



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : ZITOUT ILHAM

HABBI CHAIMA

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie des procédés

OPTION : Génie chimique

Thème

**Etude et dimensionnement de l'échangeur de
Chaleur à tube et calandre**

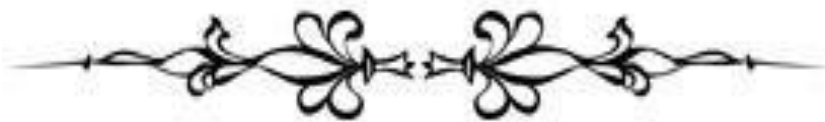
Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
ABDELMOUEZ Ahmed	MCB	Examineur
ZAROKI Hamza	MCB	Président
MERIGUI Khaled	MAA	Rapporteur

Promotion : 2023/2024



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





كيف نندكم فلسطين؟

قاطع
المنتجات
المصنوعة
بدماء فلسطينية

الدعاء
من أجل
النصر

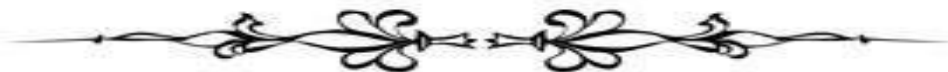
شارك و انشر
عن القضية

اعرف
تاريخ
القضية
&
كلمه
أولادك

حتى يطمئن فؤادها.. حتى
تبرد نارها.. حتى تطيب جراحها
وأرضها وأهلها

INSTA: TAAMOL_92

@arwa.abosalama



Remerciement

Nous tenons à remercier en premier **Lieu Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le souffle et l'aptitude pour mener à terme ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre professeur, le **Dr** qui nous **a Merigui Khaled** encadrés et dirigés et le remercions pour tous ses conseils et son aide tout au long de cette période.

Nous vifs à remerciements vont également aux membres de jury, **Dr Abdelmouez Ahmed** et **Dr Zaroki Hamza** d'avoir accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous remercions également le chef du département Pr. **Ben alia, Mokhtar** et tous les enseignants du département Génie des procédés pour tout ce qu'ils ont fourni, de près ou de loin, des études ou des conseils.

Enfin nous ne pouvons terminer cette lettre sans exprimer notre gratitude et nos remerciements à nos parents qui nous ont soutenus du début à la fin des travaux.



Dédécasse

Je vous remercie de partager ce moment avec moi.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, ma mère et mon père, pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements sans lesquels je ne serais pas arrivé à accomplir ce travail.

Je remercie également mes frères, mes amies pour leur présence et leur support tout au long de mon parcours.

Je tiens également à exprimer ma gratitude envers tous les professeurs que j' ai eus, du primaire au supérieur, pour leur enseignement, leur guidance et leur inspiration.

Je les remercie de tout mon cœur."

CHAIMA

Dédécasse

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir permis D'accomplir cet humble travail, fruit d'années d'études.

Je tiens à dédier ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers à ceux qui ont fait de moi ce que je suis mes très chers parents pour qui je n'oublierai jamais leur grande affection; leur soutiens et leur encouragements: tout le long de ma vie.

A mon cher grand-père : Ali et Daoud (RABI YARHAMHOUM)

A mes chères grandes mères : Hania et Mbarka

A mon père : Lakhdar

A ma mère : Aicha

A mon seul chère frère : Akram

A mes très chères sœurs: Hanaa et Hind

A ma chère tante : Mariam et Naima et Hanane et Halima et Hajira et Fadila et Fatiha et khaira
et Hada et Nacira et Khadija

A mes chers oncles

A mon très chère cousines : Ahlem et Hajer et Manel et Nesrine et Nabila et Nada et Siham et
Israa et khaira et zaineb et Riham et Houda

A mes amis : Sara et Hanane et Hadil et Faiza et Imane et Noura et Ikram

A mes frères au PALASTINE.

A tous mes collègues

A mes amis de génie chimique

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

ILHAM

Sommaire

Liste des tableaux

Les des figures

Introduction générale 1

CHAPITER I : Généralité sur les échangeurs de chaleur

I-1 Introduction.....2

I.2 Type des échangeurs de chaleur2

I.2.1 Echangeurs à plaques2

I.2.2 Echangeurs à tube : (monotubes, coaxiaux ou multitubulaires)2

I.3 Eléments d'échangeur3

I.3.1 calandre3

I.3.2 Boite de distribution4

I.3.3 Les Plaques tubulaires5

I.3.4 faisceau5

I.3.5 Les chicanes6

I.4 Classification des échangeurs de chaleur6

I.4.1 Classification suivant le schéma de circulation des fluides dans un échangeur6

I.4.2 Classement fonctionnel8

I.4.3 Classification en suivant le matériau de la paroi d'échange8

I.5 Les Problèmes fréquents rencontrés dans les échangeurs de chaleur tubulaires9

I 5 1. Encrassement9

I 5 2. Corrosion10

I 5 3. Fuites10

Conclusion11

CHAPITER II : Calcule de vérification d'un échangeur de chaleur

II.1 Principe de calcul thermique d'un échangeur12

II.2 Méthodes de calcul analytique13

II.2.1 Principes de calcul13

II.2.2 Calculs thermiques des échangeurs tubulaires15

II.3 Calcul de vérification de l'échangeur de chaleur17

II.3.1Caractéristiques de l'échangeur17

II.3.2 Données de calcul18

II.3.3 Propriétés physiques des fluides de service18

II.3.4 Caractéristiques des fluides19

II.4 Le calcul21

II.5 tableaux resument lesresultats31

Conclusion31

Conclusion générale

BIBLIOGRAPHIE

Annexes

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Types d'échangeurs tubulaires	3
Figure I.2 : Echangeur à tube et calandre.....	4
Figure I.3 : Boite de distribution.....	4
Figure I.4 : Plaques tubulaires.....	5
Figure I.5 : faisceau tubulaire	5
Figure I.6 : Type de chicane	6
Figure I.7 : Echangeur simple passe co-courant	7
Figure I.8 : Echangeur simple passe contre-courant.....	7
Figure I.9 : Echangeur simple passe Courant croises.....	8
Figure I.10 : Echangeur multipass.....	8
Figure I.11 : Encrassement.....	9
Figure I.12 : Corrosion.....	10

Chapitre II

Figure II.1 : Principe de calcul thermique d'un échangeur.....	12
Figure II.2 : Calcul par la méthode de la différence moyenne.....	15
Figure II.3 : Schéma de l'installation existant.....	18
Figure II.4 : Diagramme des températures.....	22

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau II.1 : Composition de la charge gaz brut coté tube.....	19
Tableau II.2 : Conditions opératoires.....	20
Tableau II.3 : Composition de la charge gaz de vente coté calandre.....	20
Tableau II.4 : Condition opératoire.....	21
Tableau II.5 : Résumé des résultats	31

ANNEXE

Annexe-1 Tableau-1 masse volumique moyenne de gaz brut.

Annexe-1 Tableau-2 la masse volumique moyenne gaz sec.

Nomenclatures

Indice « c » : Côté calandre

Indice « t » : Côté tube

C_p	chaleur spécifique	J/kg.k
DTLM	Différence de la température logarithmique moyenne	(°C)
U	Coefficient d'échange global	W/K.m ²
D_0	Diamètre extérieur des tubes	(m)
D_i	Diamètre intérieur des tubes	(m)
l	Longueur des tube	(m)
e_t	Epaisseur des tubes	(m)
λ	Conductivité thermique	w/m.k
η	Viscosité dynamique	kg/m.s
ρ	Masse volumique	kg/m ³
D_c	Diamètre de la calandre	(m)
N_c	Nombre de chicanes	
B	Espacement entre les chicanes	
T_e	Température d'entrée	(K)
T_s	Température de sorti	(K)
P_e	Pression d'entrée	kg/cm ²
P_s	Pression de sortie	kg/cm ²
f	Facteur de friction	

Liste des tableaux

S	Surface d'échange	m^2
h	Coefficient de transfert de chaleur	$w/m^2.k$
P_r	Nombre de Prandtl	
R_e	Nombre de Reynold	
\dot{m}	Débit massique	kg/s
Δp	Chute de pression	Pas
G_c	vitesse massique	$kg/m^2.s$
F	Facteur de correction de la température	
N_t	Nombre des tubes par calandre	

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

Les équipements statiques jouent un rôle important dans différents domaines

Industriels ,et parmi ces équipements les échangeurs de chaleurs.

L'échangeur de chaleur est un appareil thermique de grande importance dans les installations thermiques et énergétiques il permet d'assurer le transfert de chaleur d'un liquide chaud a un fluide froid sans contact direct entre les deux. Le même fluide peut être conservé à l'état physique liquide ou gazeux [1].

Sans conteste les échangeurs de chaleur occupent une place essentielle et indispensable dans tous les systèmes thermiques, Pour améliorer le transfert de chaleur entre les surfaces froides et chaudes, des échangeurs de chaleur doivent être conçus. L'objectif principal d'entre eux est d'améliorer les systèmes thermiques et de réduire la taille.

