	
27	Pressure drop, allow./calc.					bar	0,64	0,03777	0,14	0,09639
28	Fouling resistance (min)					m ² ·K/W	0		0	Ao based
29	Heat exchanged					kW	99,3		MTD (corrected) 460,69	°C
30	Transfer rate, Service						3,1	Dirty 94,6	Clean 94,6	W/(m ² ·K)
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL									
32						Shell Side		Tube Side		
33	Design/Vacuum/test pressure					bar	60 /	3 /		
34	Design temperature					°C	80	530		
35	Number passes per shell						1	1		
36	Corrosion allowance					mm	1,59	0		
37	Connections					In mm	1 50,8 /	1 457,2 /		
38	Size/Rating					Out	1 38,1 /	1 457,2 /		
39	Nominal					Intermediate	/	/		
40	Tube No.	553	OD	19,05	Tks Average	1,24	mm	Length	1300	mm
41	Tube type	Plain			#/m	Material	Alloy 904L	Tube pattern	30	
42	Shell	Carbon Steel	ID	650	OD	688	mm	Shell cover	-	
43	Channel or bonnet	Carbon Steel						Channel cover	-	
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel						Tubesheet-floating	-	
45	Floating head cover	-						Impingement protection	None	
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	20,02	H	Spacing: c/c	130	mm
47	Baffle-long	-	Seal Type					Inlet	196,48	mm
48	Supports-tube	U-bend		0			Type			
49	Bypass seal				Tube-tubesheet joint			Expanded only (2 grooves)(App.A 'i')		
50	Expansion joint	-			Type	None				
51	RhoV2-Inlet nozzle	1433		Bundle entrance	42			Bundle exit	50	kg/(m-s ²)
52	Gaskets - Shell side	-		Tube side				Flat Metal Jacket Fibe		
53	Floating head	-								
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	C - general service				
55	Weight/Shell	2497,4	Filled with water	3373,1	Bundle	1204,7		kg		
56	Remarks									
57										
58										

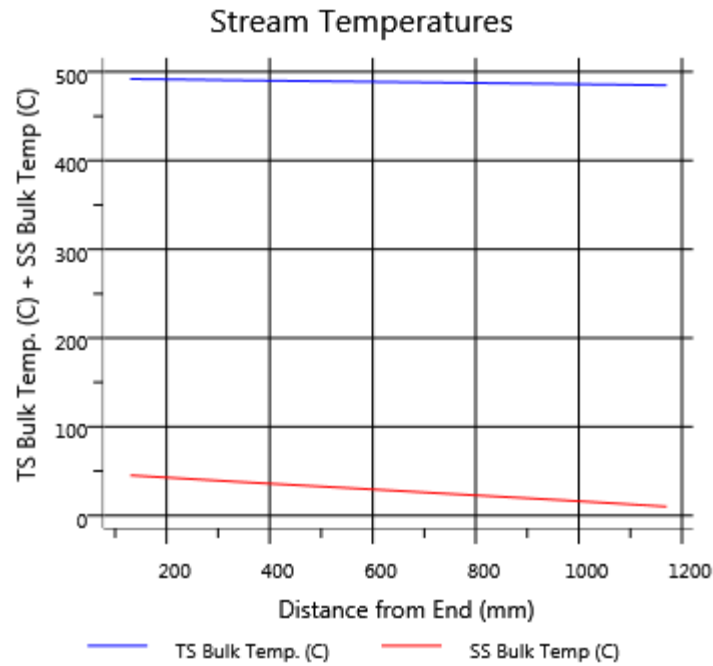


Figure IV.15: Distribution des températures dans l'échangeur

Les résultats obtenus par EDR de l'échangeur proposé est de 1,3 m de longueur et de 65 cm de diamètre. Le nombre de tubes est de 553, la puissance thermique échangée est 99.3 kW.

Avec ces résultats les plus économiques, notre échangeur est capable de remplacer le réchauffeur électrique.

IV.2.6. Rentabilité:

Dans cette étude la rentabilité ne tient compte du prix des énergies, mais donne une idée sur les taux de la réduction de la consommation en électricité, en gaz et la réduction des émissions de CO₂.

On va prendre le cas de l'année 2017, le bilan énergétique est présenté dans le tableau au-dessous.

Tableau. IV.6 : Bilan énergétique de la station SP1Bis pour l'année 2017

Energie Mois	Consommation totale énergie électrique (kWh)	Consommation énergie électrique par RE1 (kWh)	Consommation en gaz TA (Nm³)	Consommation totale en gaz (Nm³)
Janvier	112191	20088	140000	319590
Février	50749	20160	128000	544200
Mars	44676	23064	135000	692740
Avril	58533	23760	108000	777750
Mai	85483	23808	120000	720290
Juin	79190	24552	136000	774830
Juillet	90915	23064	146000	698480
Août	73528	26040	134000	804070
Septembre	90597	23400	133000	756610
Octobre	47311	23659	128000	732700
Novembre	53012	22032	126000	576460
Décembre	53367	26784	155000	814510
Totaux	839552	280411	1589000	8212230

Les résultats obtenus peu être ne remboursent pas ce projet, mais à long terme il est rentable.

Tableau. IV.7: Tableau récapitulatif des résultats d'optimisation

	Energie électrique réduite	Volume en gaz réduit	Volume en CO2 réduit
Taux	33%	9%	9,37%
Valeur	280411(kWh)	148902(Nm³)	4876.5(Nm³)

La Co-génération est une technique nouvelle capable de préserver les réserves en hydrocarbure et protège notre environnement.

Conclusion

L'optimisation de la consommation de l'énergie dans la station de pompage SP1Bis a été étudiée à base de la technique de la Co-génération. Le choix de cette technique nous permet d'obtenir des résultats acceptables sur le plan économique et technique en se basant sur la consommation d'énergie et sur le plan environnemental.

Il est clair que l'utilisation d'un échangeur de chaleur pour le réchauffage du gaz combustible est plus bénéfique qu'un réchauffeur électrique à long terme.

Pour le cas de la station SP1Bis de Djamaa, l'échangeur proposé est de 1,3 m de longueur et de 65 cm de diamètre. Le nombre de tubes est de 553, le diamètre pour chaque tube est 19,05 mm.

Par contre cette technique représente quelques inconvénients

- L'échangeur doit être intégré dans la turbine car le transport du gaz d'échappement vers le Skid gaz est très difficile.
- La nécessité d'installer un échangeur à chaque turbine
- Le réchauffeur électrique reste toujours en fonction à chaque redémarrage des Turbine.

L'intégration d'énergie renouvelable de types solaire et géothermie dans la station SP1Bis est un projet important en termes d'optimisation de consommation d'énergie. D'ailleurs, nous recommandons l'exploitation des autres pertes d'énergies au niveau de la station.

