

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Abderrahmane MIRA BEJAIA
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Énergétique

Par :

Boukharoubene Samy

Mokrani Billal

Thème

Etude et dimensionnement d'un échangeur a plaques a cevital Bejaia

Soutenu le 13/10/2021 devant le jury composé de:

Mr. F.Mendil	Président
Mr.	Rapporteur
Mr. M.Hamdi	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Populaire et Démocratique Algérienne République

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Déclaration sur l'honneur

Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique dans l'élaboration d'un travail de recherche

Arrêté ministériel n°933 du 28 juillet 2016(*) fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat

Je soussigné,

Nom : Boukharoubene , Mokrani

Prénom: Samy, Bilal

Matricule: 1533003213, 1533003021

Spécialités/ou Option : Energétique

Département: Génie mécanique

Faculté: Technologie

Année universitaire : 2021/2022

Et chargé de préparer un mémoire de (*Licence, Master, Autre spécialité*) : Master

Intitulé : **Etude et dimensionnement d'un échangeur a plaques a cevital Bejaia**

Déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requis est dans l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Bejaia

le 03/09/2021

Signature de l'intéressé

(*)Lu et approuvé

.....

(*)Arrêté ministériel disponibles sur le site www.univ-bejaia.dz/formation (rubrique textes réglementaires)

Remercîments

Tout d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu de nous avoir donné la force, le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre encadreur A.H BENSLIMANE pour son aide, ainsi que les membres du jury d'avoir consacré de leurs temps à la lecture de ce manuscrit, et d'accepter de juger et d'évaluer ce travail.

Nous remercions nos parents ainsi que nos camarades pour leur aide précieux, nos frères, sœurs et amis pour leurs soutiens accordés tout au long de notre chemin.

Dédicaces

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui nous a éclairé les chemins du savoir, on a pu réaliser ce modeste travail qu'on dédie à nos très chers parents, avec tout notre amour, tendresse et estime, on arrivera jamais à leurs rendre ce qu'ils ont fait pour nous. Que Dieu vous protège. Nos frères et sœurs, pour tout l'amour qu'ils nous apportent et leurs soutient. A toute la famille: **BOUKHAROUBENE & MOKRANI** A tous nos amies pour leurs encouragements. A tous nos Enseignants qui nous ont accompagnées tout au long de notre parcours.*

Sommaire

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Sommaire	iii
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	vii
NOMENCLATURE	viii
Introduction Générale	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise CEVITAL	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Situation géographique	3
I.3. Objectifs.....	4
I.4. Présentation et structuration du complexe	5
I.5. Raffinerie de l'huile	6
a. Historique	6
b. présentation	6
I.6. La raffinage.....	7
a. définition	7
b. objectif	7
I.7. Les étapes du raffinage	7
a. Neutralisation	7
b. Décoloration.....	8
c. Désodorisation	8
I.8. Conclusion	8
Chapitre II : Généralités sur les échangeurs	
II.1. Définition de l'échangeur de chaleur	9
II.2. Classement suivant les types d'échangeur	9
a. Échangeur sans changement de phase	9
b. Échangeur Avec changement de phase.....	9
II.3 Les modes de transfert de chaleur.....	10
a. la conduction	10
b. la convection	10

c.	
C. Le rayonnement	11
II.4. différent types d'échangeurs	11
a. Echangeur a plaque	11
b. Echangeur a tubes	11
II.5. Les condenseurs	18
a. Définition.....	18
b. Principe de fonctionnement.....	18
c. Qu'est ce que la récupération du condensât.....	19
d. Les avantages de la récupération des condensats	19
e. Impact positif sur la sécurité et l'environnement	20
Chapitre III : Méthodologie de calculs	
III. 1. Approche technique de dimensionnement de l'échangeur.....	21
a. Méthode.....	21
b. Méthode	23
Chapitre VI : Calcul numérique (résolution de problème)	
VI. 1. La 1ere méthode	27
a. 1er échangeur.....	27
i. Résultat de calcul de l'échangeur	29
ii. Commentaire	29
b. 2em échangeur	30
i. Résultat de calcul de l'échangeur 2	30
ii. Commentaire	30
VI. 2. La 2em Méthode	31
i. Le résultat de calcul de l'échangeur 2	31
ii. Commentaire.....	31
VI. 3. Dimensionnement du nouvel échangeur.	31
i. Le résultat de calcul	34
ii. Commentaire	34
Conclusion Générale.....	36
Références Bibliographiques	37
Annexes	39
Résumé/Abstract	43

Liste des figures

Figure I.1 : Le complexe de Cevital	3
Figure I.2 : Organigramme du complexe CEVITAL	5
Figure I.3 : Différents modes de circulation des fluides.....	10
Figure I.4. Schémas typique d'un échangeur tube et calandre	12
Figure I.5: Plaques tubulaires [5]	13
Figure I.6: Disposition des tubes [5]	13
Figure I.7: Type de chicane [5]	14
Figure I.8: Type de chambre de distribution [5]	15
Figure I.9 : Plaque de protection du faisceau [5].....	15
Figure I.10 : Echangeur de chaleur à tête flottante [8]	16
Figure I.11 : Echangeur à plaque tubulaires fixes [8].....	17
Figure I.12 : Echangeur à tubes en U [8].....	17
Figure I.13 ; les coefficients d'échanges des deux fluide	18
Figure I.14 : La calandre d'un échangeur faisceau et calandre	22
Figure I.15 : la fiche technique de l'échangeur 1.....	42

Liste des tableaux

Tableau VI.1 : Les données de service de l'échangeur 1	27
Tableau VI.2 : Propriétés physiques des fluides de l'échangeur 1.....	27
Tableau VI.3 : Résultat du calcul de l'échangeur 1	29
Tableau VI.4 : Les données de service de l'échangeur 2	30
Tableau VI.5: Propriétés physiques des fluides du l'échangeur 2.....	30
Tableau VI.6 : Résultat du calcul de l'échangeur 2	30
Tableau VI.7 : Résultat du calcul de l'échangeur 2 méthode 2.....	30
Tableau VI.8 : Les données de service de nouvel échangeur	32
Tableau VI.9 : Propriétés physiques des fluides de nouvel échangeur	32
Tableau VI.10 : Résultat du calcul de nouvel échangeur	34
Tableau VI.11 : Calcul numérique de la méthode 1, échangeur 1 sur excel	39
Tableau VI.12 : Calcul numérique de la méthode 2 sur excel	40
Tableau VI.13 : Calcul numérique du nouvel échangeur.....	41

NOMENCLATURE

Symboles		Définition	Unité (SI)
Extension	Désignation		Grandeur en SI
<i>T</i>	Température		(°C)
<i>Re</i>	Nombre de Reynolds		/
<i>m</i>	Débit massique		(kg/s)
<i>Qv</i>	Débit volumique		(m ³ /s)
<i>P</i>	Pression		(Pa)
<i>S</i>	Surface d'échange		(m ²)
<i>E</i>	Efficacité		%
ΔTLM	Différence de température logarithmique moyenne		(K)
<i>K</i>	Coefficient de transfert de chaleur global		(W/m ² .K)
<i>H</i>	Coefficient de transfert de chaleur par convection		(W/m ² .K)
<i>NUT</i>	Nombre d'unités de Transfert		/
<i>E</i>	Epaisseur d'une plaque		(m)
<i>Pr</i>	Nombre de Prandtl		/
<i>Cp</i>	Chaleur spécifique		(kJ/kg. °C)
<i>G</i>	la vitesse caractéristique du fluide		(m/s)
<i>P</i>	Puissance frigorigène		(W)
ρ	Masse volumique		(Kg/m ³)
λ	Conductivité thermique		(W/m.k)
μ	Viscosité dynamique		(kg/m s)

Indice

i	Indice
f	Fluide froide
c	Fluide chaude
e	Entrée
s	Sorties

Introduction Générale

Introduction Générale

De nos jours, la mondialisation dans son évolution rapide des populations accroît les demandes en énergie de façon exponentielle. La nouvelle conquête du 21ème siècle est donc de continuer à répondre aux besoins tout en optimisant au mieux tous les systèmes existants et en découvrir de nouveaux plus propres. Grâce à la technologie qui permet aux différentes entreprises de s'ouvrir vers d'autres idées et d'autres perspectives qui leur paraissent impossibles auparavant (atteindre un Plafond très élevé en un temps court), le monde industriel est devenu plus rentable. Dans le but de contribuer à l'évolution de l'économie, de couvrir les besoins de la société et de répondre à ses exigences, les différents pays adoptent l'économie du marché pour valoriser le marché et le rendre plus rassurant. Il est donc important de prendre en compte les ressources énergétiques locales et d'exploiter les grandes quantités de chaleur perdue. Les applications des éjecteurs sont nombreuses. Ils peuvent être installés dans des systèmes CVC (chauffage, ventilation et climatisation), ou bien dans le domaine industriel, est donc une machine capable d'extraire des molécules gazeuses d'un réservoir pour les évacuer soit dans l'air ambiante soit dans un autre réservoir.

Pour concrétiser cet objectif, l'entreprise Cevital a exploité les récentes technologies de ses installations au maximum afin d'améliorer le rendement de sa production et atteindre une production optimale.

Notre travail est consacré à l'étude de retours condensat c'est-à-dire récupérer le maximum d'eaux utiliser a chauffer l'huile dans le circuit et éviter son évaporation afin de le réutiliser pour les prochaines étapes.

Notre travail se présente en quatre chapitres, dans le premier on a présenté l'entreprise Cevital et ces différents dispositifs ainsi que les différentes étapes de raffinage de l'huile végétale et tous. Dans le Second on a cité un important élément du système qui est l'échangeur, ces caractéristiques et les différents types d'échangeurs ...et on a parlé sur le condenseur et la récupération de condensat et ces avantages qui sont déjà notre but de travail

Concernant le troisième chapitre on a mis la méthodologie de calcul et cela par deux méthodes différentes.

Et pour le quatrième et dernier chapitre on l'a consacré à l'application Numérique, tous les calculs concernant la surface d'échange le rendement ...etc., et l'application sur des tableaux Excel.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise

CEVITAL

I.1. Introduction

Cevital (SPA) est la première entreprise privée dans l'industrie de l'huile sur le marché Algérien. Créée en 1998, elle est considérée comme l'un des plus grands complexes agro-Alimentaires en Algérie. Elle regroupe un silo portuaire de céréales d'une capacité de 182000 tonnes et trois (03) grandes unités de production qui sont :

La raffinerie de l'huile avec une capacité de production de **1800 tonnes / jour**.