Notre travail est divisé en deux chapitres :

Avant toute étude, il est nécessaire de mener une recherche bibliographique, qui permet une étude théorique de ces dispositifs. C'est l'objet du premier chapitre, où nous avons abordé tous les aspects théoriques des échangeurs de chaleur, Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des méthodes de calcul des échangeurs de chaleur,

Chapitre I :

Généralités sur les échangeurs

I.1 Introduction :

Les procédés utilisés dans l'industrie pétrolière et gazière nécessitent souvent que les fluides traités soient **réchauffés** ou **refroidis**,

Au cours de ces opérations d'importante énergie est dépensée dont il est nécessaire de récupérer la plus grande quantité possible.

I.2 Type des échangeurs de chaleur :

I.2.1 Echangeurs à plaques :

À surface primaire ou à surface secondaire (avec des ailettes) Les échangeurs à plaques ont les meilleures performances thermiques. Cependant leur efficacité importante a fait qu'ils sont actuellement largement utilisés pour des applications diverses. On les rencontre dans l'industrie du froid et de la cryogénie, dans l'industrie chimique et pétrochimique, dans l'industrie pharmaceutique, dans l'industrie alimentaire... [2].

I.2.2 Echangeurs à tube : (monotubes, coaxiaux ou multitubulaires) :

Pour des raisons 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 :

- a. Échangeur monotube**(figure I.1a), dans lequel le tube est placé à l'intérieur d'un réservoir et a généralement la forme d'un serpent.
- b. Échangeur coaxial** (figure I.1b), 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.
- c. Échangeur multitubulaire**, existant sous quatre formes :
 - **Échangeur à tubes séparés** (figure I.1c) : à l'intérieur d'un tube de diamètre suffisant se trouvent placés plusieurs tubes de petit diamètre maintenus écartés

- **Échangeur à tubes rapprochés** (figure I.1d) : 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
- **Échangeur à tubes ailettes** (figure I.1e) : ces tubes permettent d'améliorer le coefficient d'échange thermique.
- **Échangeur à tubes et calandre** (figure I.1 f) : c'est l'échangeur actuellement le plus répandu [2].

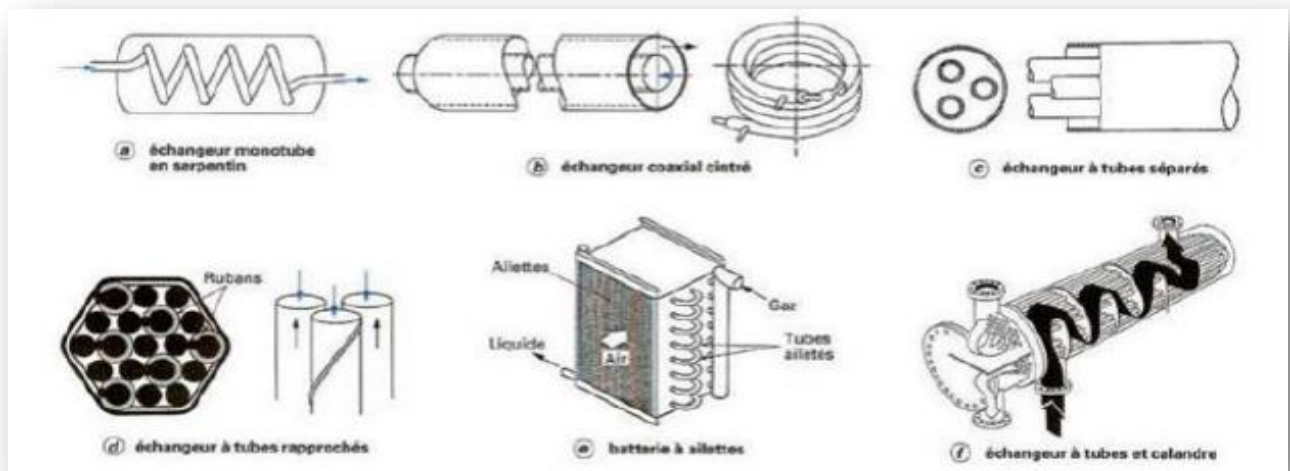


Figure I.1 : Les différents types d'échangeurs tubulaires

I.3 Eléments d'échangeur :

I.3.1 calandre :

C'est l'enveloppe métallique entourant le faisceau tubulaire. L'acier au carbone est le matériau le plus couramment utilisé pour la construction des calandres. A chaque extrémité sont soudées les brides qui porteront le couvercle et la boîte de distribution. Les tubulures d'entrée et de sortie sont soudées avec plaque de renforcement ou non, selon la pression de service. Enfin la calandre pourra être équipée d'anneaux pour le levage et portera la plaque d'identité de l'appareil [3].

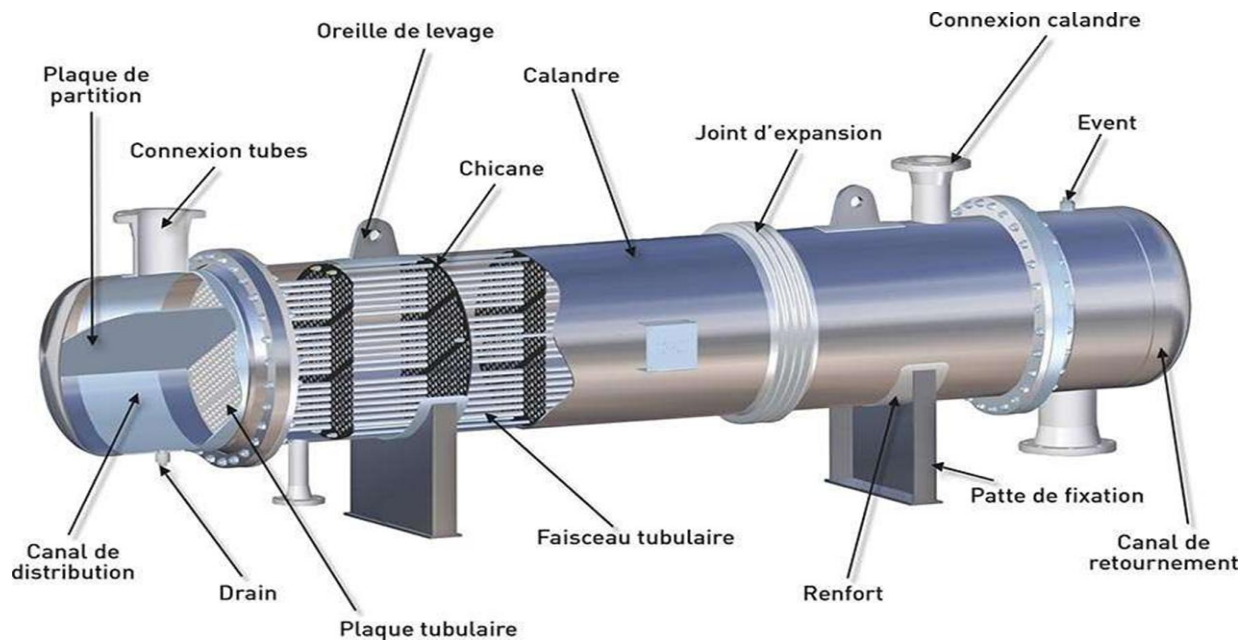


Figure I.2 : Echangeur à tube et calandre

I.3.2 Boite de distribution :

Tubulaire 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 de la boîte dépend non seulement du type choisi, mais aussi du nombre de passes. La liaison cloison-plaque est en général assurée par un joint. La boîte est le plus souvent réalisée avec un matériau peu différent de celui des tubes [4].



Figure I.3 : boîte de distribution.

I.3.3 Les Plaques tubulaires :

Ce sont des plaques percées supportant les tubes à leurs extrémités, leurs épaisseurs varient entre 5 et 10 cm. Les tubes généralement sont fixés par : mandrinage, dudgeon nage, et par soudage dans les applications à haute pression

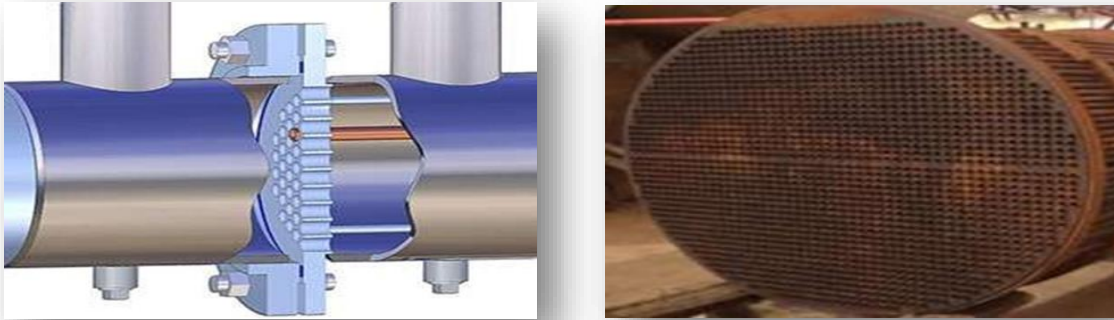


Figure I.4 : Plaques tubulaires [5].