L'étude élaborée peut être généralisée sur les autres sites de Sonatrach qui utilisent les turbines à gaz avec l'encouragement de l'utilisation des cycles combinés intégrés (TG-TV) dans les nouveaux projets.

Bibliographie

- [1] R. KHARCHI, "ETUDE ENERGETIQUE DE CHAUFFAGE, RAFRAICHISSEMENT ET EAU CHAUDE SANITAIRE D'UNE MAISON TYPE EN ALGERIE," 2014.
- [2] *Efficacité énergétique et des énergies renouvelables*. Available: https://sonatrach.com/index.php?option=com_content&view=article&id=289%3Aefficacite-energetique-et-energies-renouvelables-sonatrach-et-engie-signent-un-protocole-d-entente&catid=31%3Asonatrach-a-travers-les-medias&Itemid=237. (20.04.2018).
- [3] N. El Gharbi, A. Benzaoui, and M. Belhamel, "Modélisation et Simulation numérique d'un cycle combiné gaz-vapeur," in *Congrès International sur les Énergies Renouvelables et l'Environnement*, 2009.
- [4] S. GANA, "ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA COGENERATION CUB-1," Université de Batna 2, 2008.
- [5] APRUE, "Énergétique Finale de l'Algérie, données et indicateurs," ed: Ministère Algérien de l'Énergie et des Mines," 2015.
- [6] K. Bouyachou, "Développement d'une approche décisionnelle multicritère pour le choix d'un système énergétique renouvelable à implanter dans les sites isolés: cas d'étude: maison partielle aux Îles de la Madeleine," Université du Québec à Rimouski, 2017.
- [7] J. Jay, P. Gervais, P. CHANTRENNE, I. TREBINJAC, S. LEFEVRE, J. JAY, *et al.*, "Nizar BOUGUERRA," 2009.
- [8] R. Ginocchio and P.-L. Viollet, *L'énergie hydraulique*: Lavoisier, 2012.
- [9] R. Louvel, "L'énergie de la biomasse dans les Pays en Développement," in *Symposium international sur les énergies nouvelles et renouvelables*. Antananarivo, 1990, pp. 5-10.
- [10] M. Benhammou and B. Draoui, "Modélisation de la température en profondeur du sol pour la région d'Adrar-Effet de la nature du sol," *Revue des Énergies Renouvelables*, vol. 14, pp. 219-228, 2011.
- [11] V. Bourdin, "Cour: Introduction aux systèmes de cogénération et rappels d'énergétique et d'énergétique," *Université d'Evry-LP3ER-Cogénérations*, 2010.
- [12] <http://www.leseoliennes.be/economieolien/turbinegaz.htm>. (21.04.2018).
- [13] J. Batail, "Les nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite par cogénération: Des avancées majeures pour la tarification," *Revue de l'énergie*, pp. 328-335, 1997.
- [14] A. Khoudja, "Etude des conditions technico-économiques, environnementales et réglementaires du développement de la cogénération et trigénération en Algérie," 2010.

- [15] Y. JANNOT, *TRANSFERTS THERMIQUE*: Ecole des Mines Nancy, 2012.
- [16] P. Tobaly, "Echangeurs de chaleur," *IUT de St Denis Licence Professionnelle Module Ingénierie des systèmes multi techniques*, vol. 14, 2002.
- [17] K. BAADACHE, "Etude des Performances des Echangeurs de Chaleur à Doubles Tubes Concentriques et Calandre," Université de Batna 2, 2015.
- [18] C. Bougriou, "Etude du transfert de chaleur par condensation d'air humide sur des tubes à ailettes," Villeurbanne, INSA, 1991.
- [19] P. Wuithier, *Le pétrole: raffinage et génie chimique. 2 (1965)*: Éditions Technip, 1965.
- [20] A. Bontemps, A. Garrigue, C. Goubier, J. Huetz, C. Marvillet, and P. Mercier, *Achangeurs de Chaleur*: Ed. Techniques Ingénieur, 1994.
- [21] E. Rouland, "Les Échangeurs Thermiques," 2012.
- [22] R. Mukherjee, "Practical Thermal Design of Shell-and-Tube Heat Exchangers," 2004.
- [23] P. Trambouze, *Raffinage du pétrole Tome 4-Matériels et équipements* vol. 4: Editions Technip, 1999.
- [24] F. TAOURIT, "ETUDE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE ET THERMIQUE DE DEUX ECOULEMENTS DU FLUIDE DANS UN ECHANGEUR DE CHALEUR (COMPARAISON ENTRE LE CAS SIMPLE ET LE CAS AVEC AILETTES)," 2014.
- [25] M. BOULIFA, "OPTIMISATION DE LA LIGNE OB24'' EN TENANT COMPTE DU DECLASSEMENT DES TRONÇONS ENTRE HEH ET COL SELATNA," 2010.
- [26] SONATRACH, "LE CODE RESEAU DE TRANSPORT PAR CANALISATION" p. 11, 2015.
- [27] Bertin technologie, "Etude de dangers," 2008.
- [28] Sonatrach-TRC, "Données de base du projet SP1Bis," 2006.
- [29] N. Pignone, "MANUEL DE SERVICE POUR TURBINE A GAZ (GE10-2)," p. 3, 2007.
- [30] S. EQUIPAMANT, "SKID ALIMENTATION GAZ CARBURANT," 2006.
- [31] A. HYSYS, "V7. 0, 2009, Aspen HYSYS Simulation Basis; Aspen HYSYS User's Guide," *AspenONEV7. 0 Documentation, AspenTechnology, Inc., Burlington, Massachusetts*.
- [32] Sonatrach-TRC, "manuel opératoire de l'unité SKID gaz SP1Bis," 2004.

- [33] N. Benayad, "Etude et optimisation des échanges de chaleur," 2008.
- [34] J. PADET, "Échangeurs thermiques," *Editions MASSON*, 1994.

Annexe

Annexe n°1 : Loi sur la Maîtrise de l'Energie en Algérie

Loi n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, p.3. (N° JORA : 051 du 02-08-1999)

Le Président de la République,

Vu la Constitution, notamment ses articles 122 et 126;

Vu l'ordonnance n° 66-155 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure pénale;

Vu l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal;

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975, modifiée et complétée, portant code civil;

Vu l'ordonnance n° 75-59 du 26 septembre 1975, modifiée et complétée, portant code de commerce;

Vu la loi n° 79-07 du 21 juillet 1979, modifiée et complétée, portant code des douanes;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances;

Vu la loi n° 85-07 du 6 août 1985 relative à la production, au transport, à distribution d'énergie électrique et à la distribution publique du gaz;

Vu la loi n° 86-14 du 19 août 1986, modifiée et complétée, relative aux activités de prospection, de recherche, d'exploitation et de transport par canalisation des hydrocarbures;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire;

Vu la loi n° 87-09 du 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière;

Vu la loi n° 88-17 du 10 mai 1988 portant orientation et organisation des transports terrestres;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur;

Vu la loi n° 89-23 du 19 décembre 1989 relative à la normalisation;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme;

Vu le décret législatif n° 93-12 du 19 Rabie Ethani 1414 correspondant 5 octobre 1993 relatif à la promotion de l'investissement;

Vu le décret législatif n° 94-01 du 3 Chaâbane 1414 correspondant au 15 janvier 1994 relatif au système statistique;

Après adoption par le Parlement;

Article 1

La présente loi a pour objet de définir les conditions, les moyens d'encadrement et la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie.