La margarinerie et graisses végétales avec une capacité de production de **600tonne/Jour**.

La raffinerie de sucre avec une importante capacité de production de **5000 tonne/Jour**.

I.2. Situation géographique



Figure I.1 : le complexe de Cevital

Le complexe Cevital est implantée dans l'enceinte portuaire de Bejaïa et s'étend sur une superficie de 75000 m². Grâce à cette situation géographique exceptionnelle et ses importantes capacités d'accostage, de l'entreposage et de transit, le port de Bejaïa est devenu un pôle économique de première importance.

I.3. Objectifs

Le groupe CEVITAL est doté d'une usine mécanisée avec des équipements de haute technologie, ce qui le rend actuellement l'un des groupes industriels les plus importants d'Algérie. Cette entreprise a pour mission principale le développement de la production tout en assurant une bonne qualité. Elle s'occupe du conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et de le fidéliser. Ses objectifs sont :

L'extension de ses produits sur tout le territoire national.

L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles Brutes

L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.

L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production Locale de graines oléagineuses.

La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour Augmenter le volume de sa production

Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs Exportations.

La société Cevital joue un rôle important dans l'économie nationale, d'une part, sur le Nombre d'effectif employé (environ 600 emplois / an en moyenne et de milliers d'emplois Indirects). D'autre part, elle débloque plus de 800 millions de dinars en masses salariales. Investit environ 25000 millions de dinars et les investissements sont couverts à 120% par les fonds propres. Elle contribue au budget de l'état sous forme d'impôts et taxes avec un taux de 9000 millions de dinars par an et plus de 400 millions de dinars reviennent à la municipalité de Bejaia. Elle est considérée comme l'une des meilleures contribuables du secteur privé à l'échelle nationale.

Cevital a mis en place un projet de trituration de graines oléagineuses qui lui permet à l'horizon de 2006 de triturer 7500 tonnes / jour dont 5000 tonnes de graines de soja et 2500 tonnes de graines de colza. Ceci permet à l'entreprise de produire une huile aux taux d'humidité et d'acidité optimaux. A partir de l'année 2007, elle parvient à exporter des huiles brutes et Introduire ainsi l'Algérie dans un cercle très restreint des producteurs et exportateurs d'huiles brutes. Autre pôle d'intérêt majeur de ce complexe agro-alimentaire, la raffinerie de sucre.

D'une capacité de production de 5000 tonnes / jour, elle couvre la totalité des besoins du marché national et parvient aussi à l'exportation de ce produit à l'étranger.

I.4. Présentation et structuration du complexe

Organisation de l'entreprise :

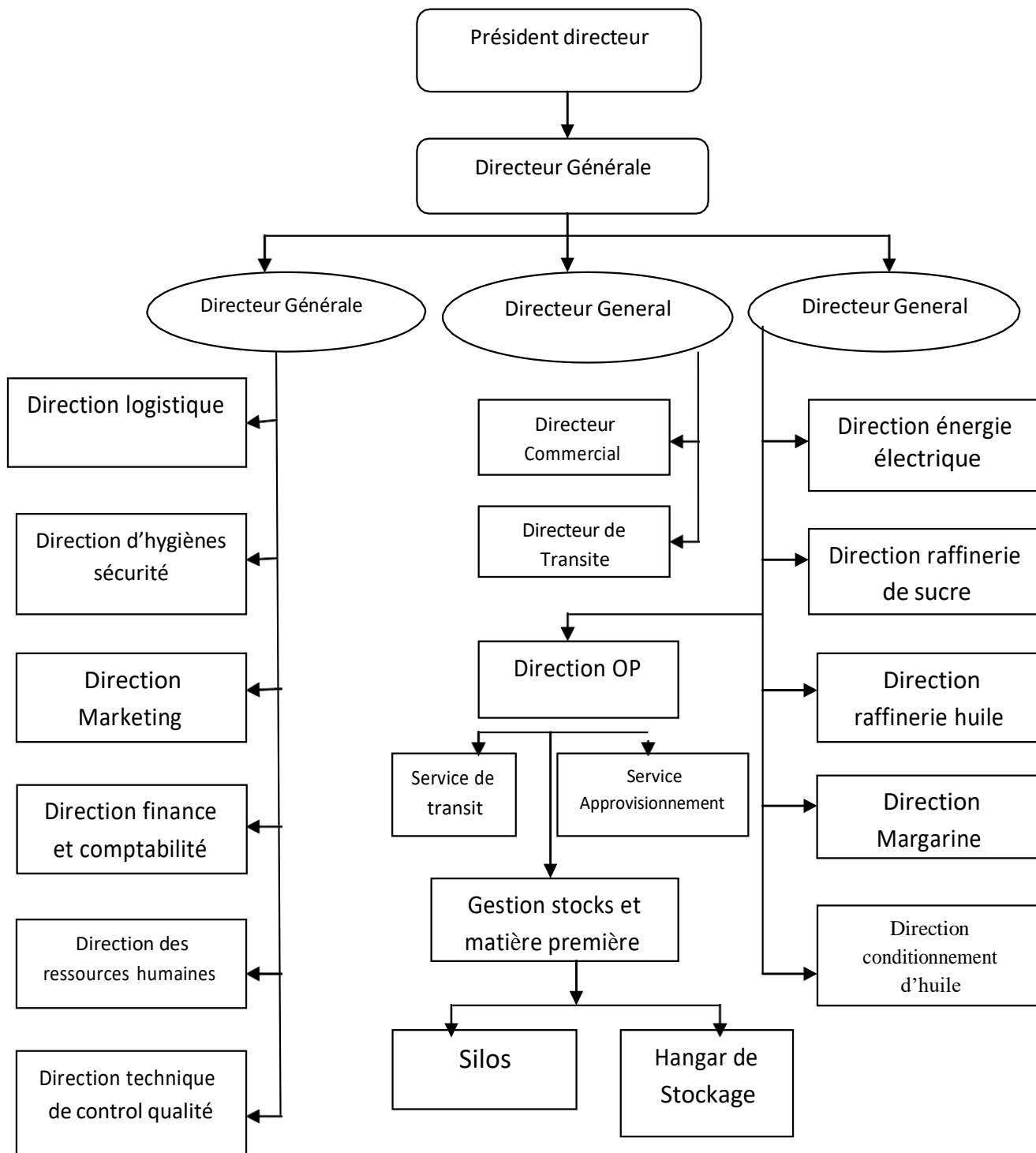


Figure I.2 : Organigramme du complexe CEVITAL

Le complexe CEVITAL est composé de la raffinerie d'huile, de la raffinerie de sucre et De la margarinerie.

I.5. Raffinerie d'huile :

a. Historique :

Elle a été mise en service en aout 1999 elle est dotée des équipements de très haute technologie, actuellement sa capacité de production est de 1800T/J. Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles : le colza, le tournesol, le soja,...etc. Huiles produites actuellement :

Marque FLEURIAL (100% tournesol).

Marque FRIDOR (tournesol, soja, palme).

Marque ELIO (soja, palme).

b. Présentation de l'unité de raffinage et son rôle

• Sous unités d'approvisionnement :

Elle a pour rôle le stockage des huiles, et l'alimentation de la chaine de raffinage. Pour le réapprovisionnement en matière première, CEVITAL s'approvisionne essentiellement en huile brute en fonction du marché demandeur fournisseur, les huiles les plus connues et plus consommées en Algérie sont l'huile de tournesol, soja, et de colza. Elles sont importées par bateau avec des quantités de 3000T, 6000T, et 9000T de certains pays producteurs tels que : Ukraine, Malaisie, Argentine. La matière première est acheminée dans des pipes de bateaux vers le complexe, est-elle est Stockée dans des bacs de 1000T, 9000T.

• Sous unité du raffinage :

Destinée au matériel du raffinage (tanks de stockage, séparateur). Sous unité de conditionnement : c'est le lieu de fabrication d'emballage, ainsi que la mise en bouteille de 1L, 2L, 5L, 10L (récemment ajouté) du produit fini

• Sous unité de composition de la pâte :

Elle est conçue pour le traitement des déchets du raffinage (Soap Stock), afin de récupérer dessous-produits (l'huile acide) et d'évaluer les pertes en huile.

Sous unité d'épuration des eaux :

Elle a pour but le traitement des eaux de lavage du raffinage avant de les verser dans la nature,

ainsi que celles destinées à la chaudière.

- **Laboratoire de la raffinerie :**

Elle a pour tâche de suivi permanent du procès du raffinage par des analyses physico-chimiques.

- **Laboratoire du conditionnement :**

Il est destiné au contrôle physico-chimique et microbiologique de la matière première (huile brute) à son arrivé au port, des produits finis ainsi que les produits laitiers destinés à la margarine (crème, lait)

I.6. Le raffinage :

a. Définition :

Le raffinage est l'ensemble des opérations qui servent à transformer l'huile brute en un produit comestible en éliminant les impuretés indésirables. Les huiles peuvent avoir une destination alimentaire ou industrielle, dans les deux cas elles doivent être traitées tant pour leur donner la qualité correspondante au but poursuivi que pour faciliter leur conservation. Les huiles comestibles subissent un raffinage plus complet que les autres et pour cette raison nous nous limiterons à décrire celui-ci.

b. Objectif :

Les huiles brutes renferment un certain nombre d'impuretés indésirables, responsables du goût et des odeurs désagréables. Le but du raffinage est de purifier ces huiles brutes végétales. En effet, il consiste à éliminer au mieux ces composés nocifs afin d'obtenir la qualité correspondante aux normes en vigueur et de faciliter sa conservation. Le raffinage des huiles comprend une série de traitements ayant pour objectif de purifier l'huile des matières indésirables et d'aboutir à un produit neutre du goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassée de ses substances nocives. Le produit final du raffinage est sans odeur et sans goût.

