



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



Université Echahid HAMMA Lakhdar d'El-Oued

Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Filière: Génie des Procédés & Pétrochimie

Spécialité: Génie Chimique

Présenter par: BEKKARI Mahmoud et BEN BORDI Mohcen

Thème

**CALCUL DE L'AÉRORÉFRIGÉRANT
DE LA RAFFINERIE *RHM2***

Devant le jury composé de:

Dr. BOUHRIRA Abdelaziz

Univ. ELOUED

Président

Dr. BERRANI Djamel

Univ. ELOUED

Examineur

Dr. LAMI Nassima

Univ. ELOUED

Encadreur

بسم الله الرحمن الرحيم

والحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خاتم النبيين والمرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد ... فإن من نعم الله تعالى علينا أن من علينا بإنجاز هذا العمل المتواضع بفضلته وكرمه.

وامتناننا لا حدود له لكل من ساندنا و أعاننا على إتمام هذه المذكرة، و نخص بالذكر الأستاذة الفاضلة الدكتورة لامي نسيم التي تلطفت بقبول إشرافها على رسالتنا، و دأبت على توجيهنا و إرشادنا و قدمت كل ما بوسعها لإثراء هذا البحث. دون ان ننسى اعضاء لجنة المناقشة الدكتور بوهريرة عبد العزيز والدكتور براني جمال بالإضافة للمهندسين الذين قابلناهم أثناء دراستنا العملية في وحدة تكرير البترول الثانية ولا ننسى فضل السيدة التي كانت غيمة تفيض علينا إرشادا، توجيهها ونصحا.

بسم الله الرحمن الرحيم

و الحمد لله على كل شيء، وجد الإنسان على وجه البسيطة ولم يعيش بمعزل
عن باقي البشر، وفي جميع مراحل الحياة يوجد أناس يستحقون منا الشكر،
وأولى الناس بالشكر هما الأيوان لما لهما من الفضل ما يبلغ عنان السماء،
فوجودهما سبب للنجاة والفلاح في الدنيا والآخرة.

وإلى أساتذتنا الكرام الذين كانوا مثل المنارة في توجيهنا طول مسارنا الدراسي،
وجميع أفراد عائلاتنا و أصدقائنا الغالين على أنفسنا و نرجو أن تقبلوا منا هذه
الهدية المتواضعة

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

INTRODUCTION GENERALE 01

I. PRÉSENTATION DE LA RAFFINERIE RHM2

I.1. Description de l'unité 03

I.2. Section U200 04

I.3. Section U300 9

I.4. Section U800 10

I.5. Section U900 13

I.6. Le laboratoire 14

I.7. Capacité de production de la raffinerie 15

II. GÉNÉRALITÉS SUR L'AÉRORÉFRIGÉRANT: THÉORIE & SIMULATION

II.1. Introduction 16

II.2. Les échangeurs de chaleur 16

II.3. Principe de fonctionnement 17

II.3. 1. La conduction 17

II.3.2. La convection 17

II.3.3. Rayonnement 17

II.4.classification des échangeurs de chaleur 17

II.4.1. Les modes d'écoulement 17

II.4.1. 1. Écoulement à co-courant 18

II.4.1. 2. Écoulement contre-courant 18

II.4.1. 3. Écoulement Croisé 19

II.4.2. Échangeurs de chaleur classer à contact indirect 19

II.4.3. Échangeurs de chaleur classer à contact direct 19

II.5. Aéroréfrigérant	20
II.5.1. Les différents types d'aéroréfrigérant	20
II.5.1.1. Aéroréfrigérants secs	20
II.5.1.2. Les aéroréfrigérants humide	21
II.5.2. Tirage des aéroréfrigérant	21
II.5.2. 1. La déférence entre les Aéroréfrigérants à tirage forcé et à tirage induit	21
II.5.2.2. Les avantages du tirage induit / tirage forcé	22
II.5.3. Constitution des aéroréfrigérant	23
II.6.1. Les faisceaux tubulaires	24
II.6.1.1. Tubes à ailettes	24
II.6.1.2. Caractéristiques des ailettes	24
II.6.1.3. Caractéristiques des tubes ailettés	25
II.6.1.4. Boîtes de distribution ou collecteurs	26
II.6.2. Les systèmes de Ventilation	26
II.6.2.1. Les ventilateurs	26
II.6.3. Dispositifs de réglage de débit d'air	27
II.6.3.1. Réglage du calage des pales	27
II.6.3.2. Réglage de la vitesse de rotation	27
II.6.3.3. Réglage par persienne	27
II.6.4. Les moteurs et systèmes de transmission	27
II.7. Structure	28
II.8. Simulation réelle de aéroréfrigérante EC804A/B dans l'unité U800 par HYSYS	28
II.8.2. Interprétation des simulations	28
II.8.3. la solution proposée	28
II.8.4. Simulations du deuxième liquide de refroidissement du cycle	29
II.8.4.1. Étape de travail simulées	29
II.8.4.2. Simulations du cycle du deuxième aéroréfrigérant	33
II.8.5. Résultat des simulations	33
III. CALCUL DE L'AÉRORÉFRIGÉRANT	
III.1. INTRODUCTION	34
III.2. Calcul vérificatif de la batterie d'Aéroréfrigérants EC804A-B	35
III.2.1. Données de départ du fabricant	35

III.2.2. Calcul de la Surface d'Échange installée	36
III.2.3. Calcul de la Quantité de chaleur échangée Q	37
III.2.4. Calcul de la température de l'air à la sortie t_2	30
III.2.5. Calcul de débit massique de l'air de réfrigération m_a	30
III.2.6. Calcul de la surface d'échange A	30
III.2.7. Calcul des pertes de charge	42
III.2.8. Calcul des Pertes de pression de l'air à travers le faisceau P_a	42
III.2.9. Calcul de la Puissance du ventilateur P_f	43
III.3. Étude de l'influence de la température ambiante sur le taux de marche de l'unité	46
III.4. Calcul de la batterie d'aéroréfrigérants pour la période d'été à une température moyenne de 49°C	48
III.4.1. Calcul de la Surface d'Échange installée	48
III.4.2. Calcul des pertes de charge	51
III.4.3. Calcul de la Puissance du ventilateur P_f	52
III.5. Calcul économique Pour l'unité RHM2 (Estimation du manque à gagner en produits depuis le Reformat)	54
III.6. Interprétation des résultats	53
III.6.1. Interprétation des résultats du design et le calcul vérificatif	53
III.6.1.1. Vérification de la température de stockage	53
III.6.1.2. Vérification de la température de Complicite	56
III.6.1.3. Vérification du débit d'air sur le batterie d'aéroréfrigérants <i>EC804</i>	56
III.6.1.4. Vérification de la puissance du ventilateur	56

CONCLUSION GENERALE

N° de figure	Titre	Page
I.1	Position géographique de la raffinerie RHM2	03
I.2	Schéma synoptique de la raffinerie RHM2	04
I.3	Schéma de la section <i>U200</i>	05
I.4	Schéma de la section <i>U300</i>	10
I.5	Schéma de la section <i>U800</i>	12
II.1	Les échangeurs de chaleur réel de l'unité U800	16
II.2	Modes de transfert de chaleur par conduction, convection et rayonnement	17
II.3	Écoulement à co-courant	18
II.4	Écoulement à contre-courant	18
II.5	Configuration co-courant et contre-courant	19
II.6	Les aéroréfrigérants secs de l'unité U800	20
II.7	Les aéroréfrigérants humide de l'unité U800	21
II.8	Types de refroidisseurs à ventilateur à ailettes	22
II.9	Circulation de l'air dans les aéroréfrigérant .A. Air induit. B.Air forcé	23
II.10	Aéroréfrigérants: Position des faisceaux. A. Horizontale. B. Verticale.C. Inclinée	24
II.11	Ailette type L (a), (b) Ailette encastrée type G, (c) Ailette type L avec moletage, et (d) Ailette extrudée	25
II.12	Types courants de collecteurs d'échangeurs de chaleur refroidis par air	26
II.13	Simulation réel de l'aéroréfrigérant EC804A/B	28
II.14	Simulation hypothétique du deux aéroréfrigérants	33
III.1	Aéroréfrigérants installés à la raffinerie <i>RHM2</i>	34
III.2	Cellule Aéroréfrigérants installé à la raffinerie <i>RHM2</i>	34
III.3	Méthode de travail D'aéroréfrigérant	35
III.4	Influence de température sur : (a) le débit de naphta, (b) le taux de marche, (c) les pertes de charges et (d) la puissance de ventilateur	47

N° du tableau	Titre	Page
I.1	les spécifications de la charge <i>Naphta</i> (design)	09
I.2	Stockage des produits raffinés à la RHM2	13
I.3	Capacité de production design	15
I.4	Réalisation de la <i>RHM2</i> (T/AN)	15
III.1	Données de départ de l'aéroréfrigérants <i>EC804A-B</i> (Annexe C)	35
III.2	Données de départ de l'air	36
III.3	Données de départ de la batterie d'Aéroréfrigérants <i>EC804A-B</i> (Annexe A-B)	36
III.4	La vitesse de l'air en fonction de nombre de rangée N_R	37
III.5	Résultats de l'air et Reformat dans le cas design (température 37°C)	45
III.6	Les principales causes perturbations pour la raffinerie RHM2 en 2023 et 2024.	46
III.7	influence de la température ambiante sur les principaux paramètres de l'unité Responsable de la production Reformat	47
III.8	Résultats de l'air et Reformat dans le cas design (température 49°C) (Annexe K)	54
III.9	bilan d'évolution du manque en produits total du RHM2 en 2023	54
III.10	Afficher le prix de l'essence(Réforma) dans certains pays du monde en 2023	54

Abréviations	Signification
CIS	Centre industriel sud
RHM2	La nouvelle raffinerie de Hassi Messaoud
BA	Four
EA	Echangeur de chaleur
EC	Aéroréfrigérant
FA	Ballon séparateur
GA	Pompe
GB	Compresseur
K	Réacteur
DA	Colonne de stabilisation, de distillation et stripper
TVR	Tension de vapeur reid
NOM	Indice d'octane moteur
API	American petroleum institute
TBP	True boiling point
SI	The International System of units
UTBS	Une Unité de Traitement et de stabilisation du Gaz Brut de Hassi Messaoud
Reformat	La production de Reformat est basée sur la technologie Naphta Reforming
Naphta	Distillat de Pétrole Incolore et Volatil

*INTRODUCTION
GÉNÉRALE*

La demande mondiale en produits pétroliers issus du raffinage de pétrole brut a connu une évolution sévère sans précédente, que ce soit sur le plan quantitative ou qualitative. Les préoccupations énergétiques de l'Algérie sont celles d'un pays en voie de développement dont il faut satisfaire les besoins croissants en énergie localement. Ceci nécessite le développement des infrastructures de production, transformation et de vente, au moment où l'Algérie s'adapte à l'économie de marché, la gestion rationnelle de cette industrie est devenue une nécessité évidente.