Titre 1: La Maîtrise De l'Energie

Chapitre 1: Définitions

Article 2

La maîtrise de l'énergie couvre l'ensemble des mesures et des actions mises en œuvre en vue de l'utilisation rationnelle de l'énergie, du développement des énergies renouvelables et de la réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement.

Article 3

L'utilisation rationnelle de l'énergie couvre l'action d'optimisation de la consommation d'énergie aux différents niveaux de la production d'énergie, de la transformation d'énergie et de la consommation finale dans les secteurs de l'industrie, des transports, du tertiaire et du domestique.

Article 4

Le développement des énergies renouvelables, vise l'introduction et la promotion des filières de transformation des énergies renouvelables exploitables, notamment l'énergie solaire, la géothermie, (la biomasse), l'électricité hydraulique et l'énergie éolienne.

Article 5

La réduction de l'impact du système énergétique sur l'environnement consiste en la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des gaz d'échappement en milieu urbain.

Chapitre 2 : Principes et objectifs

Article 6

La maîtrise de l'énergie vise à orienter la demande d'énergie vers une plus grande efficacité du système de consommation, à travers un modèle de consommation énergétique nationale, dans le cadre de la politique énergétique nationale.

Le modèle de consommation énergétique nationale, en tant que cadre de référence pour l'orientation et la gestion de la demande d'énergie, repose sur les options, énergétiques suivantes:

- L'utilisation prioritaire et maximale du gaz naturel, notamment pour les usages thermiques finaux ;
- Le développement de l'utilisation des gaz de pétroles liquéfiés (GPL), en complémentarité avec le gaz naturel;

- L'orientation de l'électricité vers ses usages spécifiques;
- La promotion des énergies renouvelables;
- La réduction progressive de la part des produits pétroliers dans le bilan de la consommation nationale d'énergie;
- La conservation de l'énergie, la substitution inter énergies et les économies d'énergie au niveau de la production de l'énergie, de sa transformation et de son utilisation.

Article 7

La maîtrise de l'énergie est une activité d'utilité publique qui permet d'assurer et d'encourager le progrès technologique, l'amélioration de l'efficacité économique et de contribuer au développement durable, à travers notamment:

La préservation et l'accroissement des ressources énergétiques nationales non renouvelables;

- La promotion de la recherche/développement, de l'innovation technique et la diffusion des technologies efficaces;
- L'amélioration du cadre de vie, la protection de l'environnement et la contribution à la recherche des meilleurs équilibres en matière d'aménagement du territoire;
- La réduction des besoins d'investissements dans le secteur de l'énergie;
- La satisfaction des besoins énergétiques nationaux;
- L'amélioration de la productivité nationale et la compétitivité des entreprises au niveau national et international.

Titre 2 : Modalités de Concrétisation de la Maîtrise de L'énergie

Article 8

La mise en œuvre de la maîtrise de l'énergie repose notamment sur les obligations, les conditions et les moyens nécessaires suivants:

- L'introduction des normes et exigences d'efficacité énergétique;
- Le contrôle d'efficacité énergétique;
- L'audit énergétique obligatoire et périodique;
- Le programme national de maîtrise de l'énergie;
- La recherche/développement;
- Le financement de la maîtrise de l'énergie;
- Les mesures d'encouragement et d'incitation;
- La coordination des actions de maîtrise de l'énergie;
- L'amélioration de la connaissance du système énergétique;
- La sensibilisation des utilisateurs.

Chapitre 1 : Normes et Exigences d'Efficacité Energétique

Article 9

Des normes et exigences d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, établies dans le cadre de réglementations spécifiques, régissent les constructions et bâtiments neufs ainsi que les appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.

Section 1: Isolation Thermique dans les Bâtiments Neufs

Article 10

Les normes d'isolation thermique dans les bâtiments neufs sont fixées par voie réglementaire.

Les normes d'isolation thermique sont des normes de construction et de rendement énergétique qui favorisent les économies d'énergie.

Article 11

La réglementation thermique dans les bâtiments neufs, s'appliquant à la conception et à la construction des bâtiments, détermine:

Les catégories de bâtiments et les normes de rendement énergétique y afférentes, selon les données climatiques des lieux où sont situés les bâtiments;

- Les normes techniques relatives à la construction se rapportant à la résistance thermique, à l'étanchéité des ouvertures de l'enveloppe extérieure d'un bâtiment, à la qualité des matériaux d'isolation et leur mode d'installation, à la fenestration, aux dispositifs des systèmes de chauffage ou de climatisation;
- Les modalités relatives à la certification et au contrôle de conformité avec les normes d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie.

Article 12

A titre transitoire, le caractère obligatoire de l'isolation thermique ne s'applique pas aux bâtiments individuels.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Section 2 : Appareils Fonctionnant à l'Electricité, aux Gaz et aux Produits Pétroliers

Article 13

Les normes d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie, s'appliquant aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers, concernent tout appareil neuf vendu ou utilisé sur le territoire national.

Article 14

Les rendements énergétiques des appareils doivent être étiquetés sur les appareils et sur leur emballage.

Article 15

La réglementation sur l'efficacité énergétique doit déterminer notamment:

- Les catégories d'appareils et les normes relatives à leur rendement énergétique;
- La procédure de certification ou d'homologation des appareils;
- Le système d'étiquetage des appareils, notamment la forme, le matériau, la dimension, la couleur, la façon d'apposer et la localisation des étiquettes ou des marques distinctives qu'ils doivent comporter.

Chapitre 2 : Contrôle d'Efficacité Energétique

Article 16

Il est institué un contrôle d'efficacité énergétique qui permet de constater et de certifier la conformité aux normes relatives au rendement énergétique des équipements, matériels et appareils.

Article 17

Le contrôle d'efficacité énergétique est assuré par des organismes et/ou des laboratoires compétents, chargés de la certification et de l'homologation et agréés par les ministères concernés.

Article 18

Le contrôle d'efficacité énergétique s'applique, notamment, aux:

- Bâtiments neufs, en vue de la certification de conformité avec les normes de rendement énergétique des bâtiments;
- Appareils fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers raffinés, en vue de la certification de conformité avec les normes de rendement énergétique des appareils ainsi que le contrôle de la conformité de l'étiquetage des appareils;
- Véhicules et engins à moteurs par inspection périodique, sur la base de normes établies à l'échelle nationale, en vue de s'assurer de leur fonctionnement dans des conditions conformes aux normes de rendement énergétique et normes de l'environnement.