I.7. Les étapes du raffinage :

Afin d'avoir une huile prête à consommer, l'huile brute passe par plusieurs étapes qui peuvent être structurés comme suit :

a. Neutralisation :

Cette étape permet essentiellement d'éliminer les acides gras libres par transformation en savons et séparation, ainsi que divers composés résiduels (phospholipides, composés nature protéique, etc.). Le procédé traditionnel comprend les phases suivantes : addition d'une solution de soude, mélange, séparation par centrifugation, lavages à l'eau et séparation. En suite le mélange est envoyé à l'étape de décoloration

b. La Décoloration :

Le but principal de cette opération est d'éliminer les pigments colorés contenus dans l'huile. La décoloration fait intervenir un agent d'adsorption (terres décolorantes). L'agent d'adsorption ou le mélange d'agents est introduit dans le décorateur. L'huile chauffée **90°/110°C** est agitée vigoureusement sous vide, le temps de séjour terre / huile est de l'ordre de **30** minutes, après traitement, l'huile sera refroidie et passe à travers trois filtrations, ce qui permettra à l'huile d'être un produit fiable.

c. Désodorisation :

La désodorisation est l'étape finale du raffinage. Elle consiste en la distillation des acides gras résiduels et l'élimination des pigments colorés résiduels sous un vide de 2 millibars et une température de 250 ° C. L'huile obtenue est débarrassée d'impureté, d'humidité et de produits oxydes, à sa sortie de désodorisation, elle est refroidie à 25 ° C avant d'aller en stockage, puis au conditionnement. D'autres opérations spécifiques à chaque type d'huile sont ajoutées à cette chaîne de raffinage, tels que la cristallisation pour l'huile de tournesol et démucilagination pour l'huile de soja. Des utilités tels que la vapeur, l'eau osmose et l'air comprimé sont mis en œuvre par l'ensemble des procédés industriels. [A]

I.8. Conclusion :

L'acquisition de grandes parts du marché n'aura lieu que si l'entreprise satisfait le plus grand nombre possible de sa clientèle. Pour cela, elle essaie d'attirer l'attention des clients par un bon conditionnement des produits, et gagne leur confiance par la bonne qualité, ainsi qu'un bon rapport (qualité/prix).

Chapitre II

Généralités sur les échangeurs

II.1. Définition de l'échangeur de chaleur :

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides. La plupart du temps, on utilise cette méthode pour refroidir ou réchauffer un liquide ou un gaz qu'il est impossible ou difficile de refroidir ou chauffer directement [1].

Classification des échangeurs

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

Type de contact

- Échangeurs à contact direct : Le type le plus simple comprend un récipient ou canalisation dans lequel les deux fluides sont directement mélangés et atteignent la même température finale.
- Échangeurs à contact indirect : les deux fluides s'écoulent dans des espaces séparés par une paroi

II.2. Classement suivant les types d'échangeur :

a. Échangeur sans changement de phase :

Les échangeurs de chaleur sans changement de phase correspondent aux échangeurs dans lesquels l'un des fluides se refroidit pour réchauffer le deuxième fluide sans qu'il y ait changement de phase. Les températures des fluides sont donc variables, tout le long de l'échangeur.

b. Échangeur avec changement de phase:

Les échanges avec changement de phase sont caractérisés par trois cas différents:

- L'un des fluides se condense alors que l'autre se vaporise : ces échangeurs sont rencontrés dans les machines frigorifiques.
- Le fluide secondaire se vaporise en recevant de la chaleur du fluide primaire, lequel ne subit pas de changement d'état. Ils sont appelés évaporateurs.
- Le fluide primaire se condense en cédant sa chaleur latente au fluide secondaire plus froid, lequel ne subit pas de transformation d'état [2].

Classement suivant la disposition des écoulements :

Dans les échangeurs à fluide séparés, les modes de circulation des fluides peuvent se ranger en deux catégories :

Même sens « co-courants ».

Sens contraire « contre-courant ».

Ou bien les vecteurs vitesses sont perpendiculaire l'un à l'autre ; il s'agit cette fois de « Courant croisés » [3]

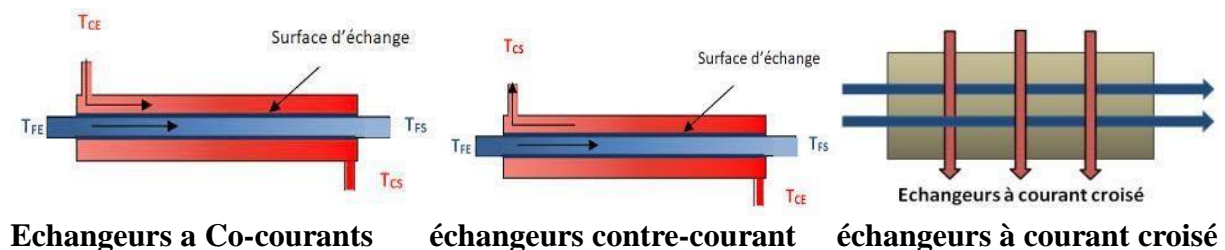


Figure I.3 : Différents modes de circulation des fluides [3]

II.3. Les modes de transfert de chaleur

On définit un transfert de chaleur ou transfert thermique entre 2 corps comme une interaction énergétique qui résulte d'une différence de température entre les deux corps. On distingue habituellement trois modes de transfert de chaleur :

La conduction thermique (diffusion thermique)

Le rayonnement thermique

La convection (libre / forcée)

Ces trois modes sont régis par des lois spécifiques, seuls la conduction et le rayonnement sont les modes fondamentaux de transmission de la chaleur, sachant que la convection est très importante et ne fait que combiner la conduction avec un déplacement de fluide.

a. La conduction :

C'est le transfert de chaleur au sein d'un milieu opaque, sans déplacement de matière, sous l'influence d'une différence de température. La propagation de la chaleur par conduction à l'intérieur d'un corps s'effectue selon deux mécanismes distincts : une transmission par les vibrations des atomes ou molécules et une transmission par les électrons libres.

La théorie de la conduction repose sur l'hypothèse de Fourier

b. La convection :

C'est le transfert de chaleur entre un solide et un fluide, l'énergie étant transmise par déplacement du fluide. Ce mécanisme de transfert est régi par la loi de Newton.

On distingue deux types de convection :

Convection naturelle: Dans laquelle le mouvement du fluide est créé par des différences de densité et de température.

Convection forcée : Où le mouvement du fluide est provoqué par des actions mécaniques extérieures (pompe, ventilateur...) [4].

c. Le rayonnement :

C'est un transfert d'énergie électromagnétique entre deux surfaces (même dans le vide). Dans les problèmes de conduction, on prend en compte le rayonnement entre un solide et le milieu environnant.

II.4. Différent type d'échangeurs :

Les principaux types d'échangeurs rencontrés sont les suivants :

a. Echangeurs à plaques:

Les échangeurs à plaques ont les meilleures performances thermiques par rapport aux autres échangeurs. 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...

b. Echangeurs à tubes: (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:

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

-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.

-Échangeur multitubulaire, existant sous quatre formes :

- **échangeur à tubes séparés:** à l'intérieur d'un tube de diamètre suffisant se trouvent placés plusieurs tubes de petit diamètre maintenus écartés par des entretoises.
- **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

certaines d'entre eux. Les tubes s'appuient les uns sur les autres par l'intermédiaire des rubans,

- **échangeur à tubes ailettes** : ces tubes permettent d'améliorer le coefficient d'échange thermique.
- **échangeur à tubes et calandre** : c'est l'échangeur actuellement le plus répandu [3].

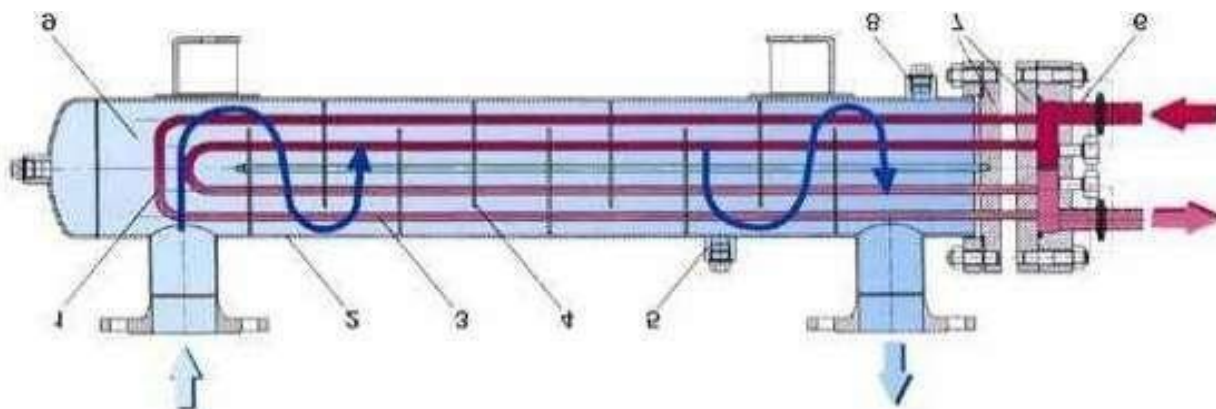


Figure I.4 : Schéma typique d'un échangeur tubes calandre

1	Faisceau tubulaire	4	Chicane	7	Plaque tubulaire
2	Enveloppe (calandre)	5	Raccord évent	8	Raccord vidange
3	Intérieur tube	6	Intérieur boîte à eau	9	Intérieur enveloppe

Ce type d'échangeurs est de loin le plus répandu dans les unités de transformations des industries chimiques et pétrochimiques. Un faisceau de tubes est situé à l'intérieur d'une calandre dans laquelle circule le deuxième fluide. Cette conception se retrouve également dans les condenseurs, les rebouilleurs et les fours multitubulaires [5].

Les éléments échangeur tubes et calandre :

- **La calandre :**

C'est l'enveloppe métallique entourant le faisceau tubulaire, et généralement l'acier au carbone est le matériau le plus couramment utilisé pour la construction des calandres. Pour un diamètre nominal inférieur à 24", la calandre est constituée par un tube d'acier, pour des pressions de service inférieures à 20 kg/cm². Au-delà de 24 la calandre est réalisée à partir de plaques d'acier roulées et soudées 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. [6]

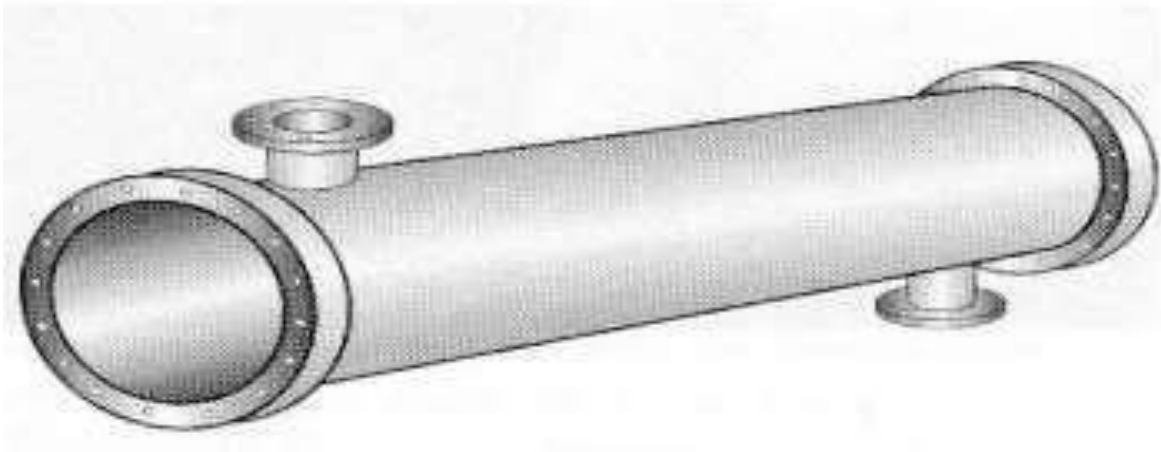


Figure I.5. La calandre d'un échangeur faisceau et calandre

- **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 [5].