Les procédés industriels sont des systèmes complexes constitués de multitudes d'opérations unitaires généralement très diversifiées et interconnectées (séparateurs, échangeurs de chaleurs, pompes, compresseurs, colonnes, réacteurs ...). Leur comportement dépend de celui de chacune de leurs unités et des interactions qui existent entre ces unités. A cause de la complexité des phénomènes mis en jeu, l'analyse de ce comportement pour les besoins de conception ou de conduite de procédés présente beaucoup de difficultés.

Le raffinage a pour fonction de transformer des pétroles bruts d'origines diverses en un ensemble de produits pétroliers répondant à des spécifications précises, dans des proportions correspondant aussi bien que possible à la demande du marché. La raffinerie doit répondre aux objectifs suivants :

- Améliorer les qualités de certaines coupes pétrolières à savoir l'indice d'octane des essences et la teneur en soufre des produits intermédiaires.
- Modifier les rendements des différentes coupes pétrolières obtenues à partir des bruts traités afin de produire les quantités de produits commerciaux exigées par le marché.

Parmi les procédés de raffinage le reforming catalytique qui constitue le trait dominant du développement d'industrie du raffinage et figure parmi les premiers procédés utilisés à grande échelle dans cette industrie.

La raffinerie de RHM2 a été dimensionné sur la base d'une température ambiante de 37°C (air ambiant), alors que en été cette température de fonctionnement la dépasse largement. Cet écart de température influe directement sur les batteries d'aéroréfrigérants AC804A-B destinées à refroidir le *Naphta* jusqu'à la température de stockage. Lorsque la température ambiante est importante, la capacité de refroidissement du *Naphta* au niveau de la batterie d'aéroréfrigérants AC804A-B se trouvent juste sur la limite, aussi avec les difficultés d'efficacité rencontrer au niveau de l'échangeur EA805A-B ce qui influe directement sur la température de stockage du *Naphta* au niveau des bacs de stockage *Naphta*

qui sont dimensionnés pour stocker à une température maximale de 40 °C.

Au niveau de l'unité *U800*, il est nécessaire de diminuer la quantité de condensât traité afin d'assurer les paramètres de process exigés. Pour assurer le bon fonctionnement de l'unité.

L'objectif de cet consiste à la recherche d'une solution, qui permet de faire fonctionner l'unité *U800* à sa capacité maximale en considérant le refroidissement du *Naphta* au niveau de la batterie d'aéroréfrigérants *EA805A-B* dépends du débit du *Naphta* à refroidir, les conditions de température et de pression et la température de l'air ambiant.

Pour montrer l'impact de température sur le taux de marche de l'unité et permettre le fonctionnement à régime maximal, il sera nécessaire de faire un calcul sur la batterie d'aéroréfrigérants avec les conditions de marche ensuite, de dimensionner la nouvelle batterie d'aéroréfrigérants avec une température adaptée au cas réel, Ce qui nous permettra d'atteindre le taux de marche maximal.

A cette fin le manuscrit est composé de trois grands chapitres :

- ✦ Le premier chapitre présente la raffinerie de HASSI MESSAOUD.
- ✦ Dans le deuxième chapitre nous exposons des généralités sur les aéroréfrigérants qui font l'objet de calcul dans la suite du travail.
- ✦ Une simulation d'une nouvelle batterie d'aéroréfrigérants est présentée dans le troisième chapitre.
- ✦ Le quatrième chapitre regroupe tous les calculs de vérification ainsi de dimensionnement de la nouvelle batterie proposer comme solution.
- ✦ Enfin nous terminons par une conclusion générale et recommandations.

CHAPITRE I

Présentation de la Raffinerie RHM2

I. PRÉSENTATION DE LA RAFFINERIE RHM2

I.1. Description de l'unité

La raffinerie RHM2 est située dans le parc industriel sud à 3km de la ville HASSI MESSAOUD.

Les recherches sur RHM2 en 1976 ont été confiées à:

- ✓ ALTEC (Société Algérienne d'Ingénierie) H.E France (Ingénierie des Hydrocarbures).
- ✓ Le montage a été réalisé par l'ENGTP : (Entreprise Nationale des Grands Travaux Pétroliers).

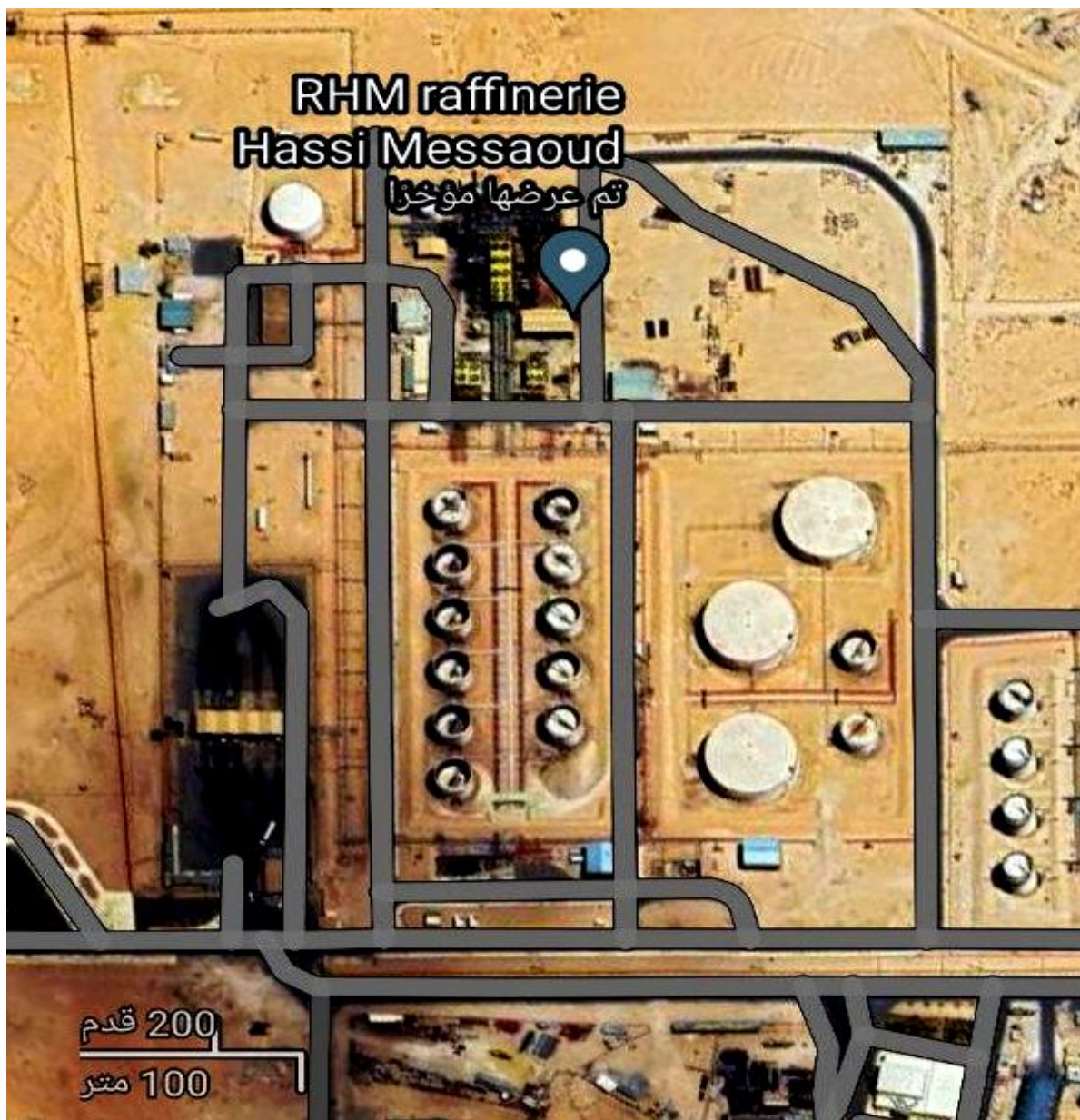


Figure (I.1) : Position géographique de la raffinerie RHM2

La tour de fractionnement produit :

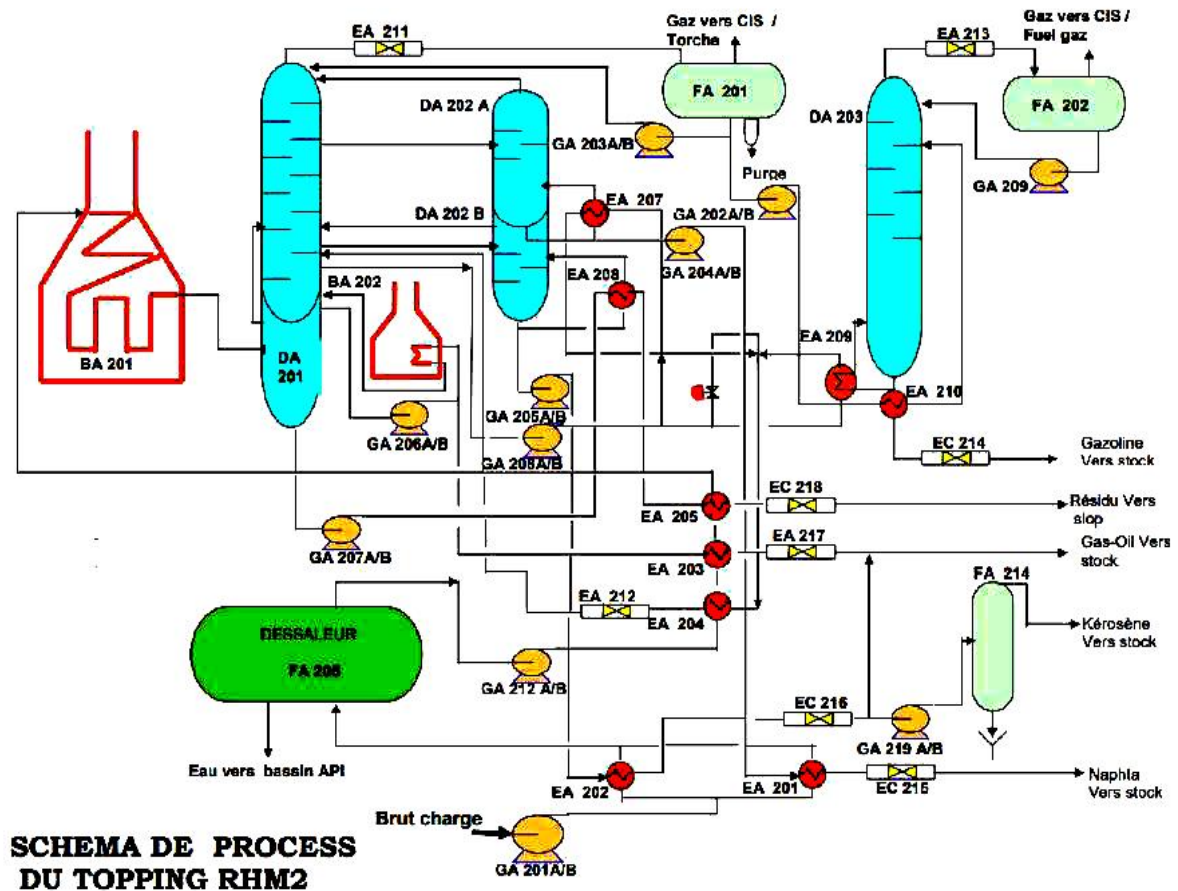


Figure (I.3) : Schéma de la section U200

- ~ *Fraction Gasoline*, Après stabilisation, elle est utilisée dans la tour pour produire de l'essence ordinaire et super.
- ~ *Coupe Naphta* destinée à être fournie au reformage.
- ~ *Coupe Kérosène* vendue comme carburéacteur après transformation.
- ~ *Coupe Gas-Oil* vendu comme Gas-Oil et fuel-Oil domestique.
- ~ Le pétrole brut réduit est renvoyé au pipeline.