Article 19

Les modalités d'organisation et d'exercice du contrôle d'efficacité énergétique sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre 3 : Audit Energétique

Article 20

Il est institué un système d'audit énergétique obligatoire et périodique pour établir le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie des établissements grands consommateurs

d'énergie dans les secteurs de l'industrie, du transport et du tertiaire, en vue d'assurer l'optimisation énergétique de leur fonctionnement.

Article 21

L'audit énergétique comprend un ensemble d'investigations techniques et économiques, des contrôles de performances énergétiques des équipements et des procédés techniques, l'identification des causes de la surconsommation de l'énergie et la proposition d'un plan d'actions correctives.

Article 22

Les audits énergétiques sont effectués par les bureaux d'études et les experts agréés par le ministère chargé de l'énergie et sous son contrôle.

Article 23

Les seuils de consommation énergétique déterminant les critères d'assujettissement des établissements à l'audit, la périodicité de l'audit, les modalités d'exercice de l'audit énergétique et d'agrément des auditeurs sont fixés par voie réglementaire.

Chapitre 4 : Sensibilisation des Utilisateurs

Article 24

Des actions de formation, de perfectionnement technique et de démonstration, en direction des administrations, des collectivités territoriales et des établissements publics et privés, doivent être mises en œuvre pour promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie.

Ces actions et ces opérations sont définies dans le cadre du programme d'efficacité énergétique prévu dans le cadre de la présente loi.

Article 25

Des actions de sensibilisation, d'éducation et d'information en direction, notamment du grand public et du milieu scolaire, seront mises en œuvre en vue de vulgariser et de promouvoir la culture des économies d'énergie. Ces actions doivent être inscrites dans les programmes de l'éducation nationale, de communication et de publicité éducative, établis par l'Etat.

Chapitre 5 : Programme National de la Maîtrise de l'Energie

Article 26

Le programme national pour la maîtrise de l'énergie regroupe l'ensemble des projets, des mesures et des actions dans les domaines suivants:

- L'économie d'énergie ;
- L'économie inter énergétique ;
- La promotion des énergies renouvelables ;

- L'élaboration des normes d'efficacité énergétique ;
- La réduction de l'impact énergétique sur l'environnement ;
- La sensibilisation, l'éducation, l'information et la formation en matière d'efficacité énergétique ;
- La recherche/développement en efficacité énergétique.

Le programme national pour la maîtrise de l'énergie revêt un caractère pluriannuel.

Article 27

La tranche annuelle du programme national pour la maîtrise de l'énergie peut faire l'objet d'une révision et d'une consolidation par l'inscription de mesures, d'actions ou de projets d'efficacité énergétique jugés prioritaires.

Article 28

Les modalités d'élaboration du programme national pour la maîtrise de l'énergie sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre 6 : Financement de la Maîtrise de l'Energie

Article 29

Un fonds national pour la maîtrise de l'énergie est institué pour le financement du programme national pour la maîtrise de l'énergie.

Article 30

Le fonds national pour la maîtrise de l'énergie est alimenté par:

- Les taxes graduelles sur la consommation nationale d'énergie ;
- Les niveaux des taxes nécessaires à l'approvisionnement du fonds, fixés par la loi de finances, sont déterminés sur la base des besoins de financement de la tranche annuelle du programme national pour la maîtrise de l'énergie ;
- Les subventions de l'Etat ;
- Le produit des amendes prévues dans le cadre de la présente loi ;
- Des taxes sur les appareils énergivores.

Article 31

On entend par appareils énergivores, tout appareil fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers dont la consommation dépasse les normes spécifiques de consommation d'énergie fixées par la réglementation.

Article 32

Les modalités d'utilisation des produits du fonds seront fixées par voie réglementaire.

Chapitre 7 : Mesures d'Incitation et d'Encouragement

Article 33

Des avantages financiers, fiscaux et en matière de droits de douane peuvent être accordés pour les actions et les projets qui concourent à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la promotion des énergies renouvelables.

En outre, ces actions et projets bénéficient des avantages prévus dans le cadre de la législation et la réglementation en matière de promotion des investissements et au bénéfice des activités déclarées prioritaires.

Article 34

Les conditions et les modalités d'accès à ces avantages sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre 8 : Connaissance du Système Énergétique National

Article 35

L'organisation, le développement, la gestion et la conservation des données statistiques sur l'énergie sont assurés par un organisme national compétent.

Les données statistiques sur l'énergie sont centralisées au sein de cet organisme afin d'assurer le traitement et la diffusion d'informations statistiques fiables pour parfaire la connaissance du système énergétique national et permettre:

- La maîtrise de la consommation énergétique nationale, notamment à l'aide des enquêtes de consommation de l'énergie;
- L'élaboration du bilan énergétique national;
- L'élaboration d'études prévisionnelles sur la demande d'énergie et l'évaluation des potentiels d'efficacité énergétique;
- La mise en œuvre, dans les meilleures conditions; des actions d'efficacité énergétique définies dans le cadre du programme national pour la maîtrise de l'énergie;
- L'évaluation périodique du développement de l'efficacité énergétique;
- L'évaluation périodique des performances de l'efficacité économique du système énergétique.

Article 36

Les modalités d'organisation, de la collecte, du traitement de la diffusion et de la conservation des données énergétiques sont fixées par voie réglementaire.

Chapitre 9 : Coordination des Actions de Maîtrise de l'Energie

Article 37

La mise en œuvre des mesures et des actions de maîtrise de l'énergie est confiée à un organisme national compétent au niveau central.

Article 38

L'opération de coordination technique peut être confiée à un ou plusieurs autres organismes.

Article 39

Compte tenu du caractère d'utilité publique de la maîtrise de l'énergie, le ou les organismes chargés de la maîtrise de l'énergie bénéficient:

- De subventions annuelles correspondant à des sujétions de service public définies dans le cadre du cahier des charges;
- Des subventions en matière de fiscalité et de droits de douane pour l'acquisition d'équipements, d'instruments et autres moyens de travail nécessaires à la prise en charge de ces missions de service public.

Titre 3 : Contrôle et Sanctions

Article 40

La non-conformité aux normes établies par la réglementation d'isolation thermique dans les bâtiments neufs expose les bénéficiaires des travaux aux mesures et sanctions prévues par la législation et la réglementation en vigueur en matière de construction et d'urbanisme.

Article 41

Les appareils neufs, vendus ou utilisés sur le territoire national, fonctionnant à l'électricité, au gaz et aux produits pétroliers, dont la consommation est excessive par rapport aux normes d'efficacité énergétique établies, sont soumis à une taxe fixée par la législation.

Article 42

Les appareils usagés et les véhicules à moteur usagés non conformes aux normes d'efficacité énergétiques sont interdits à l'importation.

Sont exclus, conformément aux lois en vigueur, les appareils et les véhicules à usage personnel importés par les particuliers.