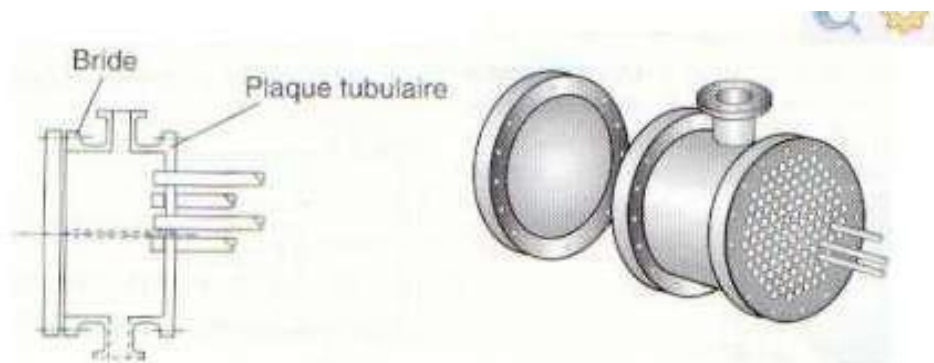


Figure I.6: Plaques tubulaires [5].

- **Le 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.

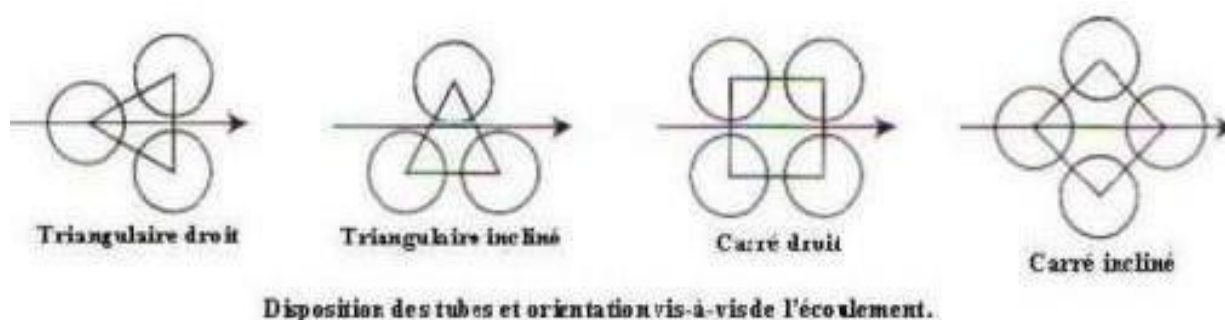


Figure I.7: Disposition des tubes [5].

Le pas triangulaire permet de placer environ 10% de tubes de plus que le pas carré sur une plaque tubulaire de diamètre donné, mais en contrepartie, la disposition des tubes rend impossible leur nettoyage extérieur par insertion de grattoirs ou de racloirs à travers le faisceau. Pour ces appareils, il faut avoir recours au nettoyage chimique et réserver leur emploi pour des fluides propres [5].

- **La chicane**

Les chicanes peuvent avoir deux rôles :

- Augmenter la rigidité du faisceau, pour éviter les phénomènes de vibration
- Augmenter la vitesse du fluide

Il existe deux types de chicanes :

1-Les Chicanes transversales

Sont généralement constituées par un disque ayant un diamètre légèrement inférieur à celui de la calandre et comportant un segment libre dont la surface représente 20 à 45% de la section totale. Ces chicanes ont pour but d'allonger le chemin du fluide circulant dans la calandre, et d'améliorer ainsi le transfert à l'extérieur du tube. Dans le cas des échangeurs horizontaux, une échancrure est aménagée à la partie inférieure des chicanes pour faciliter la vidange et le nettoyage et vite l'encrassement par stagnation à la partie inférieure.

Les chicanes transversales assurent la rigidité du faisceau tubulaire, elles sont solidaires à la plaque tubulaire fixe au moyen de tirant et entretoise qui occupent la place de tube les standards (TEMA) imposent un nombre de tirants entre 4 à 10.

2- Les Chicanes longitudinales

Sont généralement constituées par une simple tôle insérée au milieu du faisceau cette disposition oblige le fluide à effectuer un aller et un retour dans la calandre.



Figure I.8: Type de chicane [5].

- **Boîtes de distribution ou chambres de distribution :**

La chambre de distribution ou boîtes de distribution permet de distribuer le fluide en vue de réaliser 1, 2, 4,6 ou 8 passes. Le nombre de passe est généralement limité par la perte de charge admissible. Le second facteur limitant est si la différence de température à l'entrée et à la sortie est importante ; pour une différence de 150 °C une seule passe s'impose [5].



Figure I. 9: Type de chambre de distribution [5]

- **Défecteurs ou plaque de protection du faisceau :**

Pour éviter ou du moins minimiser l'érosion de tube du faisceau, des déflecteurs de protection peuvent être installés faces aux tubulures d'entrée du fluide côté calandre, l'obligation de leur mise en place est définie dans les standards (TEMA) en fonction de la nature, de l'état du fluide et du produit ρu^2 (ρ : masse volumique, u vitesse du fluide) ces déflecteurs, d'une épaisseur de l'ordre de 1/2in, sont circulaires, carrés ou rectangulaires, soudés sur des tirants ou entretoise [5].

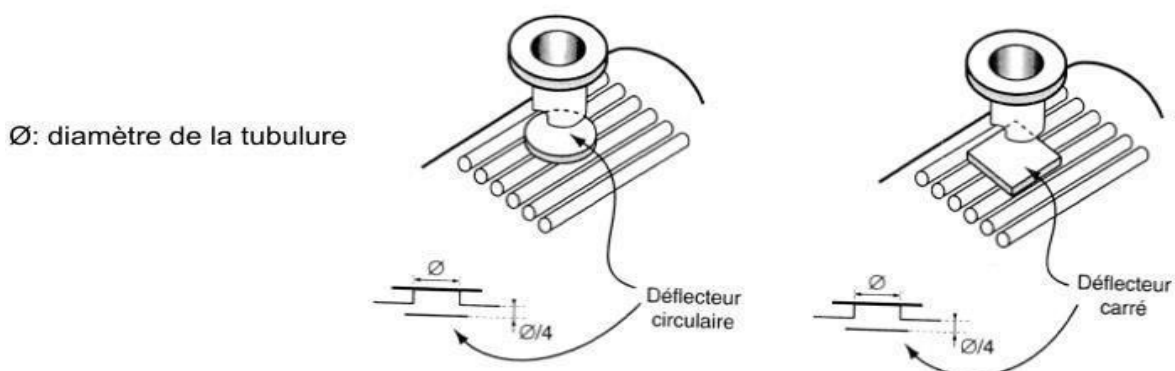


Figure I.10 : Plaque de protection du faisceau [5].

- **Le passe :**

Dans la disposition la plus simple, les fluides côté tubes et côté calandre entrent à une extrémité et sortent à l'autre. On dit alors qu'il n'y a qu'une seule passe (un seul passage) côté tubes et côté calandre. Les fluides peuvent entrer du même côté, (Co- courant) ou aux côtés opposés (contre-courant) [7].

Les types des échangeurs à tubes et calandre :

1. Echangeur de chaleur à tête flottante :

L'une des plaques tubulaires est fixe, bloquée entre les brides de la calandre et de la boîte de distribution. La seconde plaque, d'un diamètre inférieur, porte la boîte de retour et peut coulisser librement à l'intérieur du capot qui ferme la calandre [8].

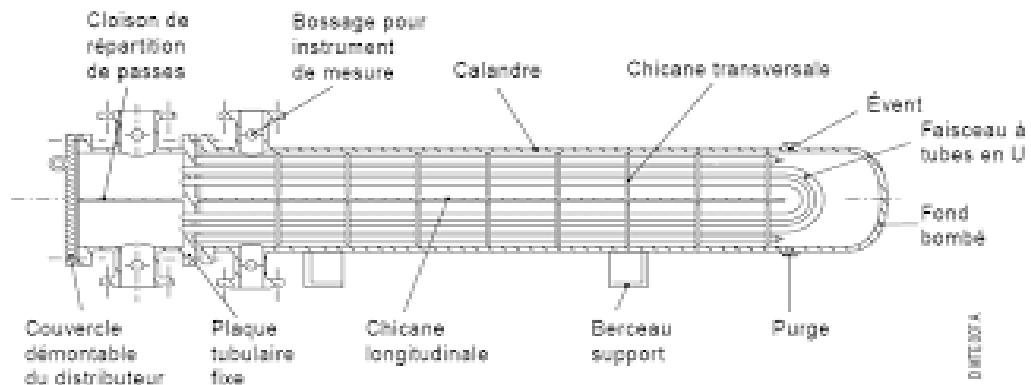


FIG I.11 : Echangeur a plaque tubulaire fixe

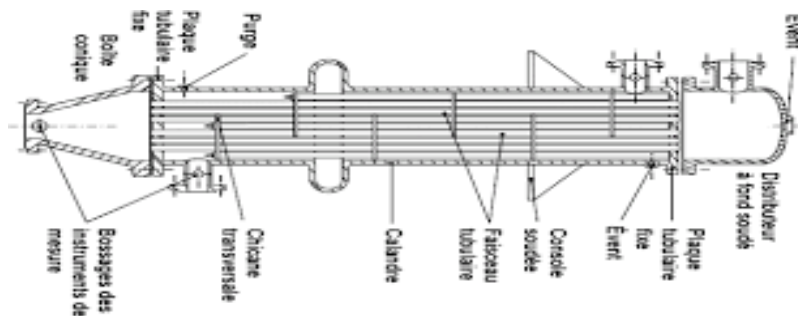


Figure I.12: Echangeur de chaleur a tête flottante

2. Echangeur à plaques tubulaires fixes :

Dans ce cas, les plaques tubulaires peuvent être directement soudées sur la calandre [8].