La charge de brut provenant de la pomperie d'expédition du service traitement à une pression de 3,5 bar; est reprise par la pompe de charge GA201 en amont de laquelle on lui injecte à l'aide de la pompe GA213, 5% volume d'eau préalablement préchauffé dans l'échangeur EA219 et 5 ppm volume de désémulsifiant à l'aide de la pompe doseuse GA214 par rapport au débit volumique de la charge de brut qui est régulé par le FRC215, Le

mélange est préchauffé à 70°C dans le 02 échangeurs *EA201-202* en parallèles; puis amené dans le champ électrique du dessaleur *FA205* entre 2 électrodes *HT*.

Sous l'influence d'un champ électrique, l'eau fond et précipite, entraînant avec elle les sels présents dans le pétrole brut. L'eau saturée en Salinité libère des calories dans l'eau injectée dans l'échangeur thermique *EA219* avant d'être pompée par gravité vers les boues avec contrôle de niveau interfacial. Le pétrole brut dessalé est aspiré par une pompe de surpression *GA212* et préchauffé à environ 170°C dans une série d'échangeurs de chaleur *EA203-204-205*. Il est ensuite chauffé à 340°C dans un four *BA201* sous le contrôle de *TRC203* et entre dans la zone d'expansion de la colonne *DA201*. Cette colonne est équipée de 29 plateaux, ces dernières réparties en 2 zones :

- > 1^{ère} zone d'expansion 3 plateaux.
- > 2^{ème} zone de fractionnement 26 plateaux.

La partie évaporée quitte la partie supérieure de la zone d'expansion à 220°C et introduite dans la zone de fractionnement en 21^{ème} plateau de la colonne *DA201*.

Les produits éliminés sont :

- ▣ **Le résidu** : est extrait du fond de colonne *DA201* à l'aide de la pompe *GA207* à environ 325°C. Après avoir cédé ses calories au préchauffage du kérosène dans l'échangeur *EA208* et au brut charge dans l'échangeur *EA205*; puis refroidi dans une batterie d'Aeroréfrigérants à air humidifié *EC218A-B* pour être mélangé avec le brut au service traitement.
- ▣ **Le Gas-Oil** : est éliminé du fond de la colonne de fractionnement *DA201* à l'aide de la pompe *GA206* à environ 325°C. Une partie est réchauffée à environ 350°C dans le four *BA202* sous le contrôle de *TRC204* pour éliminer les fractions légères et maintenir un gradient de température au sein de la colonne de fractionnement. L'autre partie est envoyée au stockage sous contrôle de *LRC204* après avoir cédé ses calories au brut chargé dans l'échangeur *EA203* puis refroidi dans la batterie d'Aeroréfrigérants à air sec *EA217A-B*.
- ▣ **Le Reflux** : circulant est soutiré à 230°C du 16^{ème} plateau de la colonne de fractionnement à l'aide de la pompe *GA208* sous contrôle de *FRC214*. Une partie est envoyée sous contrôle de *DPIC228* qui permet de compenser les variations de ΔP à travers les

rebouilleurs *EA207* et *A209* pour céder ses calories au rebouillage de *Naphta* sous contrôle de *TRC207* et de la *Gazoline* sous contrôle de *TRC209*. Le retour des rebouilleurs et l'autre partie du reflux circulant retournent sur le 13^{ème} plateau de la colonne de fractionnement après avoir cédé ses calories au brut chargé dans l'échangeur *EA204* puis refroidi à 110°C sous contrôle de *TRC218* dans une batterie d'Aeroréfrigérants à air sec *EA212A-B*.

▣ **Le Kérosène** : est évacué du 12^{ème} plateau de la colonne de fractionnement à environ 200 °C et s'écoule par gravité sous le contrôle de *LIC207* dans une petite colonne stripper *DA 202A* à 6 plateaux. Le rebouillage du pied de colonne *DA202A* est effectué à travers le résidu dans un rebouilleur *EA208* à environ 240°C sous le contrôle de *TRC207* pour éliminer les fractions légères (ajustement du point d'éclair). La vapeur de cette colonne retourne au fond du 11^{ème} fractionneur *DA201*. Le *Kérosène*, sortant du stripper est aspiré par la pompe *GA205*, libère des calories à la matière première dans l'échangeur thermique *EA202*, puis refroidi dans un refroidisseur à air humidifié *EC216*. Une partie est reçue par la pompe *GA219* sous le contrôle de *FRC227* et envoyée vers le précipitateur électrostatique *FA214* pour éliminer les traces d'humidité et traitée à la soude pour ajuster l'acidité. Avant stockage, un agent antistatique *STADIS450* est injecté à l'aide de la pompe doseuse *GA218* pour ajuster la conductivité et la partie restante est mélangée à l'huile légère.

▣ **Le Naphta** : est évacué du 6^{ème} plateau de la colonne de fractionnement à environ 160°C et s'écoule par gravité sous le contrôle de *LIC209* vers la petite colonne (stripper) *DA202B* dotée de 6 plateaux à clapets.

Le rebouillage du fond *DA202B* se fait par le reflux circulant dans le rebouilleur *EA207* à 170°C sous contrôle de *TRC208* pour élimination des fractions légères (réglage du point initial), les vapeurs de tête de cette colonne retournent sur le 5^{ème} plateau de la colonne de fractionnement.

Le *Naphta* à la sortie de stripper et repris par la pompe *GA204*, libère ses calories vers la charge dans l'échangeur thermique *EA201* puis refroidie dans le refroidisseur à air humidifié *EC215*. Puis, envoyé au stockage sous contrôle de *FRC217* pour servir de charge à la section prétraitement du *Naphta* et reforming.

▣ **Les Vapeurs de tête** : de la colonne de fractionnement *DA201* à 90°C sont refroidies dans la batterie d'aéroréfrigérants à air sec *EA211A* à *F*; puis condensées et séparées dans le ballon *FA201*; la phase gazeuse (riches en *C3-C4*) est envoyée sous régulation de pression du ballon *PRC224* à 1,5 bars au service traitement vers l'unité de récupération 3^{ème} étage. La phase aqueuse est collectée dans l'appendice du *FA201* puis évacuée par gravité vers la canalisation des boues ou d'évacuation.

Une partie de la phase liquide (condensat) est reçue par la pompe *GA203* et envoyée à la colonne de fractionnement *DA201* en reflux de tête sous le contrôle de *FRC209*, et la partie restante est reçue par la pompe *GA202*, qui est alimenté depuis *FA201* sous le contrôle de *LRC211* vers la colonne de stabilisation *DA203* avec 26 plateaux à soupapes. L'ébullition au fond de la colonne *DA203* est réalisée par reflux circulant dans le rebouilleur *EA209* à environ 120°C sous le contrôle de *TRC209* pour ajuster la Tension de Vapeur Reid (*TVR*) de la *Gazoline*.

La *Gazoline* stabilisée est introduite dans la section d'alimentation par gravité sous le contrôle de *LRC215* après avoir fourni de la chaleur au garnissage de la colonne *DA203* dans l'échangeur de chaleur *EA210*. Elle est ensuite refroidie dans l'aéroréfrigérant à air humidifié *EA214* et utilisé pour fabriquer l'*Essence*.

La Qualité de la *Gazoline* :

- ✦ Densité 15/4 : 0,6500 à 0,6700
- ✦ *TVR* : 0,700 à 0,900 bars

La vapeur de tête provenant de la tour de stabilisation *DA203* est ensuite refroidie dans une série d'aéroréfrigérants à air sec *EA213A-B*. Concentrer et séparer dans le ballon *FA202*. La phase gazeuse (enrichie en *C3-C4*) est envoyée au service de traitement dans le réservoir *PRC226* avec une pression ajustée à 7 bar pour l'unité de récupération du 3^{ème} étage, tandis que la phase liquide est entièrement pompée avec la pompe *GA209*. Le reflux supérieur de la colonne *DA203* est contrôlé par le *LRC209*.

L'injection des produits chimiques se fait aux endroits suivants :

- ✦ *NH₃* en tête de colonne *DA201*.
- ✦ *STADIS450* dans le *Kérosène*, sortie précipitateur *FA214*.
- ✦ *NaOH* dans le *Kérosène*, entrée précipitateur *FA214*.

- ♦ Inhibiteur corrosion en têtes de colonnes *DA201-DA203*.
- ♦ Désémulsifiant dans la charge brut à l'aspiration des pompes de charge.

Afin d'améliorer le *Naphta* issu de la distillation atmosphérique à faible indice d'octane il subit une opération de reformage pour valoriser et favoriser de manière catalytique des réactions chimiques de groupes spécifiques du *Naphta* en obtenant un mélange de carburant à haut indice d'octane. Pour cela l'usine est divisée en deux sections : une section de prétraitement *U300* et une section de reformage *U800*. [1]

I.3. Section *U300*

Le prétraitement de *Naphta* est un procédé d'hydrodésulfuration son but est de réduire la quantité d'impuretés telles que le soufre ainsi que l'azote, l'oxygène et l'arsenic afin d'éviter d'empoisonner le catalyseur de reformage.

La capacité de production annuelle de la section de prétraitement du *Naphta* (conception) est de 100022 tonnes. Les spécifications de la matière première *Naphta* fournie à la section de prétraitement sont mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau (I.1) : les spécifications de la charge *Naphta* (design)

	ASTM			Composition de la charge (PONA) %			Impuretés mg/kg			
	PI	50%	PF	P	N	A	Soufe	Azote	Arsenic	Plomb
Densité à 15°C 0.7437	98	119	160	60.7	32.6	6.7	12.2	0.3	2	2

La charge de la section de prétraitement provenant du réservoir de *Naphta* est mélangée au refoulement de la pompe de charge *GA301* contenant de l'hydrogène à un débit (>1000 Nm³/h) du compresseur de reformage *GB801*.

Ce mélange *Naphta* + *H₂* est préchauffé à 230°C dans une batterie d'échangeur thermique *EA301C-B-A* par la sortie du réacteur *K301* puis chauffé à 320°C dans le four *BA301* (Température requise pour la réaction de désulfuration) Avant d'entrer dans le réacteur catalytique *K301*.

L'effluent sortie réacteur est refroidi à environ 40°C dans une batterie d'aéroréfrigérants à air humidifié *EC302A-B* après avoir cédé ses calories à la charge dans la série d'échangeurs *EA301A-B-C* et *EA304* puis flashé dans le ballon séparateur *FA301* ; la phase gazeuse est envoyée sous régulations de pression du ballon *FA301* à 20 bars vers torche ou fuel gaz.