I.3.4 faisceau :

C'est l'ensemble des tubes constituant le faisceau. Les épaisseurs de tubes sont normalisées selon le calibre BWG (Birmingham Wire Gage). La perforation des trous dans les plaques tubulaires est normalisée ; elle s'effectue selon une disposition soit au pas carré, soit au pas triangulaire. Le pas est la distance centre à centre de deux tubes voisins.



Figure I.5 : faisceau tubulaire

I.3.5 Les chicanes :

Des chicanes sont installées côté calandre pour orienter et allonger le cheminement du fluide, Ces chicanes peuvent être orientées perpendiculairement (**chicanes transversales**) ou parallèlement à l'axe de l'échangeur (**chicanes longitudinales**) Ces chicanes ont pour rôle entre autres de supporter les tubes du faisceau afin d'éviter leurs déformations.

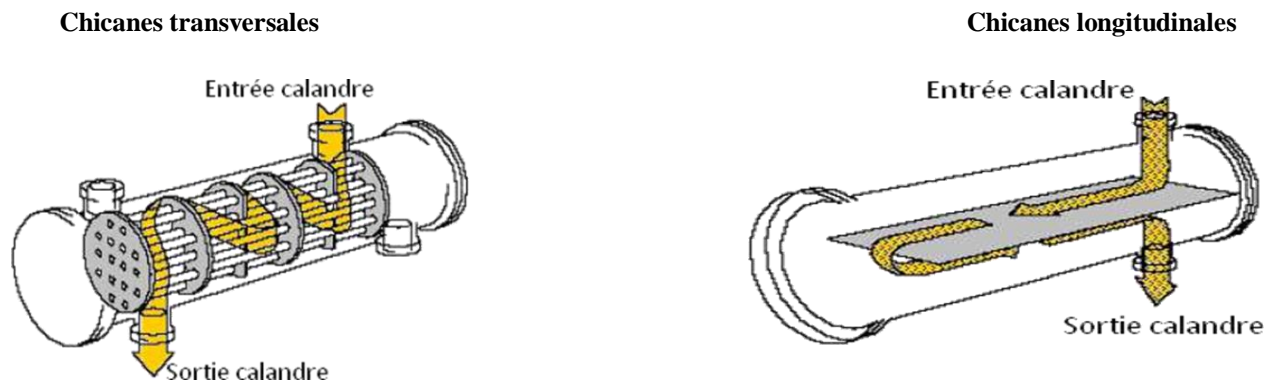


Figure I.6 : Type de chicane

I.4 Classification des échangeurs de chaleur :

I.4.1 Classification suivant le schéma de circulation des fluides dans un échangeur :

Ce classement est réalisé à partir de la géométrie de l'échangeur et du sens relatif des écoulements des deux fluides. Dans ce qui suit, on représente uniquement les circulations des fluides les plus souvent rencontrées.

➤ **Echangeur passe :**

- a) **Co- courant :** à co-courant (parallèle flow): Les deux fluides circulent parallèlement dans le même sens.

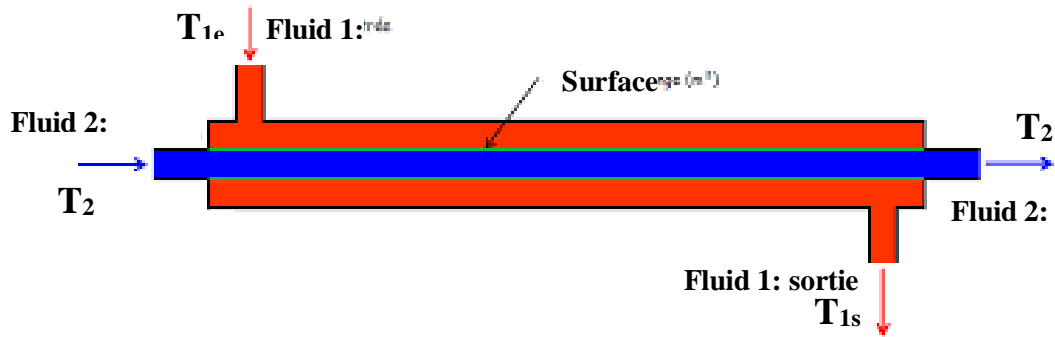


Figure I.7: Echangeur simple passe co-courant.

b) **Contre-courant :**

- à contre-courant contre flow les deux fluides circulent parallèlement dans le sens contraire

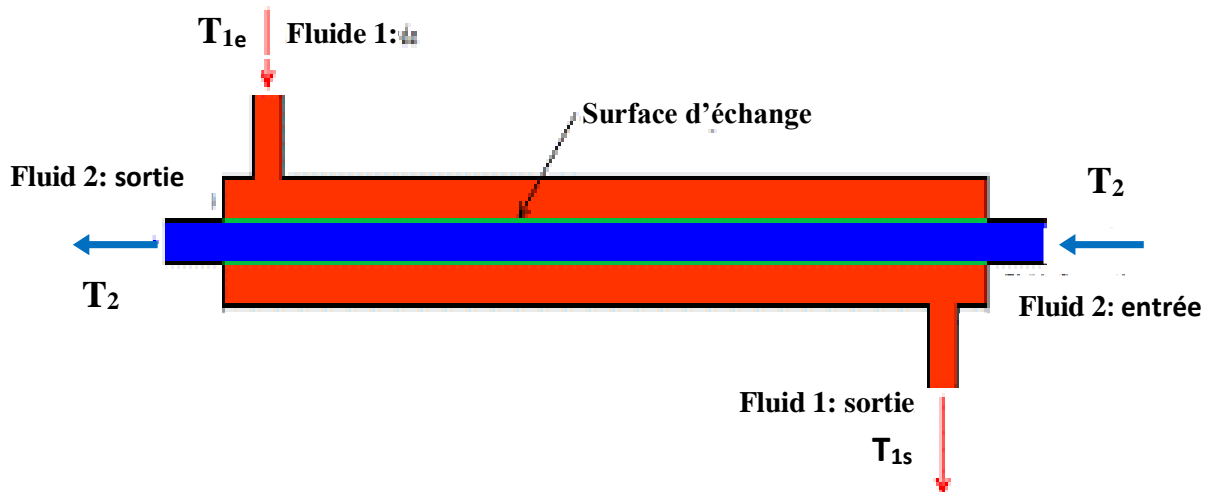


Figure I.8: Echangeur simple passe contre-courant.

c) **Courant croises :**

Dans ce type d'échangeurs les deux fluides s'écoulent perpendiculairement l'un à l'autre. On remarque, ainsi que le sens d'écoulement est sans importance.

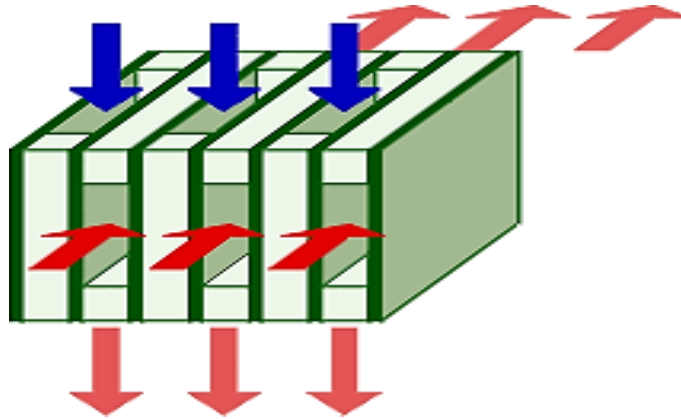


Figure I.9 : Echangeur simple passe Courant croises

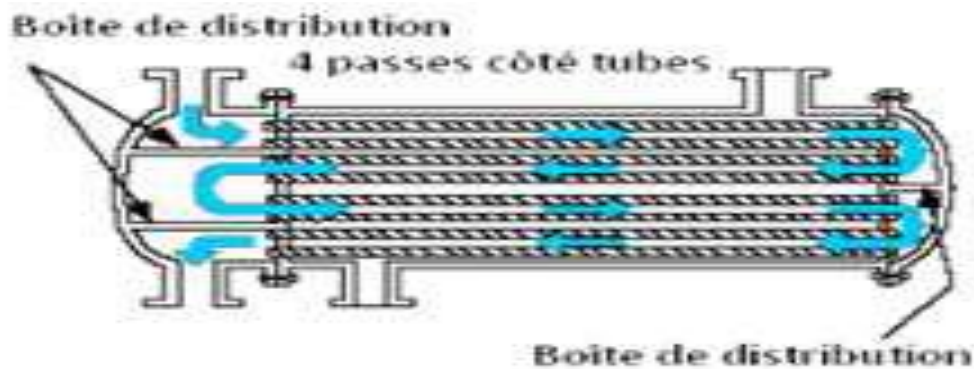
➤ **Echangeur multi passe :**

Figure I.10 : Echangeur multipass

I.4.2 Classement fonctionnel :

- Un seul fluide à un écoulement avec changement de phase, cas des évaporateurs ou condenseurs.
- Les deux fluides ont un écoulement avec changement de phase, cas des évaporateurs [6].