Echangeur à tubes en U :

Le faisceau est constitué de tubes coudés en forme d'épingle, il n'est donc porté que par une seule plaque tubulaire. Ce système permet la libre dilatation du faisceau. En revanche, le nettoyage des tubes est difficilement réalisable autrement que par voie chimique [8]

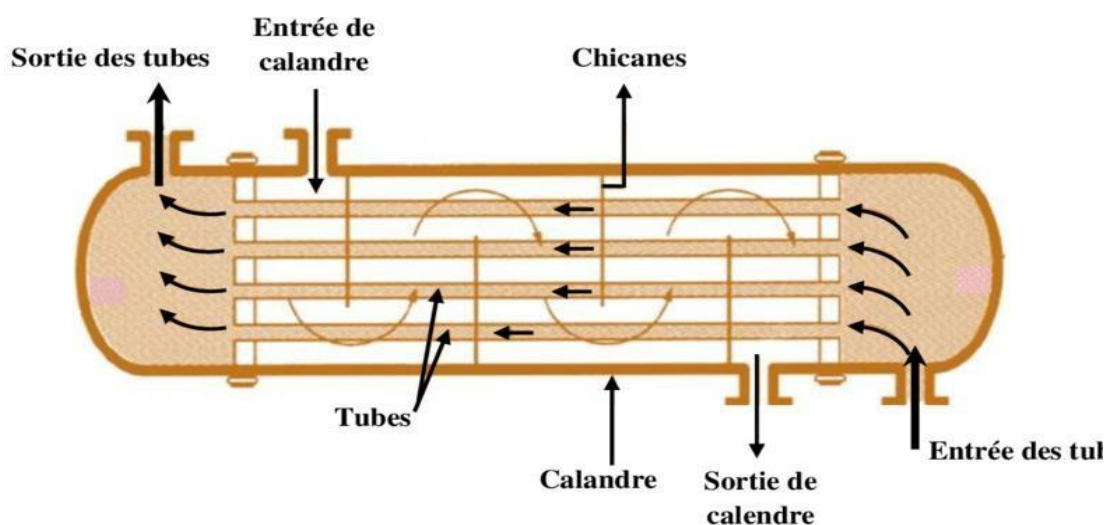


Figure I.13 : Echangeur à tubes en U (8)

II.5. les condenseurs :

a. Définition :

Un condenseur est un appareil dont la fonction principale est de liquéfier (ou condenser, transformation d'un gaz en liquide) de la vapeur sur une surface froide, ou via un échangeur thermique maintenu froid par la circulation d'un fluide réfrigérant. La chaleur latente du corps est transférée dans le fluide réfrigérant, ce qui consiste en un changement de phase à température constante. Le fluide réfrigérant varie en fonction du débit de gaz ou vapeur à condenser et de la température de condensation du gaz : air, eau,

b. Principes de fonctionnement :

Les condenseurs sont souvent des échangeurs de chaleur à calandre et faisceau tubulaire. La condensation se fait presque systématiquement dans la calandre. On utilise généralement des tubes d'un centimètre de diamètre et de longueur comprise entre 2 et 6 mètres, avec un pas triangulaire ou un pas carré. Un des critères pour ces choix est souvent la perte de charge, surtout pour des appareils travaillant à pression réduite. Dans le cas d'une pompe à chaleur, le fluide frigorigène, après avoir emmagasiné de la chaleur et s'être évaporé dans l'évaporateur, circule dans un circuit fermé. Ensuite, il passe à proximité d'une source plus fraîche (air, sol ou eau) et ainsi se condense pour refaire un cycle. Cet échangeur de chaleur permet la condensation du fluide frigorigène. Ce phénomène exothermique permet de

restituer de la chaleur au médium (eau, air...), donc de le réchauffer. C'est par exemple le cas dans une chaudière à condensation.

c. Qu'est ce que la récupération du condensât ?

Si 1 t/h de vapeur est fournie par un équipement de procès de vapeur, cette même quantité de condensats (1 t/h) a besoin d'être évacuée des équipements. La récupération de condensât est un système réutilisant l'eau et la chaleur sensible contenue dans les condensats évacués. Récupérer les condensats au lieu de le jeter permet de réaliser d'importantes économies d'énergie, de traitement chimique et d'eau d'appoint. Le condensât peut être réutilisé de plusieurs façons différentes, par exemple :

- Pour chauffer de l'eau d'appoint, en renvoyant les condensats chauds dans le dégazeur de la chaudière,
- Comme préchauffage, pour tout système de chauffage
- Comme vapeur, en réutilisant la vapeur de revalorisation.
- Comme eau chaude, pour les équipements de nettoyage ou d'autres applications de nettoyage

d. Les avantages de la récupération des condensats :

La réutilisation des condensats chauds peut conduire à des économies considérables en termes d'énergie et de ressources d'eau, améliorant les conditions de travail et réduisant «l'empreinte carbone» de votre usine. Réduction des coûts de carburant. Les condensats contiennent une quantité importante de chaleur sensible pouvant représenter environ 10% à 30% de l'énergie thermique initiale contenue dans la vapeur d'eau. Alimenter la chaudière avec des condensats à haute température peut augmenter le rendement de la chaudière, car moins d'énergie thermique est nécessaire pour transformer l'eau en vapeur. Lorsqu'ils sont récupérés et réutilisés efficacement, il est même possible de réduire les besoins en combustible de la chaudière d'environ 10 à 20%. La baisse des dépenses liées à l'eau. Tant que toutes les impuretés accumulées au cours de l'écoulement des condensats sont éliminées, le condensât peut être réutilisé comme eau de chauffage, réduisant les besoins en eau et les coûts de traitements, ainsi que les coûts associés à l'eau froide utilisée à des températures inférieures à celle des condensats avant d'être envoyée aux égouts, le cas échéant.

e. Impact positif sur la sécurité et l'environnement :

Réduire les besoins en fioul de la chaudière grâce à la récupération des condensats conduit à une diminution de la pollution de l'air en réduisant les émissions de CO₂, de NO_x et de SO_x. De plus, les lignes de récupération de condensât peuvent également limiter les nuages de vapeur dans les tuyauteries réduisant le bruit généré par la décharge de condensât et aider à prévenir l'accumulation d'eau sur le sol, améliorant considérablement l'environnement de travail d'une usine.

En fonction de la quantité de condensât récupérée et réutilisée et une meilleure qualité d'eau d'alimentation, d'autres avantages peuvent apparaître en plus de la réduction des besoins de la chaudière, comme la diminution de la corrosion, [11]

CHAPITRE III

Méthodologie de calcul

III.1. Approche technique de dimensionnement de l'échangeur :**a. La 1ère méthode :****Rappel théorique :**

La puissance frigorifique transférée dans un échangeur de chaleur s'exprime selon la relation suivante :

$$P = K.S.\Delta TLM \quad (\text{III.1})$$

Dans la quelles

P = la puissance frigorifique en (W)

K = coefficient d'échange globale (W/m² .c°)

S = surface échangée

ΔTLM = écarte moyenne de température, cette formule nous aide à déterminer le K et la surface d'échange ; D'une autre part on peut exprimer la puissance par le fait que la chaleur perdu par le fluide chaud est intégralement récupéré par le fluide froid

$$\text{Soit :} \quad \phi_i = \dot{m}_i \cdot C_{p_i} \cdot \Delta T_i \quad (\text{III.2})$$

Tel que :

Øi = puissance (w)

mi = debit du fluid (kg/s)

Cp = chaleur spécifique (kJ/kg)

ΔTi = Différence de température à l'entrée et à la sortie de l'échangeur

i = indice soit [c (fluide chaud) ou bien f (fluide froid)]

Donc on aura

$$\phi_c = \phi_f \rightarrow (\dot{m}_c \cdot C_{p_c} \cdot \Delta T_c) = (\dot{m}_f \cdot C_{p_f} \cdot \Delta T_f)$$

La différence de température d'entré et de sortie du fluide froid et chaud nous donne :

$$\Delta T_e = (T_{ec} - T_{sf})$$

$$\Delta T_s = (T_{sc} - T_{ef})$$

A partir de ces valeurs on peut calculer l'écarte logarithmique de température

$$\Delta TLM = \frac{(\Delta T_e - \Delta T_s)}{\ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}} \quad (\text{III.3})$$

Pour le calcul du coefficient d'échange globale K :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_f} + \frac{1}{h_c} + \frac{e}{\lambda p} + R_f + R_c \quad (\text{III.4})$$

Avec : **h_f** et **h_c** = coefficient d'échange convectif de fluide froid et chaud Figure I.13

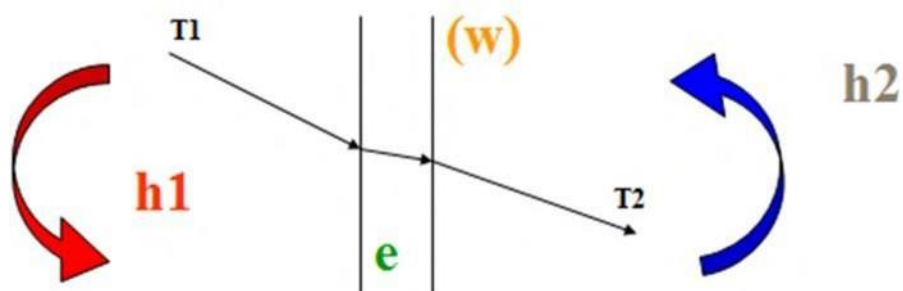


Figure I.14 ; les coefficients d'échanges des deux fluides.

e=épaisseur de la plaque (m)

λp= conductivité thermique de la plaque (W/m².c).