La phase gazeuse est acheminée depuis le réservoir *FA301* sous régulation de pression 20 bars vers le brûleur où le combustible gazeux. Tandis que, la phase liquide est préchauffée à 95°C dans l'échangeur *EA304* par l'effluent sortant du réacteur *K301* puis strippée dans la colonne *DA301* de 28 plateaux à clapets, le fond de cette colonne est pompé par la pompe *GA303*, réchauffé à 220°C dans le four *BA302* et utilisé comme charge pour le reformage. En revanche, la vapeur en tête de la même colonne est refroidie par la batterie d'aéroréfrigérants à air humidifié *EC303A-B*, puis condensée et séparée dans le ballon *FA302*. La phase gazeuse est amenée sous pression régulée au brûleur via un piston de 7,5 bar et la phase liquide est amenée intégralement en reflux en tête de colonne à l'aide d'une pompe *GA302*.

Le prétraitement a pour objectif d'éliminer les principales substances nocives contenues dans la charge (soufre, composés azotés, oxygène, arsenic, etc.) et de prolonger la durée de vie du catalyseur de reformage.

Ces poisons sont soit convertis en produits d'élimination, soit retenus sur le catalyseur de prétraitement.

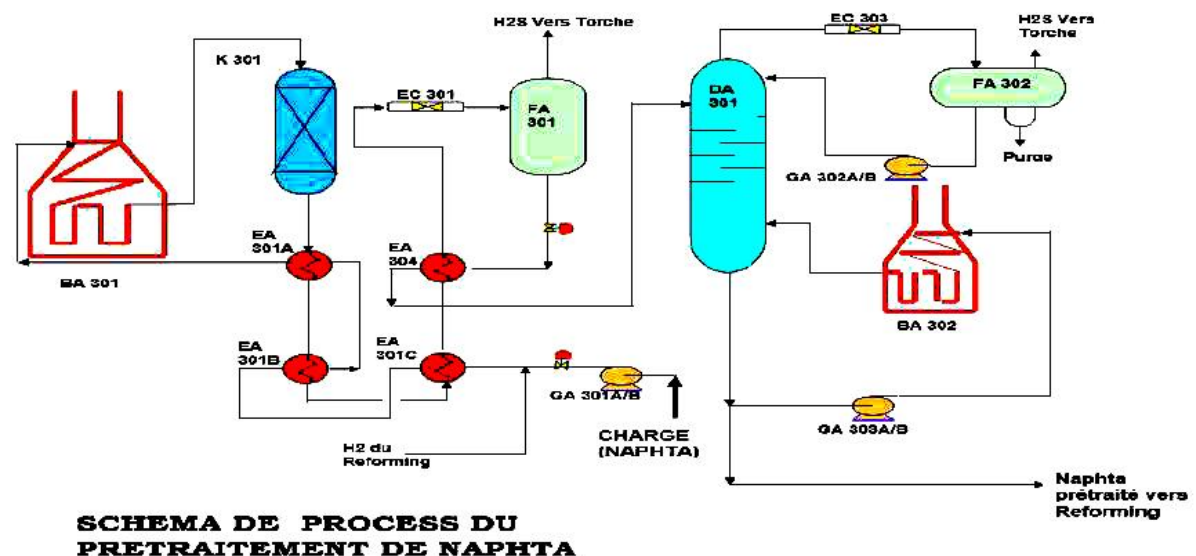


Figure (I.4) : Schéma de la section U300

I.4. Section U800

La matière première de cette section est du *Naphta* désulfuré. L'objectif du reformage catalytique est de convertir les hydrocarbures à faible indice d'octane ainsi que l'essence en hydrocarbures à indice d'octane élevé, constituant ainsi la base du traitement de l'*Essence* ordinaire ou super.

La capacité de production annuelle de la section de reformage est de pétrole reformé 100000 tonnes.

Le reformage catalytique a pour but d'améliorer l'indice d'octane considéré comme une caractéristique fondamentale des carburants. Leur augmentation permet d'augmenter le taux de compression du moteur, entraînant ainsi une amélioration des performances du moteur.

La charge désulfurée est mélangée en sortie de la pompe de charge *GA801* avec un débit 25,103 Nm³ d'hydrogène issu du compresseur volumétrique *GB801*. Le mélange constituant l'alimentation du réacteur est préchauffé par échange de chaleur à 390°C avec l'effluent du réacteur dans une série d'échangeurs de chaleur *EA803A-B* et *EA801* puis dans le premier four *BA801* à 500°C avant d'entrer dans le premier réacteur *K801* puis le même cycle successif *BA802*, *K802*, *BA803*, *K803*.

Ce processus étant endothermique, le mélange doit être chauffé pendant la réaction pour maintenir un niveau de température suffisant à l'intérieur du réacteur.

A la sortie du dernier réacteur, l'effluent est d'abord refroidi à 346°C dans un échangeur thermique *EA801* et sa chaleur est transférée à la charge du réacteur. Une partie de l'effluent est utilisée pour faire bouillir le fond du rebouilleur *EA802* à 210°C et ajuster la *TVR* du reformat.

Les effluents mélangés sont refroidis à 160°C dans la batterie d'échangeurs *EA803A-B* pour céder leurs calories à la charge, puis refroidis dans la batterie d'aéroréfrigérants à air humidifié *EC804A-B* avant d'être flashés dans le ballon séparateur vertical *FA801*.

Une partie de la phase gazeuse riche à 80% en *H₂* est reçue par le compresseur volumétrique *GB801* et mélangée avec la charge au refoulement de la pompe de charge et l'autre partie (issue de la régulation de la *PRCV844*) est envoyée au pré-traitement sous régulation de la pression du ballon *FA801* à 20 bars pour être mélangée avec la charge de *Naphta* du pré-traitement.

Le stockage de l'*Hydrogène* nécessaire au démarrage de l'unité de reformage s'effectue dans le réservoir *FA807* d'une capacité de 50 Nm³ à l'aide de compresseur volumétrique à membrane *GB802* lorsque la pression du ballon est inférieure à 45 bars.

La phase liquide composé par le reformat instable formant la charge de la colonne de stabilisation *DA801* est transférée du fond de la colonne à environ 150°C vers la batterie d'échangeurs *EA805A-B*, stabilisé dans la colonne *DA801* de 29 plateaux à clapets, puis

envoyée au stockage après refroidissement dans l'aéroréfrigérant à air humidifié *EC807* pour servir à la préparation des *Essences*.

Le rebouillage au fond de la colonne *DA801* est réalisé en dirigeant une partie de l'effluent sortant du réacteur dans le rebouilleur *EA801* à 210°C sous le contrôle de *TRCV* (vanne à 3 voies) pour ajuster la pression de vapeur du reformat.

La vapeur de tête de la colonne de stabilisation *DA801* est refroidie dans une série d'aéroréfrigérants à air humidifié *EC806A-B*, puis condensée et séparée dans le ballon *FA802*. La phase gazeuse est envoyée sous régulation de pression du ballon à 15 bars vers fuel Gas ou vers torche. Tandis que, une partie de la phase liquide, est envoyée comme reflux de tête à l'aide de la pompe *GA802* et l'autre partie est envoyée au CIS (3^{ème} étage) ou vers torche.

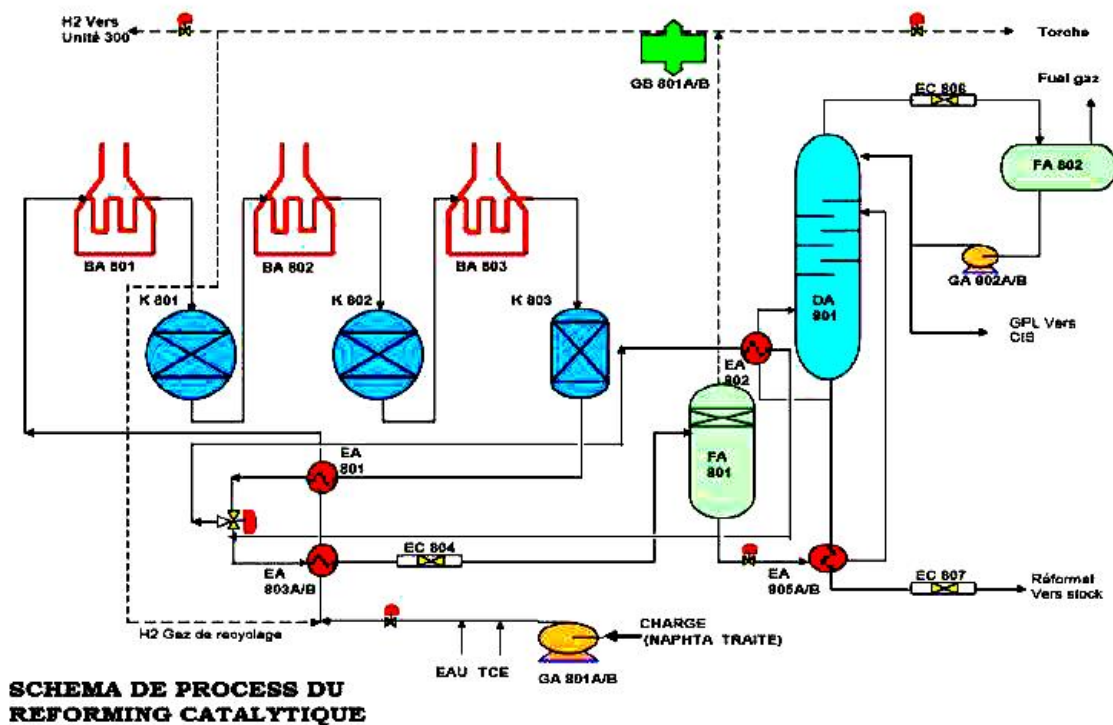


Figure (I.5) : Schéma de la section *U800*

Les paramètres de qualité du reformat sortant de cette section sont les suivants :

- ❖ *Densité* 15/4 : 0,7600 à 0,7700.
- ❖ *TVR* (bars) : 0,300 à 0,550.
- ❖ *NO* : 86 à 92.

Les réactions chimiques de base qui se produisent à l'aide de catalyseur *PROCATALYSE* (catalyseur multimétallique) dans le réacteur sont :

- * Déshydrogénation des hydrocarbures naphthéniques.
- * Isomérisation des hydrocarbures paraffiniques et naphthéniques.
- * Déshydrocyclisation des hydrocarbures paraffiniques et naphthéniques.
- * Hydrocarbures paraffiniques et naphthéniques Hydrocraquage des hydrocarbures tenaces.

Les produits chimiques qui sont injectés à différent partie de *U300* et *U800* :

- o Inhibiteur de corrosion en tête des colonnes *DA301* et *DA801*.
- o Tétrachlorure de carbone CCl_4 pour le reformage à l'entrée du réacteur *K800* pendant le fonctionnement de l'installation et après la régénération du catalyseur en vue de la chloration du catalyseur.
- o *DMDS* entrant dans les réacteurs *K301* et *K800* après régénération du catalyseur en vue de désactiver le catalyseur.
- o L'eau est injectée pour ajuster l'humidité nécessaire à la réaction de reformage.