I.4.3 Classification en suivant le matériau de la paroi d'échange :

- Echangeur non-métallique :(plastique, graphite, céramique, verre...).
- Echangeur métallique : (acier, aluminium, cuivre). [7].

I.5 Les Problèmes fréquents rencontrés dans les échangeurs de chaleur tubulaires :

Les problèmes couramment rencontrés dans les échangeurs de chaleur tubulaires incluent :

I 5 1. Encrassement

L'encrassement est l'accumulation de dépôts indésirables, tels que le tartre, la rouille ou les produits biologiques, sur les surfaces de transfert de chaleur des tubes ou de la coque. Cela réduit l'efficacité du transfert de chaleur, augmente la chute de pression et peut même entraîner des fuites ou des ruptures- [8]-[9]-[10].



Figure I.11: Encrassement

✓ LA SOLUTION

- Mettre en place des programmes d'entretien réguliers incluant le nettoyage et le remplacement des tubes nécessaires
- Utiliser des matériaux et des finitions de surface adaptés pour limiter l'adhérence des dépôts
- Concevoir l'échangeur pour faciliter l'accès et le nettoyage (démontable, incliné pour la vidange, etc.)

I 5 2. Corrosion :

La corrosion est la dégradation des matériaux des tubes ou de la coque due à des réactions chimiques avec l'environnement. Cela peut fragiliser l'échangeur de chaleur, réduire l'efficacité du transfert de chaleur et entraîner des fuites ou des défaillances. [8]-[9]-[10].

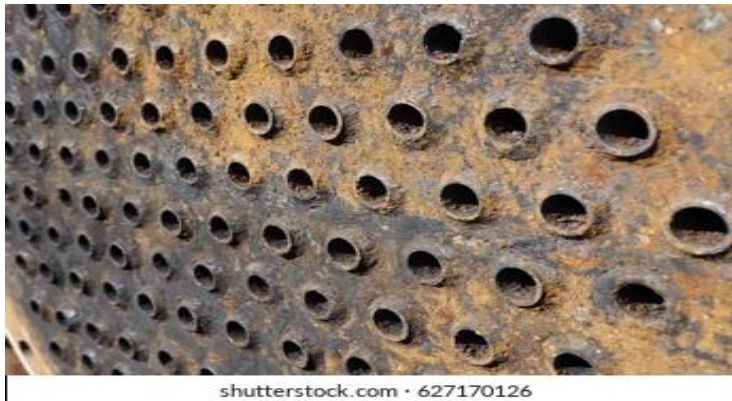


Figure I.12: Corrosion

✓ LA SOLUTION

- Choisir des matériaux résistants à la corrosion en fonction des fluides utilisés
- Éviter la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables en contrôlant leur composition et leur traitement thermique
- Protéger les surfaces avec des revêtements anticorrosion si nécessaire

I 5 3. Les Fuites:

Les fuites peuvent se produire au niveau des joints, des soudures ou des tubes eux-mêmes. Elles peuvent être causées par une usure, une corrosion, une fabrication défectueuse ou une surpression. Les fuites peuvent entraîner une perte de produit, une contamination croisée et des dangers pour la sécurité.[9]-[10].

✓ LA SOLUTION

- Assurer une maintenance préventive régulière des joints, soudures et tubes pour détecter et réparer les défauts
- Dimensionner l'échangeur avec des marges de sécurité suffisantes pour supporter les surpressions
- Utiliser des techniques de contrôle non destructif pour inspecter l'intégrité des tubes

Conclusion

En résumé, les échangeurs de chaleur tubulaires sont des composants essentiels dans de nombreuses applications industrielles, mais ils peuvent être affectés par des problèmes tels que l'encrassement, la corrosion et les fuites, qui peuvent réduire leur efficacité et leur durée de vie. Pour prévenir et résoudre ces problèmes, il est important de mettre en place des programmes d'entretien réguliers, de choisir des matériaux et des finitions de surface adaptés, et de concevoir les échangeurs pour faciliter l'accès et le nettoyage.

En outre, l'étude analytique ou numérique de ces dispositifs est essentielle pour améliorer leur rendement et assurer une bonne rentabilité des unités de production. Les méthodes de calcul des échangeurs de chaleur sont un élément clé pour comprendre et optimiser leur fonctionnement.

Chapitre II

Calcul de vérification d'un échangeur de chaleur

II Calcul thermique d'un échangeur :

II.1 Principe de calcul thermique d'un échangeur :

La figure (II-1) illustre dans son Principe, le calcul thermique d'un échangeur de chaleur 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, diamètres hydrauliques, etc...), puis des calculs de transfert de chaleur et de pertes de pression.

➤ 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...) [11].

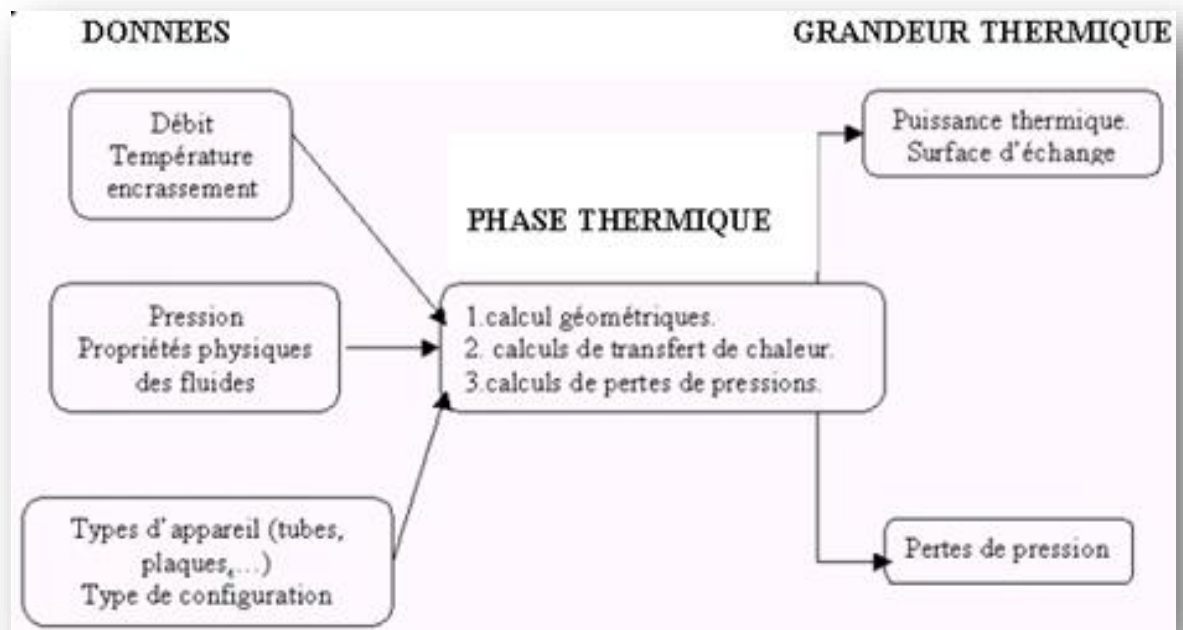


Figure II.1 : Principe de calcul thermique d'un échangeur.

II.2 Méthodes de calcul analytique :

II.2.1 Principes de calcul :

Plusieurs critères sont à considérer pour le dimensionnement d'un échangeur suivant son utilisation. La puissance thermique est toujours la principale préoccupation, mais le choix définitif de l'échangeur peut dépendre d'autres paramètres tels que [12].

- Les pertes de pression ;
- L'encombrement ;
- La masse ;
- Une température de paroi à ne pas dépasser ;
- Les matériaux utilisés ;

Deux types de calcul thermique sont envisageables pour la caractérisation de l'échangeur :

- La détermination de surface d'échange S connaissant la puissance échangée et les températures d'entrée et de sortie des deux fluides.
- La détermination des températures de sorties des fluides, connaissant leurs températures d'entrée et la surface d'échange.

Méthode du **DTML** (**DTML** différence des températures de mélange moyenne logarithmique) :

DTML : différence moyenne de température entre les deux fluides sur tout l'échangeur.

Cette méthode permet de déterminer la surface d'échange S connaissant la puissance échangée et les températures d'entrée et de sortie des deux fluides chaud et froid [13].

La valeur locale de la puissance élémentaire $d\phi$ échangée à travers un élément de surface d_s est donnée par l'équation [14].

$$d\phi = U dS (T_1 + T_2) \quad (\text{II-1})$$

Avec :

- U : coefficient d'échange global.
- T_1 et T_2 températures des fluides F_1 et F_2 de part et d'autre de la paroi.

La surface d'échange totale s'obtient en intégrant l'équation précédente :

$$S = \int \frac{1}{U(T_1 - T_2)} \quad (\text{II-2})$$

L'intégration ne peut s'effectuer que pas si l'on connaît l'évolution du coefficient d'échange U en fonction des températures et T_1 et T_2 , dont l'évolution suivant l'écoulement doit elle-même être connue.