R_f et **R_c** sont des résistances d'encrassement des fluide (C.m² /w)

Et à partir de la formule suivante on calculera le coefficient d'échange pour chaque côté:

$$\frac{h}{\lambda} \times pr^{\left(-\frac{1}{3}\right)} = 234 \times \left(\frac{\rho \Delta p}{\mu^2}\right)^{0.3275} \quad (\text{III.5})$$

Pr le nombre de prandt :

$$Pr = \frac{(Cp \cdot \mu)}{\lambda_f} \quad (\text{III.6})$$

L'efficacité de l'échangeur se calcule par :

$$\delta = \frac{\text{puissance réel}}{\text{Puissance maximale}} \cdot 100 = \frac{Q_{\text{reel}}}{Q_{\text{max}}} \cdot 100 \quad (\text{III.7})$$

Avec : Puissance maximale = (m.Cp.ΔT_{max}) avec ΔT_{max} = (T_{ce} - T_{fe})

b. Méthode 2 :

Rappel théorique :

Diamètre hydraulique du canal :

Il est défini comme suite :

$$D_h = \frac{4 \cdot \text{Zone d'écoulement du canal}}{\text{Pèrimètre mouiller}} \quad (\text{III.7})$$

$$D_h = \frac{4 \cdot (b) \cdot (L_w)}{2(b + L_w \cdot \emptyset)} = \frac{2 \cdot b}{\emptyset} \quad (\text{III.8})$$

Avec l'approximation de $b \ll L_w$

Le débit massique du canal :

$$m_c = \frac{m}{N_{cp}} \quad (\text{III.9})$$

\dot{m} : Le débit massique

N_{cp} : Le nombre de passe

La vitesse massique du canal :

$$G_c = \frac{m_c}{N_{P.b.L_w}} \quad (\text{III.10})$$

Calcul du Reynolds :

Il est donné par la formule suivante :

$$R = \frac{G \cdot D_h}{\mu} \quad (\text{III.11})$$

Avec G la vitesse caractéristique du fluide en (m/s)

Calcul du nombre de Prandtl :

Il est donné par la formule suivante :

$$Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{\lambda} \quad (\text{III.12})$$

Avec :

c_p : La chaleur massique.

μ : La viscosité dynamique.

λ : la conductivité thermique.

Calcul du Nombre d'Unité :

Il est donné par la formule suivante :

$$Nu = 0,3 \cdot (Re)^{0,663} \cdot (Pr)^{\frac{1}{3}} \quad (\text{III.13})$$

Le coefficient de transfert de chaque fluide :

Déduit à partir de la formule du NU :

$$NUT = \frac{h \cdot D_h}{\lambda} \quad (\text{III.14})$$

Alors :

$$h = \frac{NUT \cdot \lambda}{D_h} \quad (\text{III.15})$$

Le coefficient de transfert global :

Le coefficient de transfert de chaleur global pour une surface propre est :

$$U_c = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_h} + \frac{e}{\lambda}} \quad (\text{III.16})$$

En prenant en compte les résistances d'encrassement, la formule devient alors :

$$U_f = \frac{1}{\frac{1}{h_c} + \frac{1}{h_h} + \frac{e}{\lambda}} + \frac{1}{R_{e1} + R_{e2}} \quad (\text{III.17})$$

Pour un échangeur a plaque la somme des résistances d'encrassement est de : $0.610^{-4}m^2k/w$

La puissance de l'échangeur :

Donnée par la formule suivante :

$$P = m \times C_p \times \Delta T \quad (\text{III.18})$$

La surface d'échange :

La puissance de l'échangeur est donnée aussi par une autre formule :

$$P = U_f \cdot S \cdot \Delta TLM \quad (\text{III.19})$$

D'ou on déduit la surface d'échange :

$$S = \frac{P}{U_f \cdot \Delta TLM} \quad (\text{III.20})$$

Calcul de l'efficacité de l'échangeur :

Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = \frac{1 - \exp[-NUT(1 - C_r)]}{1 - C_r \cdot \exp[-NUT(1 - C_r)]} \quad (\text{III.21})$$

Avec :

$$C_r = \frac{C_{\min}}{C_{\max}} \quad (\text{III.22})$$

$$NUT = \frac{U_f \cdot S}{C_{\min}} \quad (\text{III.23})$$

Estimation des pertes de charge :

Les pertes de charge totale sont composées de pertes de charge du canal de friction et de pertes de charge de l'orifice

Chute de pression du canal :

Donnée par la formule suivante :

$$\Delta_{pc} = 4f \frac{L_{eff} N_p}{D_h} \cdot \frac{G_c^2}{2\rho} \quad (\text{III.24})$$

Avec f le facteur friction donnée par :

$$F = \frac{K_p}{R_e^m} \quad (\text{III.25})$$

Pertes de charge dans l'orifice :

La chute de pression dans les conduits d'orifice peut être grossièrement estimée en tant que tête dynamique elle est donnée par la formule suivante :

$$\Delta P_P = 1.4N_p \frac{G_p^2}{2\rho} \quad (\text{III.26})$$

CHAPITRE VI

Calcul numérique (résolution du problème)

VI.1. La 1ère méthode :**a. 1er échangeur :**

Les Données nécessaire de calcul :

Coté	Produit	T(°C) entrée	T(°C) sortie	Débit \dot{m} (kg/s)	Perte de charge (kpa)
Fluide chaud	Vapeur	132	125.1	0.25	53.9
Fluide Froid	L'huile	30	100	3.8	48.7

Tableau VI.1 : les données de service de l'échangeur 1

Matière de la plaque AISI316

$$\lambda_p = 16.5 \text{ (W/m}^\circ\text{K)}$$

Épaisseur de la plaque = 0.50mm

Propriétés physiques des deux fluides :

Cote	Tm (C°)	Pression de service (bar)	Cp (J/kg.K)	μ (kg/m.s)	λ (W/m.K)	$Pr^{\frac{1}{3}}$
Fluide chaude	128.55	3	2198.1	0.000013	0.0286	0.99913636
Fluide Froide	65	3	2000	0.006	0.14	85.7142857

Tableau VI.2 : propriétés physiques des fluides de l'échangeur 1

À partir de l'équation (III.2) elle nous donne la puissance frigorifique de l'échangeur :

$$\dot{Q}_f = -\dot{Q}_c = P$$

$$3,8 \cdot 2000 \cdot (100 - 30) = -\dot{Q}_c \quad \text{(VI.1)}$$

$$\dot{Q} = 532 \text{ kw} \quad \text{(VI.1)}$$

Coefficient de convection côté chaud h_c

$$\rho = 1.651 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.000013 \text{ (Kg/m.s)}$$

$$Pr^{1/3} = 0.999136364$$

D'après l'équation (III.5)

$$h_c = \lambda \cdot 234 \cdot \text{Pr}^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\rho \cdot \text{Perte de charge}}{\mu^2} \right)^{0,3275} \quad (\text{VI.2})$$

$$h_c = 0,0286 \cdot 234 \cdot 0,999136364 \cdot \left(\frac{1,651.53,9}{0,000013^2} \right)^{0,3275}$$

$$h_c = 46156,3442 \text{ (W / m}^2 \cdot \text{c)}$$

Coefficient de convection côté froid (hf) :

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,006 \text{ kg/m.s}$$

$$\text{pr}^{1/3} = 4,4091$$

D'après l'équation(IV.2)

$$h_f = \lambda \cdot 234 \cdot \text{Pr}^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\rho \cdot \text{Perte de charge}}{\mu^2} \right)^{0,3275} \quad (\text{VI.2})$$

$$h_f = 0,14 \cdot 234 \cdot 4,4091 \cdot \left(\frac{1000 \cdot 53,9}{0,006^2} \right)^{0,3275}$$

$$h_f = 1531,6926$$

D'après l'équation (IV.4)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_f} + \frac{1}{h_c} + \frac{e}{\lambda p}} \quad (\text{VI.4})$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{1531,6926} + \frac{1}{46156,3442} + \frac{0,0005}{16,5}}$$

$$K = 1418,7596 \text{ (W / m}^2 \cdot \text{c}^\circ)$$

D'après l'équation (IV.3)

$$\Delta TLM = \frac{(\Delta T_e - \Delta T_s)}{\ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}}$$

$$\Delta TLM = \frac{((132 - 30) - (125.1 - 100))}{\ln\left(\frac{(132 - 30)}{(125.1 - 100)}\right)}$$

$$\Delta TLM = 57,93$$

Après le calcul de k et ΔTLM il nous reste que de les remplacer dans l'équation (1) afin de déterminer la surface d'échange :

$$S = \frac{P}{k \cdot \Delta TLM} = \frac{532.1000}{1418,7596.57,93}$$

$$S = 6.47 \text{ m}^2$$

i. Résultats de calcul de l'échangeur 1

Puissance	Coefficient d'échange chaud hc	Coefficient d'échange froid hf	Ecart moyenne de température ΔTLM	Coefficient d'échange global K	La surface d'échange S
532	46156,3442	1531,69265	57,93279624	1418,7596	6.47

Tableau VI.3 : résultats de calcul de l'échangeur 1

ii. Commentaires :

D'après la 1ère méthode on a abouti à une surface d'échange de 6.47 m² presque équivalente à la surface donnée dans la fiche technique de l'échangeur.

b. 2eme échangeur :

Les données nécessaires de calcul :

Cote	Produit	T(c) entrée	T(c) sortie	Débit \dot{m} (kg/s)	Perte de charge (kpa)
Fluide chaud	Vapeur	132	132	0.267	87.6
Fluide Froid	L'huile	15	90	3.805	72.6

Tableau VI.4 : les données de service de l'échangeur 2

Propriétés physiques des deux fluides :

Cote	Tm (c)	Pression de service (bar)	Cp (j/kg.k)	μ (kg/m.s)	λ (w/m.k)	Pr
Fluide chaude	0	3	2198.1	0.000013	0.0286	0.999136364
Fluide Froide	52.5	3	2000	0.1	0.14	142.8571429

Tableau VI.5 : propriétés physiques des fluides de l'échangeur 2

i. Résultats de calcul de l'échangeur 2

Puissance	Coefficient d'échange chaud h_c	Coefficient d'échange froid h_f	Ecart moyenne de température ΔT_{LM}	Coefficient d'échange global K	La surface d'échange S
570,75	54113,56	1481 ,16	73,21	1381,35	5,64

Tableau VI.6 : résultat du calcul de l'Echangeur 2

ii. Commentaires :

Pour le 2ème échangeur, toujours la méthode 1 on a aboutit a une surface d'échange de 5.64 m² presque équivalente a la surface donné dans la fiche technique de l'échangeur.