I.5. Section *U900*

Les produits issus par les unités *U200* et *U800* sont stockés dans 16 réservoirs.

- ↻ 13 réservoirs à toit flottant
- ↻ 3 réservoirs à toit fixe

Le tableau suivant montre le contenu actuel et le contenu design de chaque bac de stockage.

Tableau (I.2) : Stockage des produits raffinés à la RHM2

Bac (RS)	Volume (m ³)	Toit	Contenu actuel	Contenu désigné
903	2520	Flottant	Reformat	Gasoline
904	2520	Flottant	Gasoline	Gasoline
905	2520	Flottant	Reformat	Naphta
906	2520	Flottant	Naphta	Naphta
907	2520	Flottant	Reformat	Reformat
908	2520	Flottant	Reformat	Reformat
909	2520	Flottant	Ess Normal	Ess Normal
910	2520	Flottant	Ess Normal	Ess Normal
911	2520	Flottant	Reformat	Essence super
912	2520	Flottant	Reformat	Essence super
913	2520	Flottant	Kérosène	Kérosène
914	2520	Flottant	Kérosène	Kérosène
915	16620	Fix	Gas-oil	Gas-oil
916	16620	Fix	Gas-oil	Gas-oil
917	16620	Fix	Gas-oil	Gas-oil
918	2520	Flottant	Kérosène	Kérosène

Une pompe et une station d'éthylation pour le transfert et le chargement des produits finis sont également incluses.

Les raffineries disposent de laboratoire de contrôle où une série de tests classiques sont effectués sur divers produits intermédiaires ou finaux.

Ces tests répondent à deux objectifs.

- i. Vérifiez rapidement que les paramètres de l'unité du produit sont corrects.
- ii. S'assurer que la qualité du produit fini répond aux normes.

En l'absence de station d'épuration (hors exploitation), la raffinerie est alimentée en eau traitée depuis la station *IRARA* pour refroidir les machines tournantes. L'eau de nettoyage pour le dessalement du pétrole brut est fabriquée avec de l'eau d'*ALBIAN*.

En raison d'une panne du compresseur d'air *GB 941A-B*, l'air instrument et l'air de travail sont fournis à la raffinerie depuis une usine de traitement située dans le sud fournit également du gaz combustible à la raffinerie. [2]

I.6. Le laboratoire

C'est un environnement de travail doté d'une variété d'équipements et de matériels pour analyser les hydrocarbures. Ainsi que contrôler les propriétés des produits de consommation (eau, huile, etc.). Les analyses effectuées en laboratoire sont importantes car elles permettent de garantir un produit final qui maintient un fonctionnement stable et répond aux spécifications techniques et commerciales.

Toutes les analyses de laboratoire suivent les normes et procédures. Il est demandé au personnel du laboratoire de bien comprendre et maîtriser ces normes et procédure. [3]

Tous les produits finis, semi-finis ou bruts et les ressources opérationnelles (eau) font l'objet de plusieurs contrôles (analyses physico-chimiques) sous trois formes :

- ✘ Contrôle (topping, reformage).
- ✘ Contrôle des jets.
- ✘ Contrôle des produits finis livrés.

Le laboratoire délivre des certificats de qualité répondant aux spécifications des normes internationales [4].

I.7. Capacité de production de la raffinerie

La production annuelle de la raffinerie dans les cas provisoires et actuels est présentée dans les tableaux (I.3) et (I.4).

Tableau (I.3) : Capacité de production design

Produit	Production design T/An
<i>Charge topping</i>	1070 000
<i>Gas-oil</i>	41200
<i>Kérosène</i>	40 500
<i>Essence normal</i>	42000
<i>Essence super</i>	4200
<i>Reformat</i>	100000

Tableau (I.4) : Réalisation de la RHM2 (T/AN)

<i>Ans</i>	<i>Charge</i>	<i>Gas-oil</i>	<i>Kérosène</i>	<i>Reformat</i>	<i>Essence normal</i>	<i>Essence super</i>
2003	1131469	405207	60253	73864	83540	17322
2004	1010665	329256	47026	65007	70461	13418
2005	1206780	365891	52215	52418	63565	4665
2006	1127480	373600	47782	65385	68815	16983
2007	973763	311414	38636	28695	29498	1412
2008	1121904	404310	48929	13761	16602	2779
2009	1143071	429570	50895	35556	28788	21597
2010	1066549	389233	47221	46057	19166	8177
2011	1033135	354346	49953	40437	61894	0
2012	1145768	371399	60762	48773	55829	0
2013	1034358	352513	48812	48121	60367	0
2014	1131755	389582	49204	52955	66662	0
2015	1110332	370762	56193	46305	57968	0

[2]

[1] Présentation RHM2.

[2] Manuel opératoire de Sonatrach, raffinerie de Hassi Messaoud RHM2.

[3] GRAIDIA, Y., & KOUR, S. Étude générale sur la valorisation de l'isopentane comme condensat stabilisé (Doctoral dissertation).

[4] KHAZANI, O. Traitement et vérification de la qualité de la production des hydrocarbures et ses dérivées.

CHAPITRE II

Aéroréfrigérants Généralités & Simulation

II. AÉRORÉFRIGÉRANTS GÉNÉRALITÉS & SIMULATION

II.1. Introduction

Les échangeurs de chaleur sont des composants essentiels dans divers processus industriels, servant de principal moyen de transfert de chaleur entre deux ou plusieurs fluides. Ils jouent un rôle essentiel dans des secteurs tels que le pétrole et le gaz, la production d'électricité, le traitement chimique et les systèmes CVC, garantissant une gestion thermique et une efficacité énergétique optimales. Parmi les différents types d'échangeurs de chaleur, les échangeurs de chaleur aéroréfrigérants ont attiré l'attention dans certaines applications en raison de leurs avantages uniques.

II.2. Les échangeurs de chaleur

Le réchauffement ou refroidissement des fluides dans l'industrie du raffinage des produits pétroliers est essentiel. La chaleur utilisée est une dépense énergétique importante, mais peut également être récupérée pour les fluides de procédés ou d'utilités. Les échangeurs de chaleur sont essentiels et omniprésents dans toutes les unités de raffinage. [1]



Figure (II.1): Les échangeurs de chaleur réel de l'unité U800

II.3. Principe de fonctionnement:

Un échangeur thermique est un dispositif permettant de récupérer l'énergie thermique d'un fluide à travers un autre. Le flux de chaleur traverse les parois qui séparent les différents liquides. En fait, la chaleur peut être caractérisée comme le transfert d'énergie d'un système à un autre dû aux différences de température. Selon la deuxième loi de la thermodynamique, ce transfert d'énergie s'effectue de la température la plus élevée vers la température la plus basse. Par conséquent, il s'arrêtera lorsque les deux environnements auront la même température. La chaleur est transférée par trois rayonnements.[2]

II.3.1. La conduction:

La conduction thermique est le transfert de chaleur du côté chaud d'un solide vers le côté froid, ou le transfert de chaleur d'un solide chaud vers un solide froid en contact.

II.3.2. La convection:

La convection se produit lorsqu'un liquide entre en contact avec une surface et que sa température change. Par conséquent, si un liquide est plus chaud que la surface avec laquelle il est en contact, la chaleur sera transférée du liquide à la surface et vice versa.

II.3.3. Rayonnement:

Le rayonnement thermique est l'énergie thermique libérée par une substance sous forme de chaleur, et toute substance ou corps dont la température n'atteint pas le zéro absolu libère des rayons thermiques. [3]

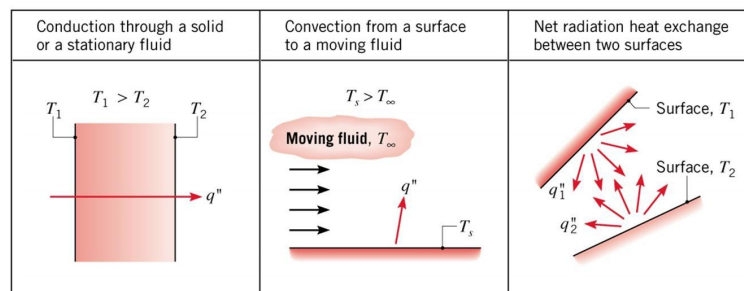


Figure (II.2): Modes de transfert de chaleur par conduction, convection et rayonnement

II.4. Classification des échangeurs de chaleur

Il existe plusieurs classifications d'échangeurs de chaleur, notamment :

II.4.1. Les modes d'écoulement

Il existe trois modes d'écoulement

II.4.1. 1. Écoulement à co-courant

Deux fluides s'écoulent en parallèle et dans le même sens. La température de sortie du fluide froid ne peut pas être supérieure à la température de sortie du fluide chaud. Ces échangeurs de chaleur sont utilisés pour des échanges à faible puissance.

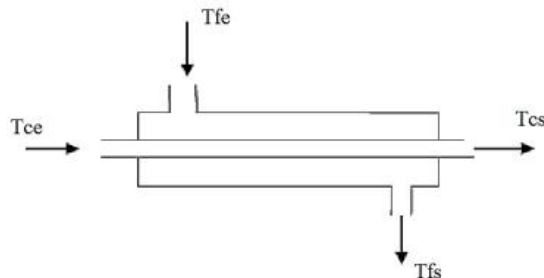


Figure (II.3): Écoulement à co-courant

II.4.1. 2. Écoulement contre-courant

Étant donné que les deux fluides s'écoulent dans des directions parallèles et opposées, la température de sortie du fluide froid peut être supérieure à la température de sortie du fluide chaud. Cette disposition est l'une des plus favorables aux échanges thermiques. De plus, les échangeurs à contre-courant nécessitent moins de surface d'échange que les échangeurs à courant continu pour le même débit thermique. En revanche, la paroi séparant les deux liquides est exposée à d'importantes contraintes mécaniques dues à de fortes variations de température.