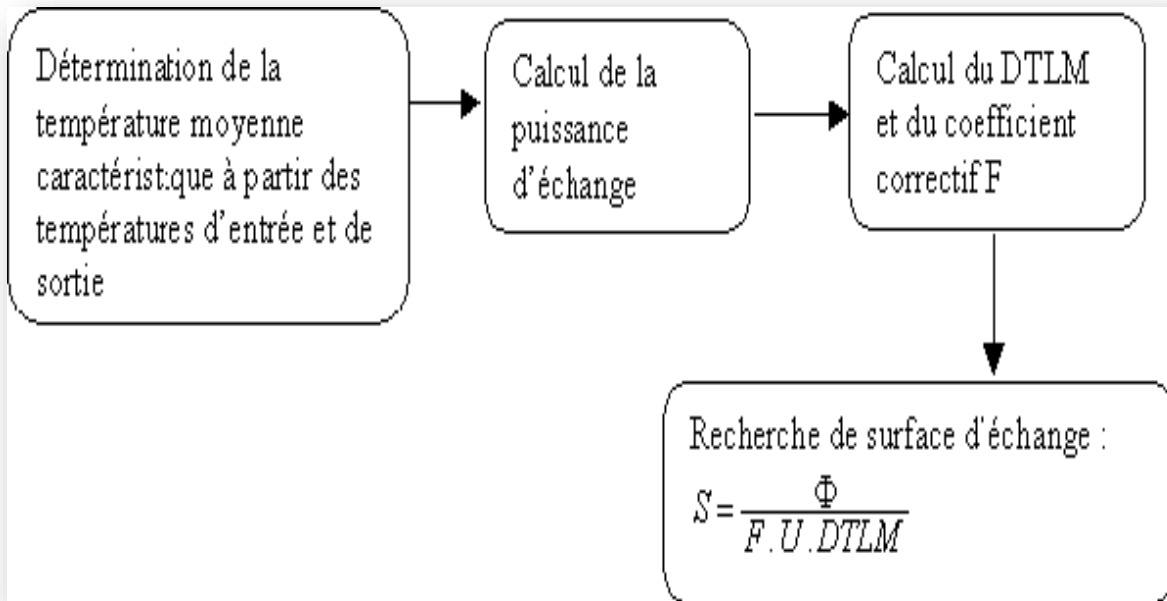
Globalement, la surface d'échange ne peut être calculée qu'en admettant les hypothèses suivantes :

- On définit une température moyenne caractéristique ;
- On suppose constant le coefficient d'échange global U déterminé à la température caractéristique d'échange. La surface s'obtient par la relation :

$$S = \frac{\phi}{U F D T L M} \quad (\text{II-3})$$

Avec $D T L M$ est la différence moyenne de température entre deux fluides sur tout l'échangeur. Dans la pratique, on préfère exprimer cette différence moyenne à partir de la différence moyenne logarithmique d'un échangeur à contre-courant calculé avec les mêmes températures d'entrée et de sortie des fluides, multipliée par un facteur correctif F .

Ce facteur correctif F vaut 1 dans le cas d'un échangeur à contre-courant. Le déroulement de calcul peut se faire schématiquement par la **figure**



FigureII.2 : Schéma de calcul par la méthode de la différence moyenne.

Logarithmique

Ainsi, cette méthode de calcul revient à écrire que la puissance thermique échangée est proportionnelle à l'aire de la surface d'échange et à la différence de température moyenne logarithmique.

II.2.2 Calculs thermiques des échangeurs tubulaires :

Dans ce qui suit nous allons introduire les différentes grandeurs caractéristiques, ainsi que l'enchaînement des différentes étapes d'une méthode de calcul simplifiée pour le dimensionnement des échangeurs tubulaires [15].

a) Grandeurs caractéristiques :

En général, l'échangeur de chaleur peut être caractérisé par les grandeurs suivantes :

- m_1 et m_2 : les débits massiques des deux fluides.

- C_1 et C_2 : les chaleurs massiques des deux fluides.
- T_{1e} et T_{2e} : les températures d'entrée des deux fluides.
- T_{1s} et T_{2s} : les températures de sortie des deux fluides.
- ϕ : le flux de chaleur échangé.
- U : le coefficient d'échange global.
- S : la surface d'échange.

b) Méthodes de calcul simplifié :

La méthode de calcul simplifié ci-après permet de déterminer un ordre de grandeur de la surface d'échange et une configuration d'écoulement pour un cas de dimensionnement assez général ou l'on se donne :

- Les débits des deux fluides en présence.
- Les températures entrées-sorties d'un des fluides, ainsi que la température d'entrée du second fluide[4].

C) Etapes de calcul :

- Détermination de température du second fluide à partir des équations de bilan :

$$\Phi = \dot{m}_1 C_{p1} (T_{e1} - T_{s1}) = \dot{m}_2 C_{p2} (T_{s2} - T_{e2}) \quad (\text{II- 4})$$

- Calcul de l'écart de température moyen logarithmique.
- Calcul du nombre d'unité de transfert définissant le service thermique demandé ainsi que l'efficacité d'échange.
- Connaissant la géométrie de l'échangeur, il est nécessaire de choisir une vitesse caractéristique de l'écoulement dans les tubes.
- Calcul des coefficients de transfert de chaleur de chaque côté des fluides considérés et cela en utilisant les corrélations appropriées.

- Evaluation du coefficient d'échange global de transfert de chaleur, sans tenir compte de l'encrassement (coefficient d'échange propre) pour un premier calcul, et en tenant compte de l'encrassement pour un deuxième calcul (coefficient d'échange encrassé).
- Calcul de la surface d'échange correspondante au coefficient d'échange calculé, et ceci suivant la méthode utilisée (méthode de la moyenne logarithmique).
- Comparaison entre la surface nécessaire pour réaliser le service demandé et la surface considérée au début.
- Calcul des pertes de charge sur chaque circuit à partir des corrélations appropriées.
- Comparaison avec les pertes de charges maximales admissibles.

II.3 Calcul de vérification de l'échangeur de chaleur

II.3.1 Caractéristiques de l'échangeur:

a) Coté tube:

- le fluide circulant est : le gaz brut.
- Diamètre extérieur des tubes : $D_0=0.75" = 0.75 \cdot 25.4 = 19.05\text{mm}$
- Diamètre intérieur des tubes : $D_i=14.85\text{mm}$.
- Type des tubes : **BWG14**.
- -matériau des tubes : **SA-334GRI**
- -Longueur des tubes : $l=720"=720 \cdot 25.4=18288\text{mm}$
- -Pas triangulaire : $P=28.575\text{mm}$
- Epaisseur : $e_t=2.10\text{ mm}$.
- Conductivité de l'acier du tube : $\lambda_p=46\text{w/m.}^\circ\text{k}$

b) Coté calandre

- le fluide circulant est : le gaz sec.
- Diamètre de la calandre : $D_c = 52" = 1321\text{mm}$.
- Nombre de chicanes : $N_C=38$.
- Espacement entre les chicanes : $B=450.9\text{mm}$.
- $x = 40\%$
- -Matériau de la calandre : **SA-516GR 70**

II.3.2 Données de calcul :