Article 43

Toute infraction aux dispositions relatives à l'étiquetage des rendements énergétiques expose les contrevenants aux sanctions prévues par la législation et la réglementation en vigueur relatives à l'étiquetage.

Article 44

Le contrôle d'efficacité énergétique des véhicules à moteurs est régi par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur en matière de contrôle technique et périodique des véhicules à moteurs et en matière de contrôle des émissions atmosphériques.

Article 45

Les établissements soumis à l'obligation de l'audit énergétique et qui ne s'y conforment pas dans un délai de six (6) mois, à compter de la date qui leur sera notifiée, sont passibles d'une amende équivalente au double du coût de l'audit.

Ces établissements restent soumis à l'obligation de l'audit et un bureau d'audit sera désigné obligatoirement pour réaliser l'audit auprès de l'établissement concerné.

Article 46

Les exploitants d'établissements, d'infrastructures ou d'équipements soumis au contrôle sont tenus de faciliter l'accès de leurs locaux et équipements aux agents mandatés à cet effet.

En cas de refus, et après une mise en demeure, les exploitants s'exposent à une amende égale au montant de la facture énergétique annuelle déterminée sur la base du dernier exercice.

Article 47

Le non respect des dispositions prévues à l'article 33 de la présente loi relatif aux mesures d'incitation et d'encouragement entraîne la déchéance partielle ou totale des avantages octroyés.

Article 48

Les infractions aux dispositions de la présente loi sont constatées par des procès-verbaux, établis par des agents dûment mandatés, conformément aux procédures spécifiques qui sont fixées par voie réglementaire.

Article 49

Les procès-verbaux constatant les infractions sont adressés au procureur de la République, avec copie au ministère chargé de l'énergie.

Article 50

Toute infraction aux dispositions de la présente loi et des textes pris pour son application est réprimée conformément aux dispositions du code pénal.

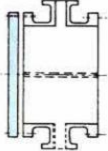
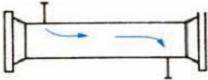
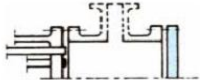
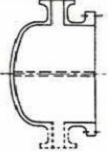
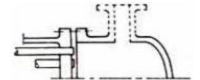
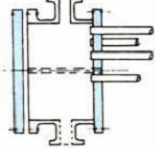
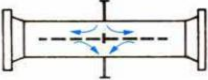
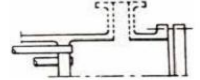
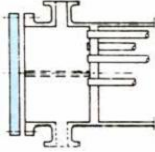
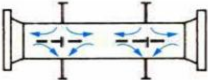
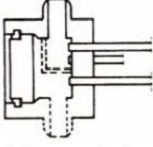
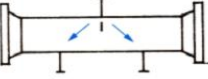
Article 51

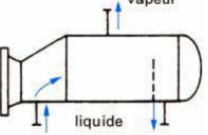
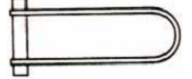
La présente loi sera publiée au Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

Fait à Alger, le 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999.

Mr. Abdelaziz BOUTEFLIKA.

Annexe n°2 : Désignation des échangeurs TEMA

Tableau 1 – Désignation des échangeurs TEMA					
Extrémité avant (types de boîtes fixes)		Types de calandres		Extrémité arrière (types de boîtes)	
A	 Boîte avec couvercle démontable	E	 Simple passe	L	 Plaque tubulaire formant bride de calandre, avec boîte type A
B	 Boîte à fond bombé monobloc	F	 Deux passes avec chicane longitudinale	M	 Plaque tubulaire formant bride de calandre, avec boîte type B
C	 Couvercle et faisceau tubulaire démontables	G	 Circuit divisé par chicane longitudinale	N	 Plaque tubulaire soudée à l'intérieur de la calandre, avec boîte type C
	 Plaque fixe et couvercle démontable	H	 Double circuit divisé par chicanes longitudinales	P	 Tête glissante extérieure avec presse garniture
D	 Boîte spéciale pour haute pression	J	 Circuit divisé par chicanes transversales	S	 Tête flottante à contre-bride

		K	 Rebouilleur type Kettle	T	 Tête flottante à passage libre
				U	 Faisceau tubulaire en U
				W	 Tête glissante intérieure avec presse-étoupe à détecteur de fuite

Annexe n°3 : Caractéristiques des tubes d'échangeurs

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR (in et mm)	BWG	ÉPAISSEUR (mm)	DIAMÈTRE INTÉRIEUR (cm)	SECTION (cm ²)	SURFACE (m ² /m)		POIDS (kg/m)
					extérieure	intérieure	
1/2 in (12,7 mm)	14	2,10	0,848	0,565	0,0399	0,0266	0,600
	16	1,65	0,940	0,694		0,0295	0,490
	18	1,24	1,021	0,819		0,0321	0,384
3/4 in (19,05 mm)	10	3,40	1,224	1,177	0,0598	0,0384	1,436
	12	2,77	1,351	1,434		0,0424	1,216
	14	2,10	1,483	1,727		0,0466	0,963
	16	1,65	1,575	1,948		0,0495	0,774
	18	1,24	1,656	2,154		0,0520	0,597
1 in (25,4 mm)	10	3,40	1,859	2,714	0,0798	0,0584	2,024
	12	2,77	1,986	3,098		0,0624	1,696
	14	2,10	2,118	3,523		0,0665	1,324
	16	1,65	2,210	3,836		0,0694	1,057
	18	1,24	2,291	4,122		0,0720	0,811
1 1/4 in (31,75 mm)	10	3,40	2,494	4,885	0,0997	0,0783	2,604
	12	2,77	2,616	5,375		0,0822	2,158
	14	2,10	2,743	5,909		0,0862	1,682
	16	1,65	2,845	6,357		0,0894	1,340
	18	1,24	2,921	6,701		0,0918	1,024
1 1/2 in (38,1 mm)	10	3,40	3,124	7,665	0,1197	0,0981	3,185
	12	2,77	3,251	8,300		0,1021	2,634
	14	2,10	3,378	8,962		0,1061	2,039
	16	1,65	3,480	9,512		0,1093	1,622
	18	1,24	3,556	9,931		0,1171	1,237