2. La 2ème Méthode :**i. Le résultat calcul de l'échangeur 2 :**

	Viscosité	masse volumique	chaleur massique	conductivité thermique	débit volumique	débit massique	épaisseur b	diamètre hydraulique
fluide chaud	0.000013	1.651	2198.1	0.0286	7000	0.267	0.0025	0.0034
fluide froid	0.01	1000	2000	0.14	7000	3.8055	0.0025	0.0034

coefficient d'élargissement	nombre de passage	longueur b	largeur b	M	Gc	Re	Pr	Nu
1.484	12	0.719	0.285	0.02	31.23	8205.76	999.14	1180.47
1.484	12	0.719	0.285	0.32	445.09	152.04	142.86	43.86

h	Uc	Cf	T° entrée	T° sortie	ΔTLM	Puissance	Surface d'échange
9883,38	1453.12	0	132	132	73.21	570000	5.36
1797,52			15	90			

Cmin	Nut	Cmax	Cr	E	F	ΔPc	Gp	ΔPp	ΔPt
7611000	0,001	586892 ,7	0 ,077	0,001	0,225	92,46	3,78	0,55	3,52
					0,16	14465,6	53,86	0,3	4467,7

Tableau VI.7 : résultats de calculs de l'échangeur 2 méthode 2**ii. Commentaires :**

On utilisant la 2ème méthode pour le 2ème échangeur on à aboutit a une surface d'échange de 5.36 m² presque équivalente au résultat de la 1^{ère} méthode et a celle donnée dans la fiche technique de l'échangeur.

3. dimensionnement du nouvel échangeur :

Afin d'éviter l'évaporation de l'eau utilisé pour chauffer l'huile dans l'échangeur de chaleur, on doit apporter des modifications sur notre circuit en rajoutant un autre échangeur qui nous

CHAPITRE VI Calcul numérique (résolution du problème)
 permettra de baisser la température afin de récupérer le maximum de condensat sous état liquide.

Approche technique de dimensionnement du nouvel échangeur :

Cote	Produit	T(c) entrée	T(c) sortie	Débit \dot{m} (kg/s)	Perte de charge (kpa)
Fluide chaud	Vapeur	125.1	80	0.25	53.9
Fluide Froid	L'eau	25	58.5	3.8	48.7

Tableau VI.8 : les données de service du nouvel échangeur

D'après l'équation (V.2) en calcul la température de fluide froid

$$m \cdot c_p \cdot (T_s - T_e) = 532000 \quad (\text{VI.2})$$

$$T_s = \frac{532000}{(4180 \cdot 3,8)} + 25$$

$$T_s = 58,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cote	Tm (c)	Pression de service (bar)	Cp (j/kg.k)	μ (kg/m.s)	λ (w/m.k)	Pr
Fluide chaude	102.5	3	0.25	0.000012	0.0286	0.104895105
Fluide Froide	41.7	3	4.179	0.00641	0.6	44.64565

Tableau VI.9 : propriétés physiques des fluides de nouvel échangeur

Calcule des caractéristiques thermiques de l'échangeur :

À partir de l'équation (IV.2) elle nous donne la puissance frigorifique de l'échangeur :

$$\dot{Q}_f = -\dot{\phi}_c = P$$

$$3,8 \cdot 2000 \cdot (100 - 30) = -\dot{\phi}_c \quad (\text{VI.1})$$

$$\varnothing = 532 \text{ kw}$$

Coefficient de convection côté chaud h_c

$$\rho = 1.651 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.000012 \text{ (kg/m.s)}$$

$$pr^{1/3} = 0.047161225$$

D'après l'équation (IV.5)

$$h_c = \lambda.234.Pr^3 \left(\frac{\rho.Perte\ de\ charge}{\mu^2} \right)^{0,3275} \quad (\text{VI.2})$$

$$h_c = 0,0286.234.0,047161225 \left(\frac{1,651.53,9}{0,000012^2} \right)^{0,3275}$$

$$h_c = 2294,6797 \text{ (w / m}^2\text{.c)}$$

Coefficient de convection côté froid (h_f) :

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.006 \text{ kg/m.s}$$

$$pr^{1/3} = 3.55$$

D'après l'équation (IV.5)

$$h_f = \lambda.234.Pr^3 \left(\frac{\rho.Perte\ de\ charge}{\mu^2} \right)^{0,3275} \quad (\text{VI.2})$$

$$h_f = 0,14.234.3,55 \left(\frac{991,86.53,9}{0,006^2} \right)^{0,3275}$$

$$h_f = 5044.34422$$

D'après l'équation (IV.4)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_f} + \frac{1}{h_c} + \frac{e.10^{-3}}{\lambda p}}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{5044,35} + \frac{1}{2294,69} + \frac{0,0005}{6}} \quad (\text{VI.4})$$

$$K = 1505,2377 \text{ w / m}^2, \text{ c}$$

D'après l'équation (V.3)

$$\Delta TLM = \frac{(\Delta T_e - \Delta T_s)}{\ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}} \quad (\text{VI.3})$$

$$\Delta TLM = \frac{((125,1 - 25) - (80 - 58,5))}{\ln \left(\frac{125,1 - 25}{80 - 58,5} \right)}$$

$$\Delta TLM = 60.61$$

Après le calcul de K et ΔTLM il nous reste que de les remplacer dans l'équation (IV.5) pour déterminer la surface d'échange :

$$S = \frac{P}{k \times \Delta TLM} = \frac{532 \times 1000}{1505,237 \times 60,61} \quad (\text{VI.5})$$

$$S = 5.83 \text{ m}^2$$

i. Les résultats de calcul du nouvel échangeur :

Puissance	Coefficient d'échange chaud hc	Coefficient d'échange froid hf	Ecart moyenne de température ΔTLM	Coefficient d'échange global K	La surface d'échange S
531	2294,62	5044,34	60,62	1505,24	5,83

Tableau VI.10 : Tableau des résultats de calcul du nouvel échangeur

ii. Commentaires :

Afin de baisser la température de l'eau de 125.1 °c a 80 °c il faut rajouter un échangeur a plaque a la sortie dont les caractéristiques ci-dessus (surface d'échange 5.83m²) et c'est cela qui évitera son évaporation et récupérer le maximum d'eau au niveau du bac sous état liquide.

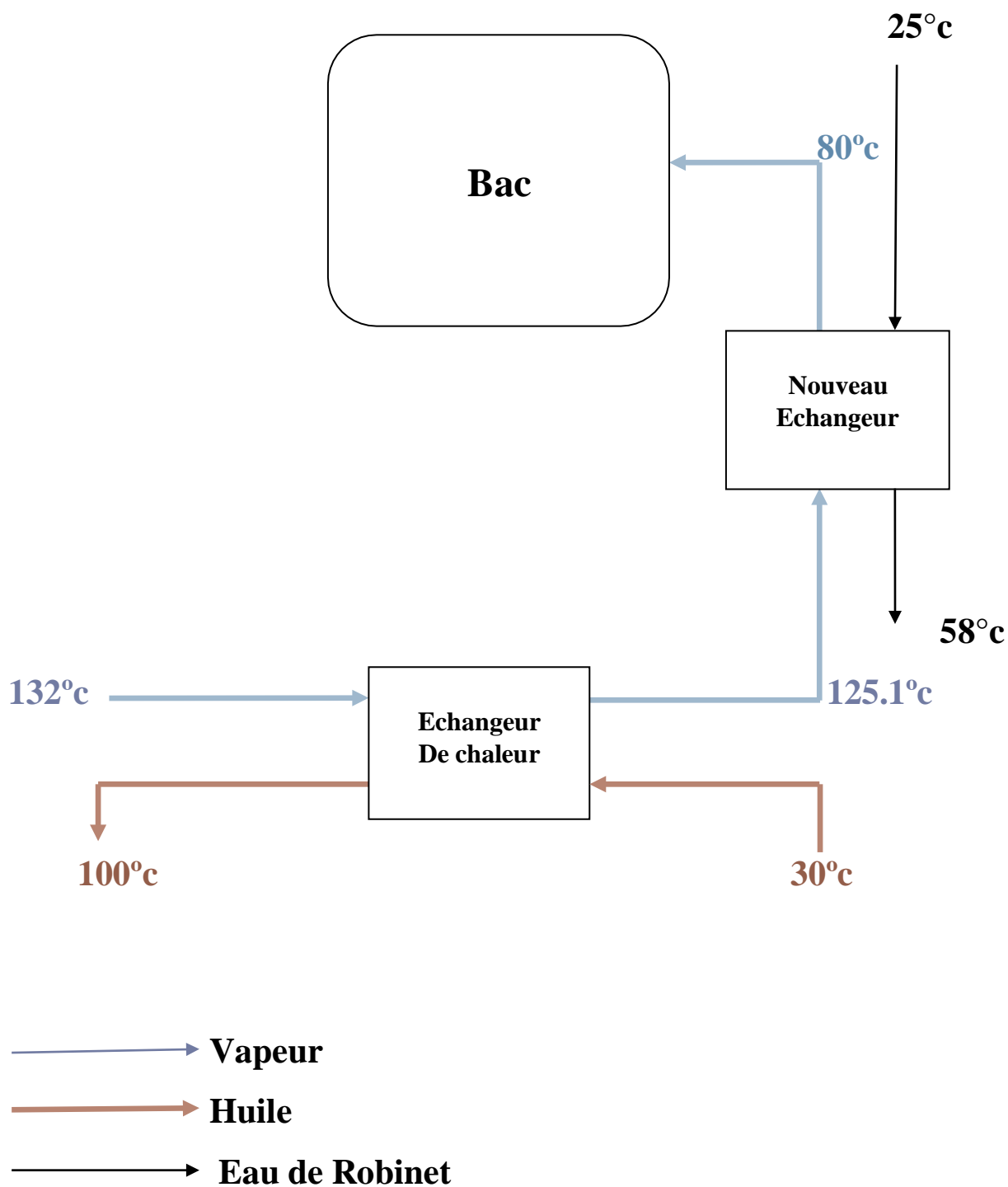


Schéma de récupération de condensat

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le travail réalisé dans ce mémoire, a déterminé en grande partie les différents paramètres énergétiques, d'un échangeur de chaleur à plaques, à partir des données réelles de l'Installation.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence les paramètres énergétiques de l'échangeur, par deux méthodes : la méthode de différence de température logarithmique moyenne, qui a donné des résultats selon la fixation du débit de fluide chaud ou froid. La deuxième méthode sur les bases et sur le nombre d'unité de transfert (NUT). Les calculs de vérification thermique nous ont permis d'évaluer la surface et le coefficient de transfert global d'échange thermique, ainsi que les pertes de charge.

Afin de pouvoir récupérer le maximum de condensat pour la centrale Nous recommandons aux responsables, de rajouter un autre échangeur a la sortie afin de refroidir l'eau récupérer a une très grande température avec de l'eau a une température ambiante

Malgré le manque de données on a aboutis a un résultat assez satisfaisant c'est-à-dire une sortie d'eau a une température de 80°C ce qui évitera son évaporation afin de pouvoir le récupérer et cela pour une meilleurs gestion économique pour l'entreprise.

Cette étude nous a permis de découvrir le domaine industriel, en traitant un sujet réel, posé par les responsables de la Raffinerie d'huile de Bejaia, et d'élargir nos connaissances déjà acquise durant notre cursus universitaire.