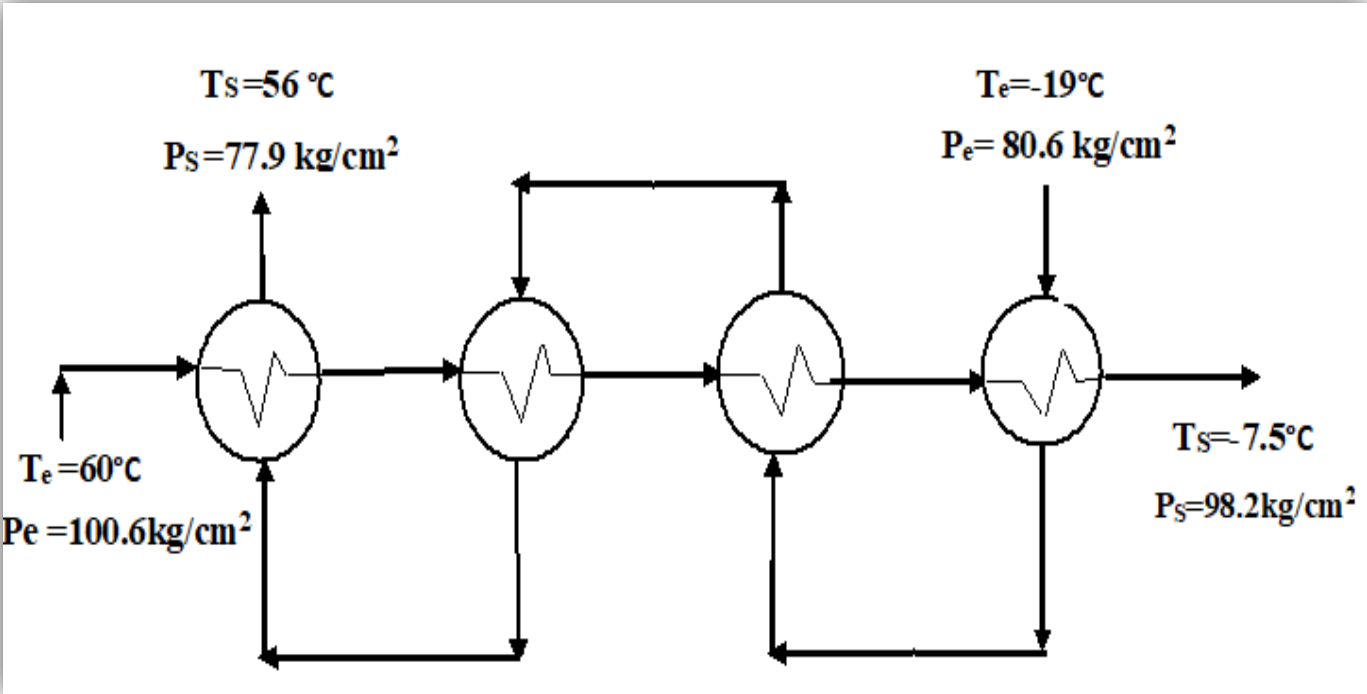


Figure II.3 : Schéma d'un échangeur de chaleur tube et calandre

II.3.3 Propriétés physiques des fluides de service :

D'après les annexes I,

II.3.4 Caractéristiques des fluides :**a) Cotés tube :****Tableau II.1 Composition de la charge gaz brut coté tube.**

Constituents	Débit molaire (kg mol/h)	% molaire (Xi)
N₂	525.6	5.80
CO₂	18.4	0.20
CH₄	7306.1	80.67
C₂H₆	666.9	7.36
C₃H₈	247.1	2.73
i-C₄H₁₀	50.0	0.55
n-C₄H₁₀	86.0	0.95
i-C₅H₁₂	25.7	0.28
n-C₅H₁₂	33.1	0.37
C₆H₁₄	33.6	0.39
C₇H₁₆	25.4	0.28
C₈H₁₈	15.4	0.17
C₉H₂₀	9.2	0.10
C₁₀H₂₂	4.7	0.05
C₁₁H₂₄	3.3	0.04
C₁₂H₂₆	6.3	0.07
TOTAL	9057.00	100

➤ La masse volumique moyenne(ρ_m) :

D'après (Annexe-I-tableau :2) : $\rho_g=80.8331\text{kg/m}^3$

TableauII.2 Conditions opératoires.

	Entrée	Sortie
Temperature($^{\circ}\text{C}$)	$T_1=60$	$T_2=-7.5$
Pression(kg/cm^2)	100.6	98.2
Débit massique (kg/h)	307460	307460

a) cotés calandre:

TableauII.3 Composition de la charge gaz de vente coté calandre.

Constituants	Débit molaire (kg mol/h)	X_i' (% molaire)
N₂	519.60	6.13
CO₂	17.20	0.20
CH₄	7075.40	83.46
C₂H₆	586.90	6.92
C₃H₈	181.60	2.14
i-C₄H₁₀	28.60	0.34
n-C₄H₁₀	42.90	0.51
i-C₅H₁₂	8.70	0.10
n-C₅H₁₂	9.50	0.11
C₆H₁₄	4.90	0.06
C₇H₁₆	1.80	0.02
C₈H₁₈	0.50	0.01
C₉H₂₀	0.10	0.00
C₁₀H₂₂	0.00	0.00

C₁₁H₂₄	0.00	0.00
C₁₂H₂₆	0.00	0.00
TOTAL	8477.90	100

➤ **La masse volumique moyenne (ρ_g) :**

D'après (l'annexe I-tableau:4) $\rho_g = 60.7494 \text{kg/m}^3$

TableauII-4 Condition opératoire.

	Entrée	Sortie
Température(°C)	$T_1 = -19$	$T_2 = 56$
Pression(kg/cm²)	80.6	77.9
Débit massique (kg/h)	310889	310889

II.4 Le calcul:

a) Calcul de la quantité de chaleur échangée:

➤ **Fluide chaud : gaz brut (coté tube)**

$$\Phi_1 = m_c \cdot C_{pc} \cdot \Delta T = m_c \cdot C_{pc} \cdot (T_{ec} - T_{sc})$$

$$\Phi_1 = 307460 \cdot 0,83 \cdot (60 - (-7,5))$$

$$= 17225446,5 \text{ kcal/h}$$

➤ **Fluide froid : gaz de vente (coté calandre)**

$$\Phi_2 = m_f \cdot C_{pf} \cdot \Delta T = m_f \cdot C_{pf} \cdot (T_{sf} - T_{ef})$$

$$\Phi_2 = 310889 \cdot 0,74 \cdot (56 - (-19))$$

$$= 17254339,5 \text{ kcal/h.}$$

$$\phi_1 = \phi_2 = \phi = 17200000 \text{ kcal/h.}$$

b) Calcul de DTLM:

Fluide chaud: 60 → -19

Fluide froid: 56 ← -7,5

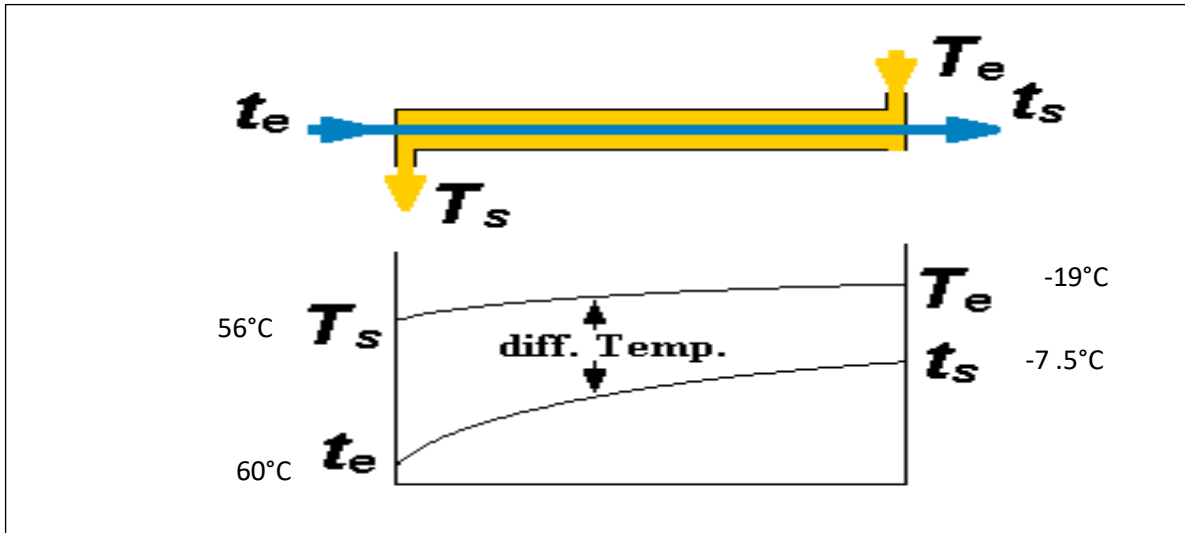


Figure II.4 : Diagramme des températures

$$DTLM = \frac{(T_e - t_s) - (T_s - t_e)}{\ln \left(\frac{T_e - t_s}{T_s - t_e} \right)}$$

$$DTLM = (11,5 - 4) / \ln (11,5 / 4)$$

$$= 7,1^\circ\text{C}$$

$$DTLM = DTLM \cdot F$$

F : facteur de correction.