Annexe n°4 : fiche technique turbine GE10/2

ENTREPOSE CONTRACTING	
1	Client : SONATRACH <i>SH ok</i> Date : 31/03/2005 par : OBE
2	Site : DJAMAA, ALGERIE Affaire : SP1 bis
3	Constructeur : Réquisition : SP10-00-Q-1-801
4	Service : TURBO POMPES D'EXPEDITION DE BRUT Document N° : SP10-00-Q-1-402
5	FICHES TECHNIQUES POUR TURBINE A GAZ DES TURBOPOMPES: repères T 01 et T 02 PAGE 1/17
6	APPLICABLE A : ☐ PROPOSITION ☒ COMMANDE ☐ CONSTRUCTION
7	UNITE : TP1 / TP2 ISO RATING: 11.982 Kw@7900 tr/min Nbre REQUIS : 2 TYPE: GE10-2 G.T.
8	SERVICE : ☒ CONTINU ☐ INTERMITTENT ☐ DE RESERVE (note 2)
9	TYPE D'EQUIPEMENT ENTRAINE : pompe FABRICANT : Nuovo Pignone MODELE : 10x18 BFD/2 No. DE SERIE : à définir
10	Type d'équipement entraîné supplémentaire : réducteur FABRICANT : Graffenstaden MODELE : TX40/2C No. DE SERIE : à définir
11	NOTE: INFORMATIONS A COMPLETER : ☐ PAR L'ACHETEUR ☐ PAR LE CONSTRUCTEUR ☒ PAR CONSTRUCTEUR SI NON PAR ACHETEUR
12	GENERALITES
13	CYCLE: ☐ RECUP. ☒ SIMPLE ☐ RECUP. CHALEUR PERDUE TYPE DE TURBINE : ☒ 1 ARBRE ☐ PLUSIEURS ARBRES
14	EQUIP. ENTRAINE : SERVIVE NORMAL, kW 6530 @ 3970 RPM FONCT. NOMINAL kW @ RPM
15	PLAGE DES VITESSES DE FONCTIONNEMENT EXIGEE : MIN : 65% Vn MAX : 105% Vn RPM
16	PUISSANCE MINIMUM DEMANDEE SUR SITE : kW @ RPM
17	FONCTIONNEMENT : ☐ SURVEILLE ☒ SANS SURVEILLANCE ☐ PUISSANCE POTENTIELLE MAXIMUM : (note 3) kW
18	PERFORMANCE
19	TURBINE A GAZ, Y COMPRIS TOUTES PERTES PARASITES D'EN-
20	TRAINEMENT MOTEUR
21	NOMINAL SERVICE T° MAX T° MIN
22	IN SITU NORMAL IN SITU IN SITU
23	● TEMP. D'AIR SEC °C 25°C 45°C - 5°C
24	● HUMIDITE RELATIVE % 40% 40% 20%
25	● BAROMETRE, kPa 691.5 691.5 691.5
26	□ PUISSANCE, kW (1) 10586 8810 13076
27	□ RENDEMENT ENERGETIQUE
28	PCI, KJ/kWh 11281 12047 10534
29	□ VITESSE DE SORTIE ARBRE, RPM 7900 7900 7900
30	□ DEBIT D'AIR ADMIS kg/s 43.65 39 48.46
31	□ FLUX D'ECHAPPEMENT kg/s (1) 48.83 39.15 48.72
32	□ TEMPERATURE D'ALLUMAGE, °C NP Proprietary Information
33	□ TEMP. SORTIE GEN. GAZ, °C NP Proprietary Information
34	□ TEMP. D'ECHAPPEMENT, °C 492 513 470
35	□ SYSTEME D'ECHAPPEMENT, ΔP, kPa 0.735 0.735 0.735
36	(1) Y COMPRIS ☐ VAPEUR ☐ INJECTION D'EAU
37	☒ CONTRÔLE DES EMISSIONS ☒ AUGMENTATION
38	□ FLUX DE VAPEUR, kg/h
39	□ FLUX D'EAU, m³/h
40	EMPLACEMENT (note 1)
41	● A L'INTERIEUR ☐ A L'EXTERIEUR ☐ "GRADE"
42	☐ CHAUFFE ☐ SOUS ABRI ☐ "MEZZANINE"
43	● NON CHAUFFE ☐ PARTIELLEMENT CLOISONNE
44	CLASSEMENT EN ZONE ELECTRIQUE : (note 4)
45	☐ NON DANGEREUX ☒ DANGEREUX
46	CODE APPLICABLE: ☐ NEC 500 ☐ NEC 505 ☐ IEC
47	CLASSE: GROUPE: CODE DE TEMPERATURE:
48	CLASSIFICATION DE LA ZONE: ☐ DIVISION ☒ ZONE 2
49	● CERTIFICATION TROISIEME PARTIE REQUISE
50	☐ HIBERNATION EXIGEE
51	● TROPICALISATION EXIGEE
52	CONDITIONS INHABITUELLES : ● POUSSIERES ☐ FUMEEES
53	● AGENTS CORROSIFS : zone saharienne, vent violent (180
54	km/h à 10 m du sol) avec tempête de sable.
55	● AUTRES : possibilités d'orages violents
56	SPECIFICATIONS DE BRUIT :
57	● APPLICABLE A LA MACHINE : 85 dB(A) @ 1m alentour
58	VOIR SPECIFICATION : average
59	● APPLICABLE A L'ENVIRONNEMENT : 85 dB(A) @ 1m
60	VOIR SPECIFICATION : alentour average
61	SPECIFICATIONS APPLICABLES:
62	● API 616 GAS TURBINES FOR THE PETROLEUM, CHEMICAL & GAS INDUSTRY SERVICES (note 0)
63	☐ SPECIFICATION POUR CONTROLE (SI DIFFERENTE) :
64	☐ VENDEUR AILLANT LA RESPONSABILITE DE L'UNITE :
65	EXIGENCES D'EXPEDITION
66	☐ INTERIEUR ☐ EXPORTATION ☒ ENCAISSEMENT D'EXPORTATION EXIGE
67	● STOCKAGE A L'EXTERIEUR PENDANT PLUS DE 6 MOIS
68	● TYPE DE PREPARATION POUR TRANSPORT MARITIME : SEI 4C
69	● SANGLES / CADRES DE LEVAGE FOURNIS PAR LE CONSTRUCTEUR
70	ROTOR DE RECHANGE EMBALLE POUR : ☐ INTERIEUR ☐ EXPORTATION
71	COMMENTAIRES:
72	PEINTURE :
73	● NORME DU FABRICANT : atmosphère corrosive
74	☐ AUTRES :
75	NOTE: Les fiches techniques font référence à GG = Générateur de Gaz, AS = Arbre Simple, TP = Turbine de Puissance
76	REMARQUES :
77	note 0 : Avec les déviations du constructeur
78	Les données locales sont dans la section 2 du volume I des documents client fournis en annexe, l'altitude du site sera de 83 mètres, séisme en zone 0
79	note 1 : selon RPA99, les turbo pompes seront dans un shelter (proposition de plan en annexe)
80	note 2 : 1 turbo pompe en continu, 1 turbo pompe en secours
81	note 3 : La puissance de la turbine doit assurer dans les conditions les plus rudes 120% de la puissance maximale de la pompe durant démarrage
82	note 4 : Enceinte : Zone 1 IAT2 Cenelec, bâtiment turbopompes : Zone 2 Cenelec, Tableau de contrôle : Zone non dangereuse et climatisée
83	REVISION: 1
84	DATE: 31/03/2005
85	EMIS PAR: OBE
86	VERIFIE PAR: JBN