Références Bibliographique

Références Bibliographiques

[A] Documentation interne de CEVITAL

[1] la remise en services de l'échangeur E1505 comme palliatif à l'arrêt de la colonne de stabilisation DA4501 ; projet de formation d'induction (Année2015). T. Slimane

[2] Simulation d'une conception d'un échangeur a faisceau et calandre, mémoire de master en génie mécanique énergétique et l'environnement, université de Annaba (2017). D. Nadjem eddine

[3] étude comportement dynamique et thermique de deux écoulements du fluide dans un échangeur de chaleur, Mémoire de Master en Génie Energétique- (2013). T.Farid

[4] Dimensionnement d'un échangeur a tube et calandre de l'unité décarbonatation du complexe GL1 Skikda, universités de Annaba (2017) M. Maroua

[5] Introduction général échangeur de chaleur ; Mémoire de fin d'étude ; université de Tlemcen (2014). S. Sall

[6] Le Raffinage et génie chimique, Tome II- 2eme Edition-TECHIP-Paris – France (1972). P.Wuithier

[7] Dimensionnement de l'échangeur à faisceau et calandre; Mémoire de fin d'étude ; université de Tlemcen (2014) S. Sall

[8] Étude thermo-énergétique d'un échangeur de chaleur à plaques et joints : Application aux fluides géothermiques, université de Tlemcen - département de physique (2011) Mémoire-Amina. Nehari.

[9]. (Alfa-Laval, Les cahiers Alfa-Laval, Spécial Thermique, N°17, 1987) , Les cahiers Alfa-Laval, Spécial Thermique

[10]. Gasketed plate heat exchanger ,cahier de charge Alfa Laval .

ANNEXES

		Constante	234		mu_c	0.000000013		ro_vapeur
		débit_froid	3.805		mu_f	0.01		ro_huile
Froid	huile	débit_chaud	0.267		lamda_f	0.14		
Chaud	vapeur	Cp_chaud	2.1981		lamda_c	0.0286		
		Cp_froid	2		delta_p_c	87.6		e
		Tce	132		delta_p_f	72.6		lamda p
		Tcs	132					
		Tfe	15		Pr_f	142.8571429	5.22757959	
		Tfs	90		Pr_c	0.999136364	0.99971204	
		Puissance						
		Phi1	570.75					
		Phi2	-570.75		Ecart Moyen logarithmique			
					Delta T _{Lm}	73.20613373		
		Coefficient d'échange			Coeffecient d'echange			
		hf	1481.15766		K	1381.348537		
		hc	54113.5689					
					la surface d'echange			
					S	5.644106204		

Tableau 2 : résultats de calculs de l'échangeur 2

		Constante	234		mu_c	0.000000012		ro_vapeur	1.651
		débit_froid	3.8		mu_f	0.00641		ro_EAU	991.86
Froid	EAU	débit_chaud	0.25		lamda_f	0.6			
Chaud	vapeur	Cp_chaud	0.25		lamda_c	0.0286			
		Cp_froid	4.179		delta_p_c	53.9		e	0.5
		Tce	125.1		delta_p_f	48.7		lamda p	16.5
		Tcs	80						
		Tfe	25		Pr_f	44.64565	3.5475325		
		Tfs	58.5		Pr_c	0.000104895	0.04716122		
		Puissance							
		Phi1	531.9867						
		Phi2	-531.9867						
					Ecart Moyen logarithmique				
					Delta TLm	60.61512047			
		Coefficient d'échange			Coefficient d'echange				
		hf	5044.34422		K	1505.2377			
		hc	2294.61979						
					la surface d'echange				
					S	5.830619693			

Tableau 3 : résultats de calculs du nouvel échangeur

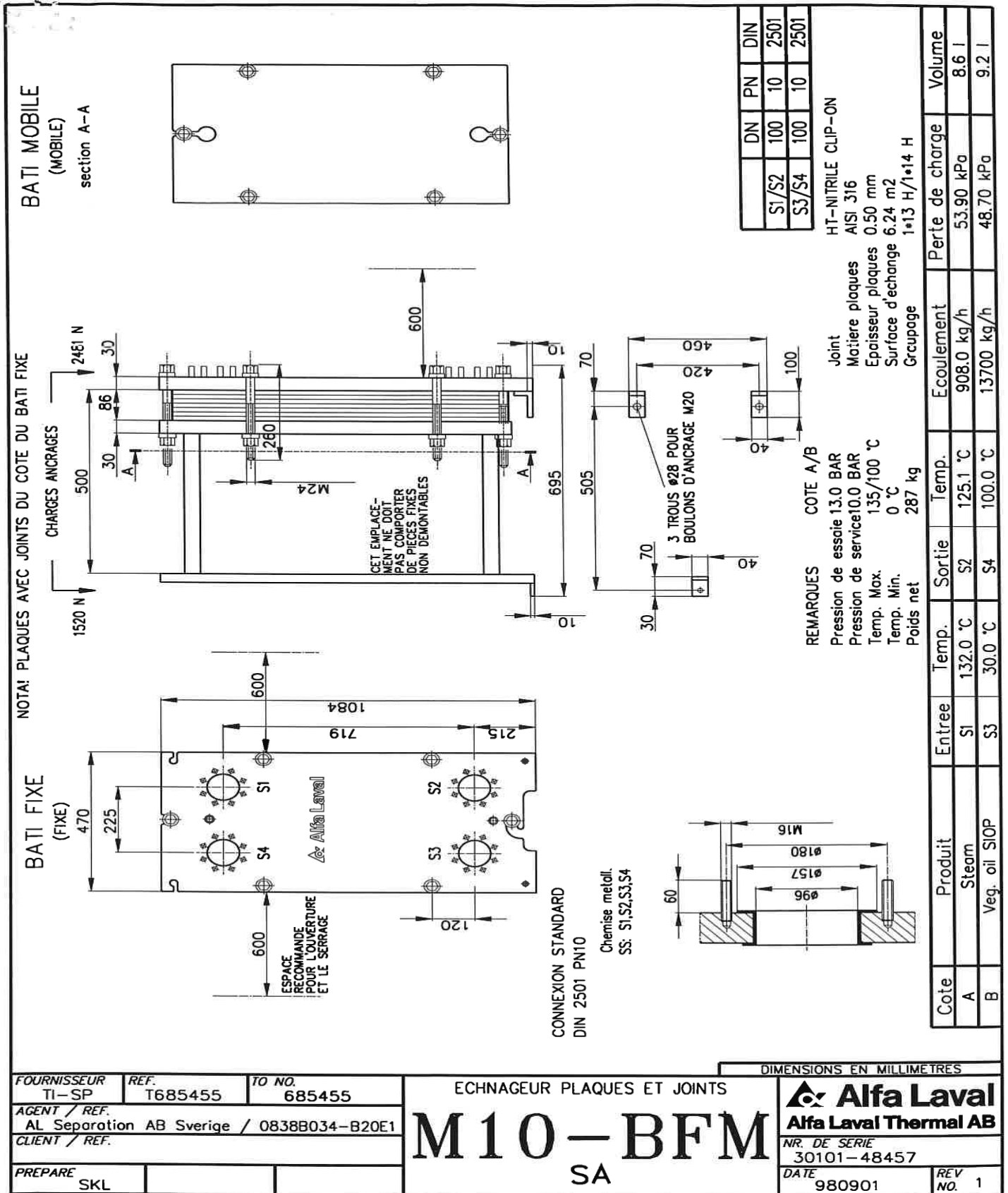


Figure 15 : fiche technique de l'échangeur 1

Résumé

Etude et dimensionnement d'un échangeur a plaques a cevital Bejaia

Le travail effectué dans ce mémoire réside d'un problème technique, posé par des responsables d'une unité de production d'huile (CEVITAL). Il s'agit d'un échangeur (1) de chaleur de type a plaque. La première méthode d'analyse exploitée est la méthode de différence de température (2) logarithmique moyenne, elle permet de déterminer la surface d'échange (3) de ces échangeurs, en fonction des températures d'entrée et de sortie des deux fluides (4). La méthode du nombre d'unités de transfert est la deuxième méthode appliquée, elle permet de calculer le coefficient d'échange global de l'échangeur, ainsi que l'efficacité recherchée. Les résultats obtenus par ces méthodes montrent que l'échangeur ajouté a réussi à donner un meilleur taux de récupération de condensat(5).

The work carried out in this thesis is due to a technical problem, posed by managers of an oil production unit (CEVITAL). This is a plate type heat exchanger (1). The first analysis method used is the mean logarithmic temperature difference (2) method, it allows to determine the exchange surface (3) of these exchangers, as a function of the inlet and outlet temperatures of the two fluids (4). The method of the number of transfer units is the second method applied, it allows to calculate the overall exchange coefficient of the exchanger, as well as the desired efficiency. The results obtained by these methods show that the added exchanger succeeded in giving a better rate of condensate recovery (5).

Abstract

Mots clés: Echangeur (1), température (2), la surface d'échange (3), fluides (4), condensat(5).
Keywords: Exchanger (1), Temperature (2), the exchange surface (3), Fluids (4), Condensate (5).

Résumé

Etude et dimensionnement d'un échangeur a plaques a cevital Bejaia

Le travail effectué dans ce mémoire réside d'un problème technique, posé par des responsables d'une unité de production d'huile (CEVITAL). Il s'agit d'un échangeur de chaleur de type à plaque. La première méthode d'analyse exploitée est la méthode de différence de température logarithmique moyenne, elle permet de déterminer la surface d'échange de ces échangeurs, en fonction des températures d'entrée et de sortie des deux fluides. La méthode du nombre d'unités de transfert est la deuxième méthode appliquée, permet de calculer le coefficient d'échange global de l'échangeur, ainsi que l'efficacité recherchée. Les résultats obtenus par ces méthodes montrent que l'échangeur ajouté a réussi à donner un meilleur taux de récupération de condensat.

The work carried out in this thesis is due to a technical problem, posed by managers of an oil production unit (CEVITAL). This is a plate type heat exchanger (1). The first analysis method used is the mean logarithmic temperature difference (2) method, it allows to determine the exchange surface (3) of these exchangers, as a function of the inlet and outlet temperatures of the two fluids (4). The method of the number of transfer units is the second method applied, it allows to calculate the overall exchange coefficient of the exchanger, as well as the desired efficiency. The results obtained by these methods show that the added exchanger succeeded in giving a better rate of condensate recovery (5).

Etude et dimensionnement d'un échangeur a plaques a cevital Bejaia