Dans le cas :

Nombre de passe coté tube = 1

Nombre de passe coté calandre = 1

$$\Rightarrow DTLM = DTLM$$

$$= 7,1^\circ\text{C}$$



$$F=1$$

c) Calcul de surface d'échange globale **S** :

$$S = \frac{\phi}{U.DTLM}$$

c.1 Calcul de coefficient de transfert global U :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_f} + \frac{e_t}{\lambda_p}}$$

c.2 Calcul de hf et hc :

➤ Calcul de hc dans les tubes :

-vitesse d'écoulement dans les tubes :

$$V_c = \frac{\dot{m}_c}{\rho_c \cdot N_t \cdot A_t}$$

Tel que :

$$A_t = \frac{\pi \cdot (D_i)^2}{4}$$

$$A_t = 1,7311 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$m_c = 307460 \text{ kg/h}$$

$$\rho_c = 80,8331 \text{ kg/m}^3$$

$$N_t = 1600 \text{ tubes}$$

$$V_c = \frac{307460}{80,8331 \cdot 1600 \cdot 1,7311 \cdot 10^{-4}}$$

$$V_c = 13733,53 \text{ m/h} = 3,8148 \text{ m/s}$$

Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\rho_c \cdot V_c \cdot D_i}{\mu_c}$$

$$Re = \frac{80,8331 \cdot 3,8148 \cdot 0,01485}{0,0138 \cdot 10^{-3}}$$

$$Re = 3.3182 \cdot 10^5 > 2100 \Rightarrow \text{Régime turbulent}$$

Nombre de Prandtl :

$$Pr = \frac{C_{pc} \cdot \mu_c}{\lambda_c}$$

On a $(\lambda_c / \lambda_1) = 1,5$ et $\lambda_1 = 0,022 \text{ kcal/m. h. }^\circ\text{C}$

Alors $\lambda_c = 0,033 \text{ kcal/m. h. }^\circ\text{C}$

$$Pr = \frac{0,83 \cdot 0,0138 \cdot 10^{-3} \cdot 3600}{0,033} = 1.2495$$

Nombre de Nusselt :

$$Nu = 0,36 \cdot (Re)^{0,55} \cdot (Pr)^{1/3}$$

$$= 421,7082$$

$$h_c = \frac{\lambda_c \cdot Nu}{D_i}$$

$$= (0,033 \cdot 421,7082 \cdot 4180) / (3600 \cdot 0,01485)$$

$$= 1088,182 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

➤ **Calcul de h_f :**

➤ **vitesse d'écoulement dans la calandre :**

$$V_f = \frac{P \cdot \dot{m}_f}{Af \cdot D_c \cdot \rho_f} \quad \text{Avec :}$$

$$Af = (P - D_0) \cdot (B - e_c)$$

$$= (28,575 - 19,05) (450,9 - 13,11) \cdot 10^{-6}$$

$$= 4,1699 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V_f = (310889 \cdot 28,575 \cdot 10^{-3}) / (60,7494 \cdot 1321 \cdot 4,1699 \cdot 10^{-6})$$

$$V_f = 7,3742 \text{ m/s}$$

-Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{\rho \cdot V_f \cdot D_0}{\mu_f}$$

$$= (60,7494 \cdot 7,3742 \cdot 19,05 \cdot 10^{-3}) / (0,01234 \cdot 10^{-3})$$

$$= 6,9157 \cdot 10^5$$

$$Pr = \frac{c_{pf} \cdot \mu_f}{\lambda_f}$$

On a : $\lambda_f / \lambda_1 = 1,3$ et $\lambda_1 = 0,0127 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$

$$\lambda_f = 0,01651 \text{ kcal/m.h.}^\circ\text{C}$$

$$Pr = (3600 \cdot 0,74 \cdot 0,01234 \cdot 10^{-3}) / 0,01651$$

$$= 1,9911$$

$$Nu = 0,36 \cdot (Re)^{0,55} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0,36(6,9157)^{0,55} \cdot (1,9911)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 737,7566$$

$$h_f = \frac{Nu \cdot \lambda_f}{D_0}$$

$$h_f = (0,01651 \cdot 737,7566 \cdot 4180) / (19,05 \cdot 3600 \cdot 10^{-3})$$

$$= 742,4018 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Alors :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{1088,820} + \frac{1}{742,4018} + \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{46}}$$

$$U = 432.6016 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$S = \frac{\Phi}{U} \cdot \text{DTM}$$

$$S = \frac{17200000 \cdot 4180}{432,6016 \cdot 7,1 \cdot 3600}$$

$$= 6502.13164 \text{ m}^2$$

d) Nombre des tubes par unité :

$$N_t = \frac{S}{s}$$

avec :

S : la section de passage dans les tubes

$$s = \pi \cdot d_0 \cdot L = 1.094 \text{ m}^2$$

$$s = \pi \cdot 0,01905 \cdot 18 \cdot 288 = 1.094 \text{ m}^2$$

$$N_t = \frac{6502.13164}{1,094} = 5943,447 \approx 5943 \text{ tubes/unité}$$

e) Nombre des tubes par corps :

Nombre des tubes :

$$N'_t = \frac{N_t}{4} = \frac{5908}{4} = 1477 \text{ tubes/ corps}$$

f) Calcul des pertes de charge :

f.1 Coté tubes:

➤ La vitesse massique G_c :

$$G_c = \frac{\dot{m}_c}{A_t \cdot N'_t}$$

Avec :

\dot{m}_c = débit de gaz coté tube en (kg/s).

S : Section de tube

$$S = \frac{(\pi \cdot D_i^2)}{4}$$

$$S = 0.00017311 \text{ m}^2$$

$$G_C = \frac{307460}{1477 \cdot 0.00017311 \cdot 3600}$$

$$G_C = 334,0284 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

-Nombre de Reynolds Re :

$$Re = \frac{D_i \cdot G_C}{\mu_c}$$

Avec :

μ_c : La viscosité dynamique en : kg/m.s

$$Re = 3,5944 \cdot 10^5 \quad Re > 2100 \text{ (le régime est turbulent)}$$

f.1.1 La perte de charge coté tube ΔP_t :

$$\Delta P_t = \frac{l \cdot f \cdot G_C^2}{\Phi_T \cdot \rho_C \cdot D_i}$$

Avec :

$$\Phi_t = \frac{\mu}{\mu_t^{0.14}} = 1$$

f : Coefficient de friction en fonction de nombre de Reynolds est donné par les expressions suivantes :

régime laminaire : ($Re < 2100$) ; $f = \frac{32}{Re}$

régime turbulent : ($Re > 2100$) ;

1- tubes lisses : $f = 0,0028 + 0,25 \cdot \text{Re}^{-0,32}$

2- tubes rugueux : $f = 0,0070 + 0,528 \cdot \text{Re}^{-0,42}$

Dans notre cas :

$$f = 0,0028 + 0,25 * \text{Re}^{-0,32}$$

$$f = 0,0028 + 0,25.3,5944 * \text{Re}^{-0,32} = \mathbf{0.00697}$$

ρ_c : Masse volumique de gaz brut= 80.83kg/m³

$$\Delta P_t = \frac{0,00697.334,0284^2.18,288}{0,01485.8,83.1}$$

$$\Delta P_t = \mathbf{11848.6492 \text{ pascal}}$$

f.1.2 Perte de charge dans la boite de distribution :

$$\Delta P_B = 2 \cdot n_{pt} \cdot G_c^2 / \rho_c$$

$$\Delta P_B = \frac{2 \cdot 1 \cdot (334,0284)^2}{80,83}$$

$$= \mathbf{2760.7317 \text{ Pascal}}$$

Avec :

n_{pt} : Nombre de passe coté tube qu'est égale à 1.

f.1.3 Perte de charge totale :

$$\Delta P_{\text{total tube}} = \Delta P_{\text{tube}} + \Delta P_B$$

$$\Delta P_{\text{total tube}} = 11848.6492 + 2760.7317$$

$$= \mathbf{14609.37 \text{ Pascal}}$$

$$= 0.146 \text{ Kg/cm}^2$$

f.2 Perte de charge cotée calandre :

f.2.1) Perte de charge longitudinale :

$$\Delta P_{CL} = (G_{CL}^2) / (\rho_f * \phi_c)$$

$$\phi_t = (\mu / \mu_t)^{0.14} = 1$$

Avec :

$$G_{CL} = \frac{4 \cdot m_f}{\pi(D_c - N'_t \cdot D_0^2) \cdot X}$$

$$G_{CL} = \frac{4 \cdot 310889}{\pi(D_c - N'_t \cdot D_0^2) \cdot \pi \cdot ((1,321)^2 - 1477 \cdot (0,01905)^2) \cdot 0,4 \cdot 3600}$$

$$G_{CL} = 227,4755 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

$$\Delta P_{CL} = \frac{(227,4755)^2}{60,7494 \cdot 1}$$

$$\Delta P_{CL} = 851,7796 \text{ Pascal}$$

$$= 0,0008517 \text{ kg/cm}^2$$

f.2.2 Perte de charge transversale :

$$\Delta P_{CT} = (N_{PC} \cdot f_{CT} \cdot G_{CT}^2) / (\rho \cdot \phi_c)$$

$$G_{CT} = \dot{m}_f / a_{CT}$$

$$a_{CT} = \frac{D_c}{P} (P - D_0) \cdot B$$

$$a_{CT} = \frac{1.321}{0,028575 (0,028575 - 0,01905) \cdot 0,4509}$$

$$a_{CT} = 0.19854 \text{ m}^2$$

$$G_{CT} = \frac{310889}{0,19854 \cdot 3600}$$

$$G_{CT} = 434,9655 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

Avec :

$$Re = \frac{D_e \cdot G_{CT}}{\mu_f}$$

$$D_e = \left(\frac{3,464 \cdot P^2}{\pi \cdot D^0} \right) - D^0$$

$$D_e = 3,464 \cdot (0,028575)^2 / (\pi \cdot 0,01905) - 0,01905$$

$$D_e = 0,02823 \text{ m}$$

μ_f : La viscosité dynamique en kg/m.s

$$Re = (0,02823 \cdot 434,9655) / (0,01234 \cdot 10^{-3})$$

$$Re = 9,9506 \cdot 10^5 \quad Re > 2100 \text{ (Régime turbulent)}$$

$$f_{CT} = 1,50 [D_0 / ((P - D_0) R_{CT})]^{0,2}$$

$$f_{CT} = 1,1088$$

N_{pc} : Représente nombre de passe coté calandre qui est égale à 1.