Annexe n°5 : Résultat de dimensionnement par EDR

Aspen Exchanger Design and Rating Shell & Tube V8.8

Page 1

File: C:\Users\SaDOK\Desktop\Untitled.EDR

Printed: 19/05/2018 at 11:41:31

Problem Definition

Description

Heading

Company: SONATRACH/ RTC/ SP1Bis

Location: DJAMAA

Service of Unit: Pompage de pétrole

Our Reference:

Item No.:

Your Reference:

Date:

Rev No.:

Job No.:

Remarks

Application Options

Calculation mode

Design (Sizing)

Location of hot fluid

Tube side

Select geometry based on this dimensional standard

SI

Calculation method

Advanced method

Application

Program

Condenser type

Set default

Simulation calculation

Set default

Application

Program

Vaporizer type

Set default

Simulation calculation

Set default

Thermosiphon circuit calculation

Set default

Process Data

Fluid name		Hot Side Gaz d'échappement		Cold Side Gaz naturel	
		In	Out	In	Out
Mass flow rate	kg/s	12		1,12	
Temperature	°C	492		10	45
Vapor fraction					
Pressure	bar	1,3	1,187	54	53,36
Pressure at liquid surface in column	bar				
Heat exchanged	kW				
Adjust if over-specified		Heat load		Heat load	
Estimated pressure drop	bar	0,113		0,64	
Allowable pressure drop	bar	0,14		0,64	
Fouling resistance	m ² -K/W	0		0	

Optimization Path

Current selected case: 5

	Shell	Tube Length			Pressure Drop				Baffle		Tube		Units		Total	
Item	Size	Actual	Reqd.	Area ratio	Shell	Dp Ratio	Tube	Dp Ratio	Pitch	No.	Tube Pass	No.	P	S	Price	Design Status
	mm	mm	mm	*	bar	*	bar	*	mm						Dollar(US)	
1	900	1800	43	41,82	0,0156	0,02	0,11556	0,83	180	6	1	1090	1	1	151821	OK
2	925	1850	42,1	43,91	0,01901	0,03	0,10812	0,77	185	6	1	1164	1	1	163146	OK
3	950	1900	41,8	45,44	0,01478	0,02	0,10221	0,73	190	6	1	1217	1	1	172958	OK
4	975	1950	41	47,52	0,01717	0,03	0,09436	0,67	195	6	1	1296	1	1	186439	OK
5	650	1300	42,9	30,32	0,03777	0,06	0,09639	0,69	130	6	1	553	2	1	138734	OK
6	675	1350	42	32,13	0,02802	0,04	0,08678	0,62	135	6	1	600	2	1	151972	OK
7	700	1400	41,1	34,05	0,033	0,05	0,07982	0,57	140	6	1	643	2	1	164538	OK
8	574,65	1200	41,3	29,08	0,02738	0,04	0,07261	0,52	115	6	1	428	3	1	163905	OK
5	650	1300	42,9	30,32	0,03777	0,06	0,09639	0,69	130	6	1	553	2	1	138734	OK

Recap of Design

Current selected case: A

		A
Shell ID	mm	650
Tube length - actual	mm	1300
Tube length - required	mm	42,9
Pressure drop, SS	bar	0,03777
Pressure drop, TS	bar	0,09639
Baffle spacing	mm	130
Number of baffles		6
Tube passes		1
Tube number		553
Number of units in series		1
Number of units in parallel		2
Total price	Dollar(US)	138734
Program mode		Design (Sizing)
Calculation method		Advanced method
Area Ratio (dirty)	*	30,32
Film coef overall, SS	W/(m2*K)	217,5
Film coef overall, TS	W/(m2*K)	169,6
Heat load	kW	99,3
Recap case fully recoverable		Yes

TEMA Sheet

1	Company: SONATRACH/ RTC/ SP1Bis										
2	Location: DJAMAA										
3	Service of Unit: Pompage de pétrole					Our Reference:					
4	Item No.:					Your Reference:					
5	Date:		Rev No.:		Job No.:						
6	Size:	650 - 1300	mm	Type:	BEM	Horizontal	Connected in:	2	parallel	1	series
7	Surf/unit(eff.)	69	m²	Shells/unit	2	Surf/shell(eff.)	34,5	m²			
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT										
9	Fluid allocation				Shell Side			Tube Side			
10	Fluid name				Gaz naturel			Gaz d'échappement			
11	Fluid quantity, Total				kg/s			1,12			
12	Vapor (In/Out)				kg/s			1,12			
13	Liquid				kg/s			0			
14	Noncondensable				kg/s			0			
15											
16	Temperature (In/Out)				°C			10			
17	Dew / Bubble point				°C			45,24			
18	Density Vapor/Liquid				kg/m³			46,7 / 39,22			
19	Viscosity				mPa-s			0,0123 / 0,0132			
20	Molecular wt, Vap							0,0349 / 0,0346			
21	Molecular wt, NC							27,88 / 27,88			
22	Specific heat				kJ/(kg-K)			2,56 / 2,488			
23	Thermal conductivity				W/(m-K)			0,0359 / 0,0399			
24	Latent heat				kJ/kg			0,0551 / 0,0546			
25	Pressure (abs)				bar			54 / 53,96223			
26	Velocity (Mean/Max)				m/s			0,59 / 0,77			
27	Pressure drop, allow/calc.				bar			0,14 / 0,09639			
28	Fouling resistance (min)				m²-K/W			0 / 0			
29	Heat exchanged				kW			99,3 / 460,69			
30	Transfer rate, Service				Dirty			Clean			
31	CONSTRUCTION OF ONE SHELL										
32					Shell Side			Tube Side			
33	Design/Vacuum/test pressure				bar			60 / 3			
34	Design temperature				°C			80 / 530			
35	Number passes per shell							1 / 1			
36	Corrosion allowance				mm			1,59 / 0			
37	Connections				In			mm			
38	Size/Rating				Out			mm			
39	Nominal				Intermediate			mm			
40	Tube No.				OD			mm			
41	Tube type				Plain			mm			
42	Shell				Carbon Steel			mm			
43	Channel or bonnet				Carbon Steel			mm			
44	Tubesheet-stationary				Carbon Steel			mm			
45	Floating head cover				-			mm			
46	Baffle-cross				Carbon Steel			mm			
47	Baffle-long				-			mm			
48	Supports-tube				U-bend			mm			
49	Bypass seal				-			mm			
50	Expansion joint				-			mm			
51	RhoV2-Inlet nozzle				1433			kg/(m-s²)			
52	Gaskets - Shell side				-			kg/(m-s²)			
53	Floating head				-			kg/(m-s²)			
54	Code requirements				ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class C - general service			
55	Weight/Shell				2497,4			kg			
56	Remarks										
57											
58											