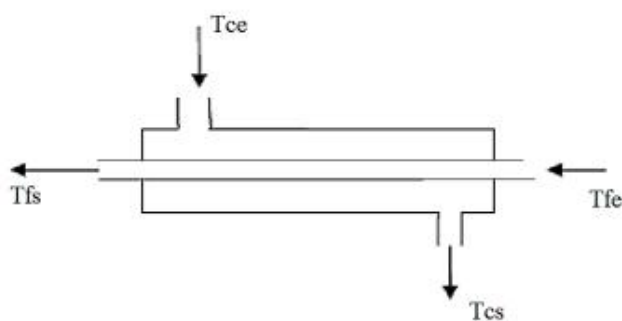


Figure (II.4): Écoulement à contre-courant

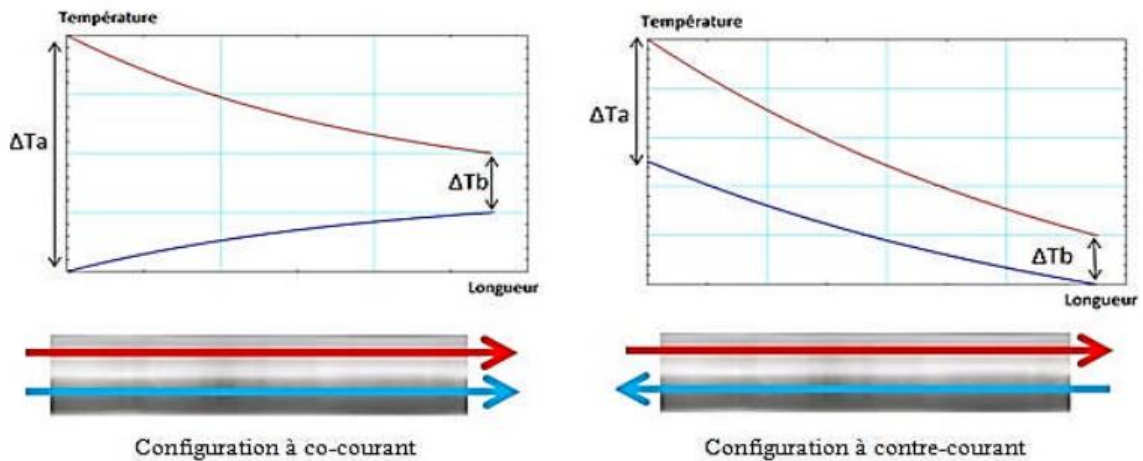


Figure (II.5): Configuration co-courant et contre-courant

II.4.1. 3. Écoulement Croisé

Les échangeurs thermiques à flux croisés sont plus compacts et efficaces pour un même volume. Cette configuration convient à certaines applications telles que les radiateurs automobiles.

II.4.2. Échangeurs de chaleur classer à contact indirect

Dans un échangeur de chaleur à contact indirect, les fluides sont séparés par une barrière tout en maintenant le transfert de chaleur, Ce type d'échangeur de chaleur est également appelé échangeur de chaleur à surface et peut être classé en:

- Échangeur de chaleur à transfert direct.
- Échangeur de chaleur à stockage.
- Échangeur de chaleur à lit fluidisé.

II.4.3. Échangeurs de chaleur classer à contact direct

Dans un échangeur de chaleur à contact direct, deux flux de fluide interagissent directement, échangent de la chaleur, puis se séparent. Les applications de ces échangeurs de chaleur sont limitées aux cas où le contact direct entre deux flux de fluide est autorisé. Ces échanges peuvent être classés comme suit :

- Échangeurs de fluides non miscibles.
- Échangeurs gaz-liquide.
- Échangeurs liquide-vapeur. [1]

II.5. Aéroréfrigérant

Les Aéroréfrigérants sont couramment utilisés dans les opérations de traitement chimique et pétrolier pour refroidir et condenser les flux de processus en utilisant l'air ambiant comme fluide de refroidissement. Ces unités sont économiquement avantageuses dans les zones arides ou semi-arides, où le traitement de l'eau est nécessaire pour réduire l'encrassement. Bien que le coût d'investissement des Aéroréfrigérants soit généralement plus élevé, le coût d'exploitation est nettement inférieur à celui des Aéroréfrigérants humide. Le refroidissement par air élimine les problèmes d'encrassement et de corrosion associés à l'eau de refroidissement, et les coûts de maintenance sont généralement inférieurs pour les échangeurs refroidis par air. Les tubes avec ailettes externes améliorent les caractéristiques de transfert de chaleur et l'air atmosphérique peut être utilisé comme fluide de refroidissement pour les fluides de traitement jusqu'à 60 °C. [4]

II.5.1. Les différents types d'aéroréfrigérant

Le but des aéroréfrigérants est de refroidir l'eau du cycle. Il existe deux familles.

II.5.1.1. Aéroréfrigérants secs

Échangeurs thermiques eau/air simples. L'eau est isolée de l'air dans un circuit fermé. L'eau refroidie et l'air chauffé n'entrent pas en contact direct. Ces aéroréfrigérants n'émettent pas d'aérosols à base d'eau et ne peuvent être à l'origine d'une légionellose.



Figure (II.6) : Les aéroréfrigérants secs de l'unité U800

II.5.1.2. Les aéroréfrigérants humide

Généralement, l'eau à refroidir est en contact direct avec le flux d'air et circule à l'intérieur de la colonne à contre-courant du flux d'air. L'eau est essentiellement refroidie par l'évaporation d'une partie d'elle-même (la chaleur latente de vaporisation de l'eau est élevée). Pour référence, le pourcentage d'eau évaporée injectée est d'environ 1% du débit d'eau.[5]



Figure (II.7) : Les aéroréfrigérants humide de l'unité U800

II.5.2. Tirage des aéroréfrigérant

II.5.2. 1. La différence entre les Aéroréfrigérants à tirage forcé et à tirage induit

La plupart des Aéroréfrigérants sont des Aéroréfrigérants à tirage forcé. Les unités à traction forcée sont faciles à fabriquer et à entretenir. Le faisceau de tubes est monté au-dessus du plénum et peut être facilement retiré et remplacé. L'arbre du ventilateur est court car il n'a pas besoin d'aller de l'unité d'entraînement au ventilateur en passant par un faisceau de tubes et un plénum comme dans les conceptions à tirage induit. Les unités à traction forcée nécessitent un peu moins de puissance.

➤ Parce que le ventilateur déplace moins d'air à l'entrée qu'à la sortie. Si le fluide de procédé est très chaud, l'air de refroidissement de sortie sera également chaud, ce qui peut entraîner des problèmes avec certains ventilateurs ou actionneurs de ventilateur. Si le ventilateur d'un refroidisseur à circulation d'air est exposé à de l'air évacué très chaud, c'est parce que le ventilateur n'est pas exposé à l'air évacué chaud. De plus, les principales différences entre les Aéroréfrigérants à tirage induit et les Aéroréfrigérants à tirage forcé sont énumérées ci-dessous en ce qui concerne les paramètres de conception spécifiques.

II.5.2.2. Les avantages du tirage induit / tirage forcé

- ❖ Il y a un ventilateur sous des faisceaux qui souffle de l'air dans les tubes.
- ❖ Le transfert forcé nécessite une puissance d'entraînement des faisceaux inférieure. Le tirage forcé assure une bonne répartition de l'air en recouvrant uniformément les faisceaux de tubes, car la vitesse de l'air ralentit à mesure qu'elle s'approche des rangées de tubes.
- ❖ Le transfert cheminée de la chambre de distribution d'air augmente le transfert par convection.
- ❖ Les changements de direction du vent n'affectent pas la température de l'air d'admission.
- ❖ Facilité d'entretien supérieure : Pas besoin de démonter le ventilateur et la chambre pour remplacer les éléments du faisceau de câbles .

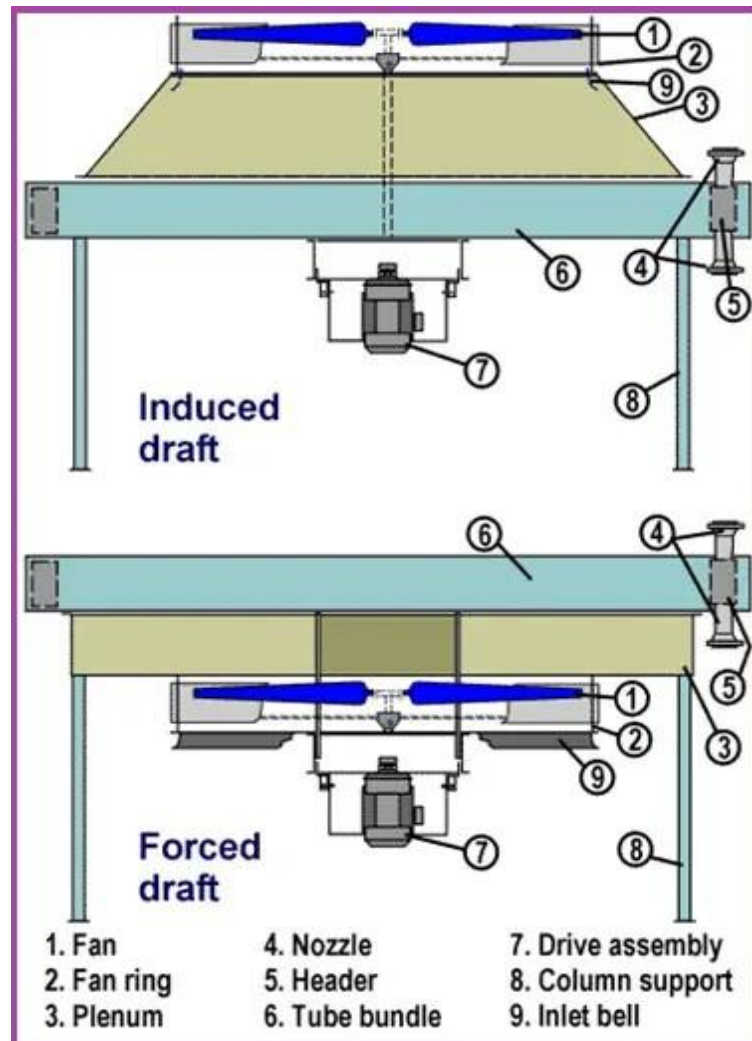


Figure (II.8) : Types de refroidisseurs à ventilateur à ailettes

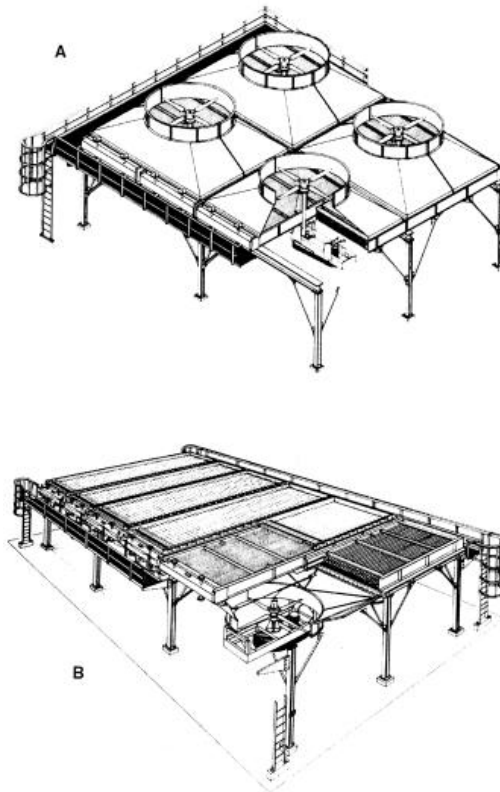


Figure (II.9) : Circulation de l'air dans les aéroréfrigérant .A. Air induit. B.Air forcé

II.5.3. Constitution des aéroréfrigérant

Les aéroréfrigérant aspirent de l'air froid à température ambiante avec des ventilateurs, puis le soufflent à travers des faisceaux de tubes pour refroidir ou condenser le fluide circulant à l'intérieur des tubes. Ils sont constitués des éléments suivants :

- Faisceau tubulaire.
- Collecteur ou système de distribution du fluide chaud
- Systèmes de ventilation d'air (des ventilateurs).
- Boite de distribution d'air (persienne).
- Système de régulation.
- Structure métallique de soutien

Il y a trois position des faisceaux de tubes horizontaux, verticaux ou incline.