$$\Delta P_{CT} = 1 \cdot 0,1088 (434,9655)^2 / (60,7494 \cdot 1)$$

$$\Delta P_{CT} = 3338,84 \text{ Pascal}$$

f.2.3) La perte de charge totale cotée calandre :

$$\Delta P_{\text{total calandre}} = N_c \cdot \Delta P_{CL} + (N_c + 1) \cdot \Delta P_{CT}$$

$$\Delta P_{\text{totalcalandre}} = 38 \cdot 0,008517 + 39 \cdot 0,0033884$$

$$\Delta P_{\text{totalcalandre}} = 0,4557 \text{ kg/cm}$$

II.5 Résumé des résultats :**Tableau II.5 Résumé des résultats.**

Caractéristiques	Résultats de calcul	Résultats de fiche technique
Chaleur échangée [kcal/h]	17200000	17139310,57
Surface d'échange [m²]	6502.13164	7001,6
DTLM=DTM	7,1	7,1
Nombre des tubes	1477	1600
$\Delta P_{\text{tube}}(\text{kg/cm}^2)$	0.146. 4=0,584	2,4
$\Delta P_{\text{calandre}}(\text{kg/cm}^2)$	0,4557. 4=1,8228	2,7

Conclusion :

Des résultats de calcul de vérifications obtenues, nous constatons qu'ils sont en concordance avec ceux de la fiche technique. Ce qui nous amènes à conclue que la méthode de calcul suivi est vérifiée, et s'applique au cas de dimensionnement de notre échangeur.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué pour notre mémoire de fin d'études consiste en une étude en deux parties :

1. Étude des bases de l'échangeur de chaleur et de ses caractéristiques : Cette partie vise à comprendre les principes fondamentaux de l'échangeur de chaleur, ses caractéristiques et les paramètres qui influent sur son fonctionnement.
2. Calcul de vérification des résultats et simulation : Cette deuxième partie consiste à vérifier les résultats obtenus en et à comparer les résultats avec ceux du design initial.

Les résultats obtenus sont acceptables car les paramètres utilisés dans le calcul de dimensionnement sont les mêmes que ceux utilisés dans les stocks pour la maintenance et le retubage. De plus, le nombre de tubes (1477) et le diamètre de la calandre (54") permettent de limiter l'encombrement, ce qui est souvent un problème dans les unités.

Les résultats montrent également un coefficient global d'échange de chaleur élevé, ce qui permet un meilleur transfert de chaleur entre les deux fluides et une réduction de l'énergie à fournir pour la réfrigération au niveau du chiller. Les pertes de charges sont également minimales.

En résumé, une évaluation approfondie des performances de l'échangeur thermique est essentielle pour garantir son bon fonctionnement dans l'application prévue. Les tests et les simulations peuvent être utilisés pour évaluer et améliorer les performances de l'échangeur thermique en termes d'efficacité de transfert de chaleur, de résistance thermique et de perte de charge. Cela permet de concevoir, de sélectionner et d'utiliser de manière optimale un échangeur thermique pour répondre aux exigences spécifiques de transfert de chaleur dans une application donnée. Cette étude approfondie est essentielle pour assurer l'efficacité, la fiabilité et l'optimisation de l'échangeur thermique dans diverses applications industrielles et domestiques

BIBLIOGRAPHIQUE

BIBLIOGRAPHIE

- [1]Azil Fatima Zohra, « Etude des paramètres climatiques, sous serres chauffées en présence de la plante », Thèse de Magistère, université de Batna, 2004.
- [2] T. Farid, « étude comportement dynamique et thermique de deux écoulements du fluide dans un échangeur de chaleur», Mémoire de Master en Génie Energétique- (2013).
- [3]P. Wuithier- Le Raffinage et génie chimique, Tome II- 2emeEdition-Edition TECHIP-Paris – France (1972).
- [4] Salem Mustafa, «Dimensionnement d'un échangeur de chaleur tubulaire pour la condensation du propane», Mémoire de Master en Génie Chimique-2021
- [5] S. SALL ; Introduction général échangeur de chaleur ; Mémoire de fin d'étude ; université de Tlemcen (2014).
- [6] SARYAH Mohamed, «Etude et dimensionnement d'un échangeur de chaleur à tube et calandre E01 a RHOUD NOUSS en vue de la production. Mémoire de Master en Génie Gazier-2021
- [7]A.BONTEMPS,A. GREIGUE, CH.GOUBIER,J.HUETZ,CH.MARVILLET et R.VIDIL ;
« Description des échangeurs de chaleur», technique de l'ingénieur [B2 341]
- [8] <https://www.sacome.com/fr/etudes-de-cas-sur-les-echangeurs-de-chaleur-a-calandre-et-a-tubes/>
- [9] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/energies-th4/echangeurs-de-chaleur-42376210/echangeurs-de-chaleur-be9519/>
- [10] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/energies-th4/echangeurs-de-chaleur-42376210/echangeurs-de-chaleur-be9519/vibrations-be9519niv10003.html>
- [11] CHRISTOPHE MARVILLET ; « Fluides caloporteurs », technique de l'ingénieur [BE9571].

[12]A. BONTEMPS, A.GERIGUE, CH.GOUBIER, J.HUTEZ et R.VIDIL ; « Problèmes de fonctionnement », Technique de l'ingénieur [BE 9571]

[13] Anastasios, J. Karablas « Scale Formation in Tubular Heat Exchangers Research Priorities », Research Institute, 2002.

[14] JAQUE PADEF ; « Echangeur thermique, méthodes de calculs »,1967.

[15]C.DUFFAU, J-M.GRILLOT, J-M.NAVARRO et R.VIDIL ; «Echangeur de chaleur, l'encrassement dans les échangeurs, description, prévention, remèdes », avril 1985.

ANNEX

Etude et calcul de l'échangeur de Chaleur à tube et calandre : عنوان المذكرة :

المؤطر: مريغي خالد

الإسم: الهام

اللقب: زيتوط

شيماء

حبي

ملخص: في القطاع الصناعي، أصبح المبادل الحراري عنصرا أساسيا للحصول على أفضل استفادة من الطاقة وتحسين العمليات الإنتاجية. يتطلب اختيار وتصميم المبادل الحراري لتطبيق محدد مراعاة عوامل عدة، مثل الخصائص الفيزيائية للمواد المتداخلة ودرجات حرارتها وضغوطها، بالإضافة إلى مدى التشغيل وصعوبة الصيانة والاعتبارات الاقتصادية.

تم تصميم مبادل حراري بتقنية حزمة الأنابيب والغلاف للتخفيف من الازدحام في المنشأة وتوفير وقت وتكلفة الصيانة، حيث تضمنت الشبكة أربع مبادلات على التسلسل.

كلمات مفتاحية: مبادل حراري , تصميم, مبادل حراري انبوبي

Memory title : Etude et calcul de l'échangeur de Chaleur à tube et calandre

Name: Zitout
Habbi

First name: Ilham
Chaima

Directed by: Merigui Khaled

Abstract: Heat exchangers have become essential in the industry for energy recovery and improving industrial processes. The selection and design of a heat exchanger for a specific application depend on various factors such as the physical properties of the fluids, their aggressiveness, temperatures, and operating pressures. Considerations also include space limitations, maintenance requirements, and cost considerations.

In this project, we have designed a Shell and Tube heat exchanger to reduce maintenance time and costs. This type of heat exchanger is commonly used in industrial applications due to its efficiency and ease of maintenance. By optimizing the design and configuration of the heat exchanger, we aim to enhance energy efficiency and ensure smooth operation of the industrial processes.

Keywords: Heatexchanger, design,Shellandtubehatexchanger.

Titre du mémoire : Etude et calcul de l'échangeur de Chaleur à tube et calandre

Nom : Zitout
Habbi

Prénom : Ilham
Chaima

Encadreur : Merigui Khaled

Résumé : Les échangeurs de chaleur sont devenus indispensables dans l'industrie pour récupérer de l'énergie et améliorer les processus industriels. Le choix et la conception d'un échangeur de chaleur pour une application spécifique dépendent de plusieurs paramètres tels que les propriétés physiques des fluides, leur agressivité, les températures et les pressions de fonctionnement. Les contraintes d'espace et de maintenance doivent également être prises en compte, ainsi que les considérations de coûts.

Dans ce projet, nous avons conçu un échangeur de chaleur à tubes et calandre pour réduire l'encombrement et les coûts de maintenance. Ce type d'échangeur de chaleur est couramment utilisé dans les applications industrielles en raison de son efficacité et de sa facilité d'entretien. En optimisant la conception et la configuration de l'échangeur de chaleur, nous visons à améliorer l'efficacité énergétique et à assurer le bon fonctionnement des processus industriels.

Motsclés : Echangeurde chaleur, dimensionnement,échangeurdechaleur àtubeetcalandre