Overall Summary

1	Size	650	X	1300	mm	Type	BEM	Hor	Connected in	2 parallel	1 series
2	Surf/Unit (gross/eff/finned)				86	/	69	/	m²	Shells/unit	2
3	Surf/Shell (gross/eff/finned)				43	/	34,5	/	m²		
4	Design (Sizing)	PERFORMANCE OF ONE UNIT									
5		Shell Side				Tube Side		Heat Transfer Parameters			
6	Process Data		In	Out	In	Out			Total heat load	kW	99,3
7	Total flow	kg/s		1,12		12			Eff. MTD/ 1 pass MTD	°C	460,69 / 460,78
8	Vapor	kg/s	1,12	1,12	12	12			Actual/Reqd area ratio - fouled/clean	30,32	/ 30,32
9	Liquid	kg/s	0	0	0	0					
10	Noncondensable	kg/s		0		11,2314			Coef./Resist.	W/(m²-K)	m²-K/W %
11	Cond./Evap.	kg/s		0		0			Overall fouled	94,6	0,01057
12	Temperature	°C	10	45,24	492	484,91			Overall clean	94,6	0,01057
13	Dew / Bubble point	°C			100	-241,23			Tube side film	169,6	0,0059 55,79
14	Quality		1	1	1	1			Tube side fouling		0 0
15	Pressure (abs)	bar	54	53,96223	1,3	1,20361			Tube wall	13625	7E-05 0,69
16	DeltaP allow/cal	bar	0,64	0,03777	0,14	0,09639			Outside fouling		0 0
17	Velocity	m/s	0,65	0,77	88,45	94,65			Outside film	217,5	0,0046 43,51
18	Liquid Properties								Shell Side Pressure Drop	bar	%
19	Density	kg/m³							Inlet nozzle	0,01268	33,57
20	Viscosity	mPa-s							InletspaceXflow	0,00015	0,4
21	Specific heat	kJ/(kg-K)							Baffle Xflow	0,00037	0,97
22	Therm. cond.	W/(m-K)							Baffle window	9E-05	0,24
23	Surface tension	N/m							OutletspaceXflow	0,00017	0,46
24	Molecular weight								Outlet nozzle	0,02431	64,36
25	Vapor Properties								Intermediate nozzles		
26	Density	kg/m³	46,7	39,22	0,57	0,53			Tube Side Pressure Drop	bar	%
27	Viscosity	mPa-s	0,0123	0,0132	0,0349	0,0346			Inlet nozzle	0,01248	13,09
28	Specific heat	kJ/(kg-K)	2,56	2,488	1,179	1,178			Entering tubes	0,0111	11,64
29	Therm. cond.	W/(m-K)	0,0359	0,0399	0,0551	0,0546			Inside tubes	0,04599	48,25
30	Molecular weight		17,47	17,47	27,88	27,88			Exiting tubes	0,01643	17,23
31	Two-Phase Properties								Outlet nozzle	0,00929	9,75
32	Latent heat	kJ/kg							Intermediate nozzles		
33	Heat Transfer Parameters								Velocity / Rho*V2	m/s	kg/(m-s²)
34	Reynolds No. vapor		47122,99	43774,89	23921,58	24095,62			Shell nozzle inlet	5,54	1433
35	Reynolds No. liquid								Shell bundle Xflow	0,65 0,77	
36	Prandtl No. vapor		0,88	0,82	0,75	0,75			Shell baffle window	0,44 0,52	
37	Prandtl No. liquid								Shell nozzle outlet	10,87	4635
38	Heat Load			kW		kW			Shell nozzle intern		
39	Vapor only		99,3			-99,3				m/s	kg/(m-s²)
40	2-Phase vapor		0			0			Tube nozzle inlet	69,88	2781
41	Latent heat		0			0			Tubes	88,45 94,65	
42	2-Phase liquid		0			0			Tube nozzle outlet	74,78	2976
43	Liquid only		0			0			Tube nozzle intern		
44	Tubes				Baffles				Nozzles: (No./OD)		
45	Type			Plain	Type	Single segmental			Shell Side	Tube Side	
46	ID/OD	mm	16,56 / 19,05	Number		6	Inlet	mm	1 / 60,32	1 / 457,2	
47	Length act/eff	mm	1300 / 1043	Cut(%d)		20,02	Outlet	1 / 48,26	1 / 457,2		
48	Tube passes		1		Cut orientation	H	Intermediate	/	/		
49	Tube No.		553		Spacing: c/c	mm	130	Impingement protection	None		
50	Tube pattern		30		Spacing at inlet	mm	196,48				
51	Tube pitch	mm	25		Spacing at outlet	mm	196,48				
52	Insert			None							
53	Vibration problem		No / No					RhoV2 violation		No	

RESUME

Les stations de pompage ou de compression sont équipées par des Turbines à gaz; ces dernières sont le siège d'un important dégagement d'énergie thermique à travers l'échappement. Cette énergie peut être récupérée par l'adjonction d'un échangeur de chaleur.

Dans le présent travail nous étudierons l'opportunité de l'installation d'un échangeur de chaleur remplaçant le réchauffeur électrique au niveau du Skid gaz dans la station de pompage SP1Bis de Djamaa, afin de minimiser la consommation de gaz, d'électricité et de réduire l'émission des gaz à effet de serre et les coûts de maintenance des turboalternateurs. Cette technologie s'appelle la Co-génération

MOTS CLES : Co-génération; Energie thermique; Récupération ; Turbine à Gaz; Echangeur de Chaleur.

ABSTRACT

Pumping or compression stations are equipped with gas turbines; these are the seat of a significant release of thermal energy through the exhaust. This energy can be recovered by the addition of a heat exchanger.

In the present work we will study the opportunity of installing a heat exchanger replacing the electric heater at the gas Skid in the Djamaa SP1Bis pumping station, in order to minimize the consumption of gas and electricity and to reduce the energy consumption, emission of greenhouse gases and maintenance costs of turbo-alternators. This technology is called co-generation

KEYWORDS: Co-generation; Thermal energy; Recovery; Gas turbine; Heat exchanger.

ملخص

محطات الضخ أو الضغط مزودة بتوربينات غازية؛ هذه التوربينات هي مقر لإطلاق كبير من الطاقة الحرارية من خلال العادم. يمكن استعادة هذه الطاقة عن طريق إضافة مبادل حراري.

في هذا العمل سنقوم بدراسة إمكانية تركيب مبادل حراري لاستبدال السخان الكهربائي على مستوى وحدة الغاز في محطة الضخ رقم 1 مكرر (SP1Bis) بجامعة ، من أجل تقليل استهلاك الطاقة من الغاز والكهرباء وتقليل انبعاث غازات الدفيئة وتكاليف صيانة المولدات التوربينية. هذه التكنولوجيا تسمى التوليد المشترك للطاقة.

كلمات مفتاحية: التوليد المشترك للطاقة؛ طاقة حرارية؛ الإنعاش؛ التوربين الغازي؛ مبادل حراري.