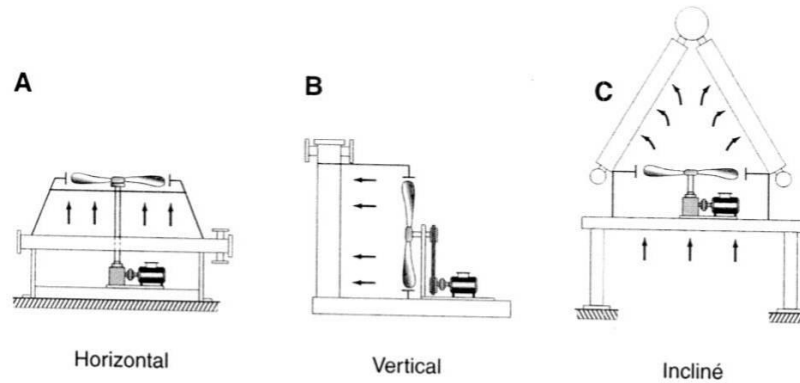


Figure (II.10) : Aéroréfrigérants: Position des faisceaux. A. Horizontale. B. Verticale.C. Incliné

II.6.1. Les faisceaux tubulaires

Les éléments de faisceaux sont constitués

- ✓ Tubes généralement ailetés.
- ✓ Boîtes de distribution.
- ✓ Chassis assurant la rigidité de l'ensemble.

II.6.1.1. Tubes à ailettes

Le tube dans lequel circule le fluide de procédé est commun à tous les échangeurs de chaleur refroidis par air. Pour compenser les mauvaises propriétés de transfert de chaleur de l'air qui circule à travers le à l'extérieur du tube, et pour réduire les dimensions hors tout de l'échangeur de chaleur, externe des ailettes sont ajoutées à l'extérieur du tube. Une grande variété de types de tubes à ailettes sont disponibles pour utilisation dans les échangeurs refroidis par air.

II.6.1.2. Caractéristiques des ailettes

Les paramètres qui déterminent la surface des ailettes sont la taille des ailettes et le nombre de ailettes par unité de longueur ou la distance qui les sépare. Les nageoires sont généralement circulaires. Les hauteurs standard mesurant la distance de la base au sommet sont de 3/8 in, 1/2 in et 5/8 in. Cette dernière hauteur est la plus couramment utilisée, ce qui donne un tuyau de 1 in de 2 1/4 in de diamètre. La hauteur peut être choisie en fonction des valeurs relatives de résistance à la convection dans la canalisation et côté air.

II.6.1.3. Caractéristiques des tubes ailetés

Les ailettes sont enroulées en spirale autour du tube de base. La qualité de la liaison mécanique entre les ailettes et les tubes est très importante et dépend de la température de fonctionnement. L'effet de dilatation différentielle provoqué par les différences de température des matériaux et de coefficient de dilatation peut conduire à un mauvais contact entre les ailettes et les racines des tubes et modifier les performances thermiques côté air. Le diamètre nominal le plus couramment utilisé est de 1 in (2.54 cm), avec une épaisseur minimale définie comme BWG 14 pour l'acier au carbone et BWG 16 pour l'acier inoxydable. Des diamètres plus grands (1 1/4 in (3.175 cm), 1 1/2 in (3.81 cm), 2 in (5.08)) sont également disponibles pour répondre aux exigences de chute de pression assignées. Différents types de tubes à ailettes élevées sont disponibles, notamment :

- Ailette type L.
- Ailette encastrée type G.
- Ailette type L avec moletage.
- Ailette extrudée.

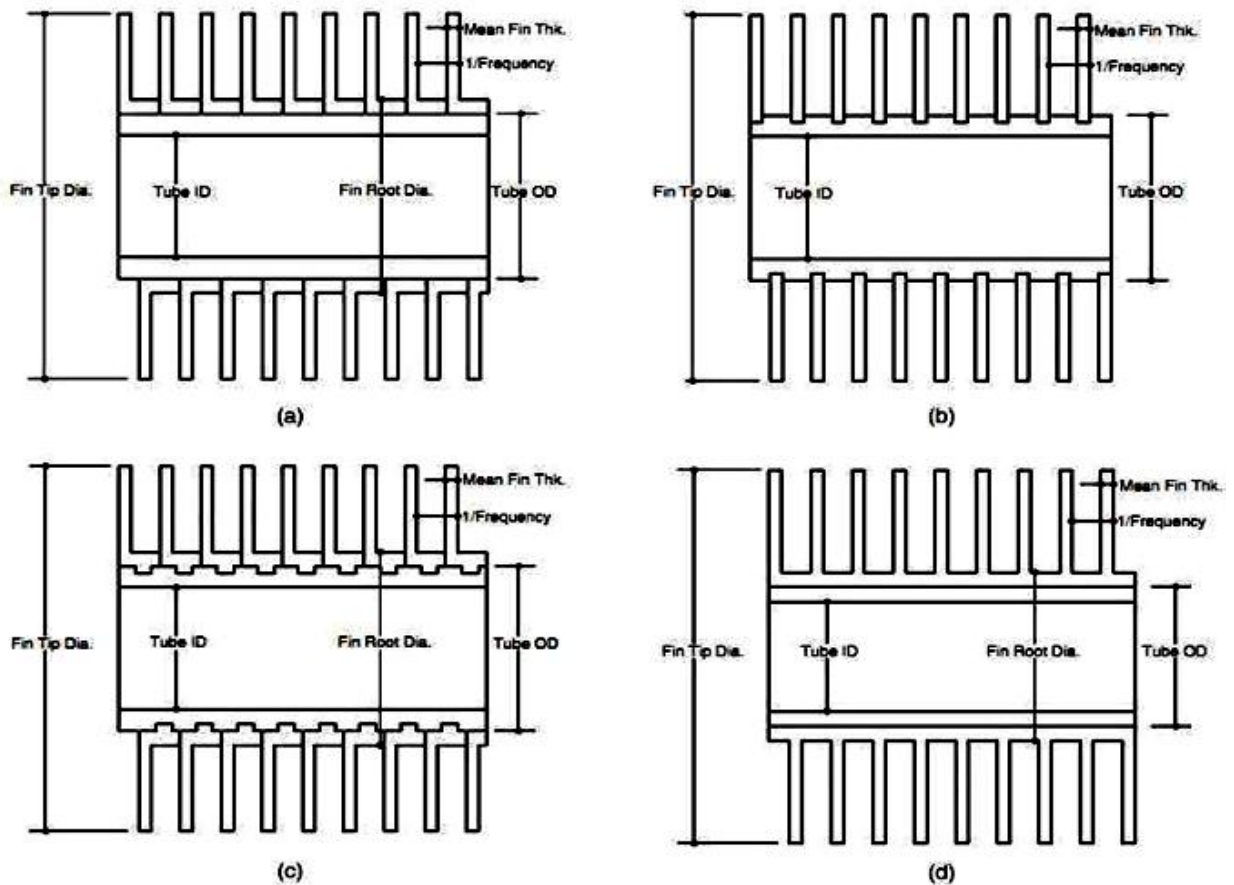


Figure (II.11) : (a) Ailette type L, (b) Ailette encastrée type G, (c) Ailette type L avec moletage et (d) Ailette extrudée.

II.6.1.4. Boîtes de distribution ou collecteurs

Des caissons ou collecteurs permettent de distribuer du liquide chaud dans des canalisations et de récupérer en sortie du liquide refroidi ou condensé. Le caisson est constitué d'une plaque tubulaire à laquelle les extrémités des tubes sont fixées par évasement ou soudage, sauf dans certains cas où l'on fait fonctionner des collecteurs cylindriques ou des pressions partielles d'hydrogène élevées. Le liquide est distribué en un ou plusieurs passages à l'aide de plaques séparatrices soudées. Les tuyaux d'entrée et de sortie de liquide sont soudés au boîtier ou au collecteur. Différents types de boîtes et de collecteurs peuvent être personnalisés en fonction des conditions d'exploitation et des exigences de maintenance.

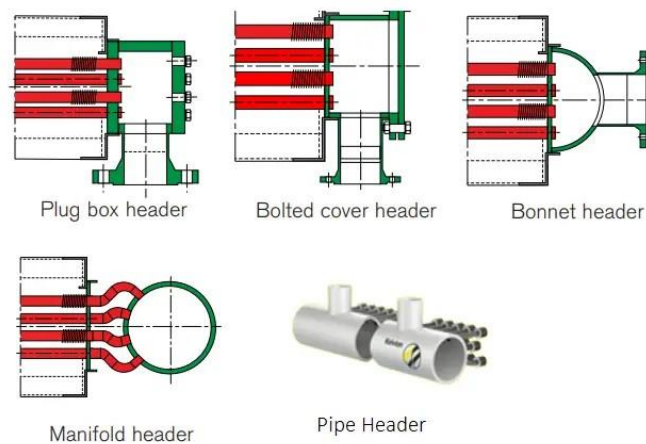


Figure (II.12): Types courants de collecteurs d'échangeurs de chaleur refroidis par air

II.6.2. Les systèmes de Ventilation

Les systèmes de ventilation comportent des ventilateurs entraînés par des moteurs et des dispositifs de réglage de débit d'air.

II.6.2.1. Les ventilateurs

La distribution de l'air froid ambiant dans le faisceau tubulaire est assurée par la rotation d'un ventilateur à vis d'un diamètre 1,829 m à 5,4864 m. Le rotor comprend un moyeu fixé à l'arbre du ventilateur, des aubes fixées au moyeu et parfois un mécanisme de commande.

Les lames numérotées 4-6 sont en aluminium, métal léger ou résine polyester renforcée de fibres de verre.

API 661 exige qu'au moins deux ventilateurs soient installés verticalement dans une poutre ou un ensemble de poutres pour assurer un refroidissement minimal en cas de panne du ventilateur.

Toutefois, si la longueur du tuyau est inférieure à 4.572 m, un seul ventilateur peut être autorisé.

II.6.3. Dispositifs de réglage de débit d'air

II.6.3.1. Réglage du calage des pales

Le calage peut être réalisé à l'arrêt par rotation du pied de pale sur le moyeu, la position étant maintenue par un dispositif tendeur. La synchronisation peut également être effectuée par des servomoteurs, appelés pales auto-variables, pendant le fonctionnement du ventilateur. En ajustant le volume d'air en fonction des réglages, vous pouvez régler la température de sortie du liquide de refroidissement. Si vous possédez plusieurs ventilateurs ayant les mêmes performances, un seul d'entre eux peut avoir des pales auto-ajustables.

II.6.3.2. Réglage de la vitesse de rotation

Si vous avez besoin de contrôle, vous pouvez utiliser des moteurs à double vitesse ou à vitesse variable pour modifier la vitesse de rotation. Cependant, il y a une limite de vitesse.

Les vitesses des extrémités des pales périphériques ne doivent pas dépasser 12 000 ft/min (61 m/s), principalement pour limiter le bruit du ventilateur (API 661).

II.6.3.3. Réglage par persienne

Des persiennes (volets droits) sont installées sur toute la largeur de des faisceaux. Leurs ouvertures sont variables, elles peuvent donc bloquer plus ou moins la section de sortie d'air prévue. Cela crée des pertes de charge supplémentaires et réduit plus ou moins le débit massique d'air pour une pente et une vitesse de pale de ventilateur données.

II.6.4. Moteurs et systèmes de transmission

Le moteur fournit la puissance nécessaire au ventilateur pour assurer le débit d'air requis. L'entraînement peut être électrique, à gaz, à essence, hydraulique ou à turbine à vapeur. Les moteurs électriques sont les plus couramment utilisés.

La transmission de puissance du moteur au ventilateur peut s'effectuer comme suit :

- Directe : L'arbre du ventilateur est connecté directement au moteur.
- Indirect : Par poulies et courroies ou engrenages.

II.7. Structure

La structure se compose d'un cadre, de poutres mécaniques et de diverses poutres supportant les poutres, d'ensembles moto-ventilateurs et de passerelles d'accès pour permettre l'exploitation et la maintenance.

Pour résister aux effets du vent et des tremblements de terre et éviter les vibrations, les calculs doivent prendre en compte les conditions statiques et dynamiques.

La hauteur libre minimale sous la poutre de reprise et sous l'anneau de ventilation forcée est d'environ 2,5 m.[3]

II.8. Simulation réel de l'aéroréfrigérant EC804A-B dans l'unité U800 par HYSYS:

L'unité U800 s'appuie sur la batterie de aéroréfrigérant EC804A-B pour refroidir le Reformat se dirigeant vers l'unité de stockage U900.

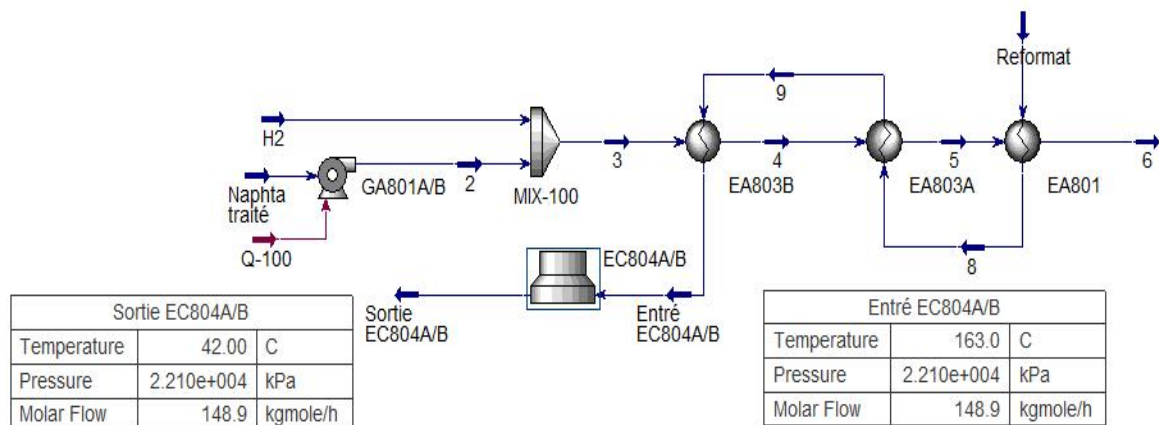


Figure (II.13): Simulation réel de l'aéroréfrigérant EC804A-B

II.8.2. Interprétation des simulations

Nous remarquons, à partir du diagramme actuel du cycle de aéroréfrigérant EC804A-B, que la température du Reforma refroidi est d'environ 42 C°, ce qui entre en conflit avec les conditions de stockage du Reforma produit car le degré d'évaporation du Reforma est de 37,8C°, et cela nécessite de trouver des solutions appropriées.

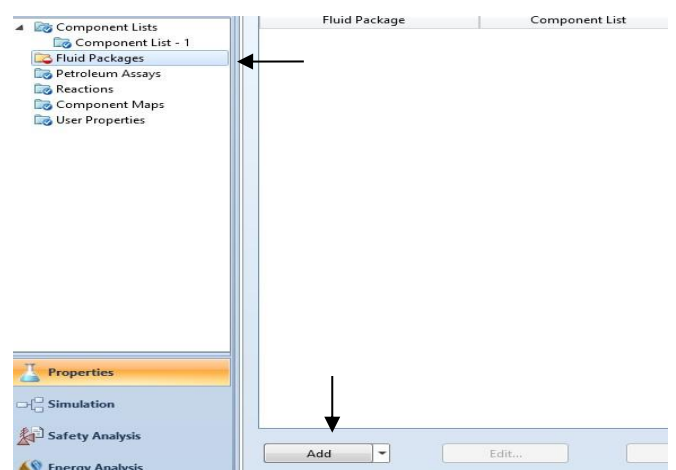
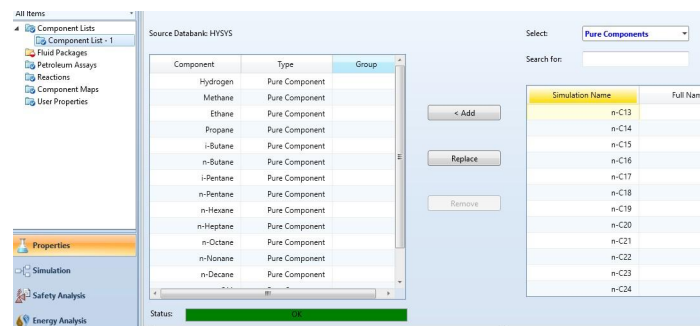
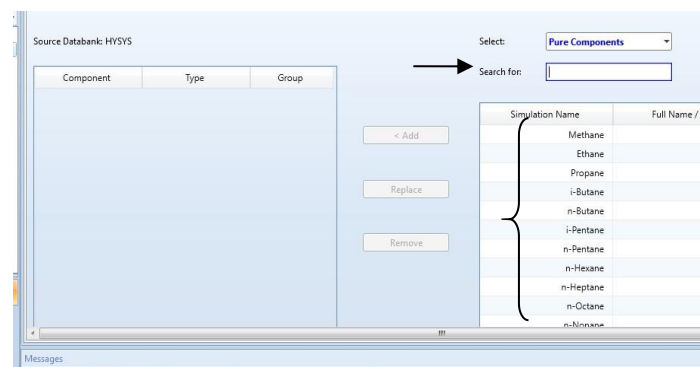
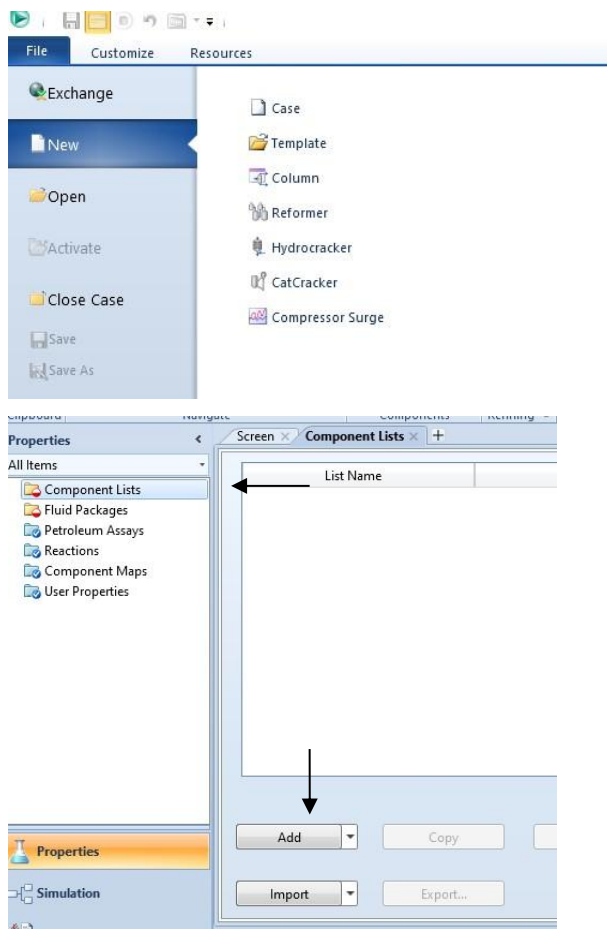
II.8.3. la solution proposée

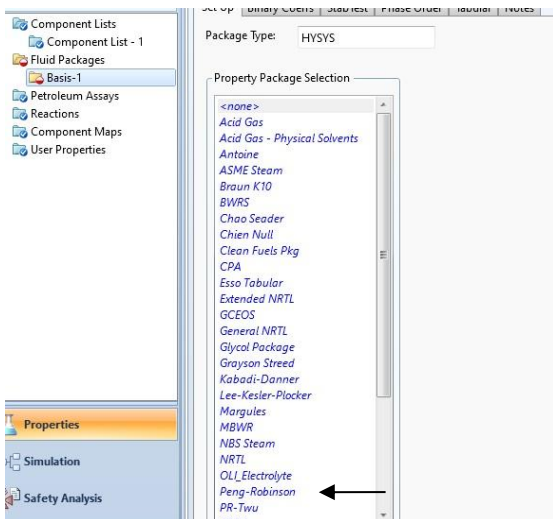
Nous suggérons d'ajouter un autre aéroréfrigérant avec les mêmes spécifications que le premier aéroréfrigérant, afin qu'il y ait deux refroidisseurs dans le cycle.

II.8.4. Simulations du deuxième liquide de refroidissement du cycle

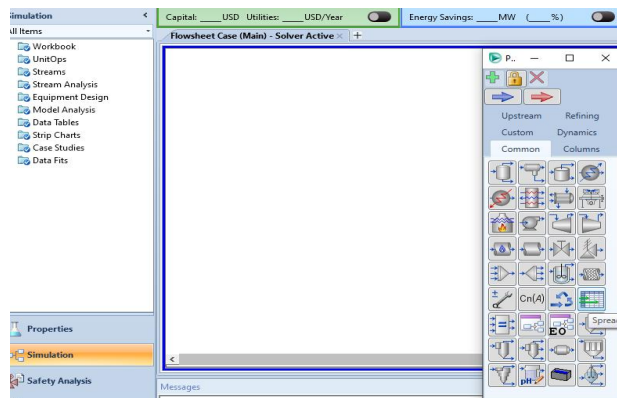
II.8.4.1. Étape de travail simulé

1. Nous ouvrons le programme et choisissons un nouveau fichier (new case).
 - Nous ajoutons la liste des éléments impliqués dans le processus en cliquant sur Ajouter (add).
2. Nous ajoutons le package de propriétés (fluid package) et sélectionnons EOS-Peng Robinson

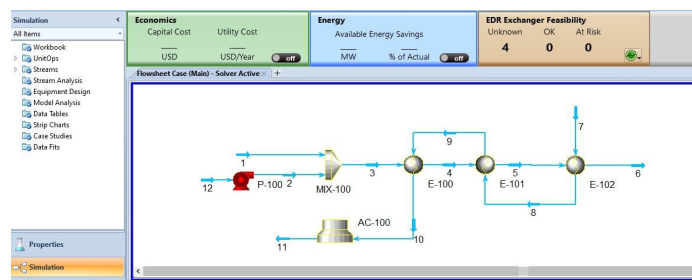
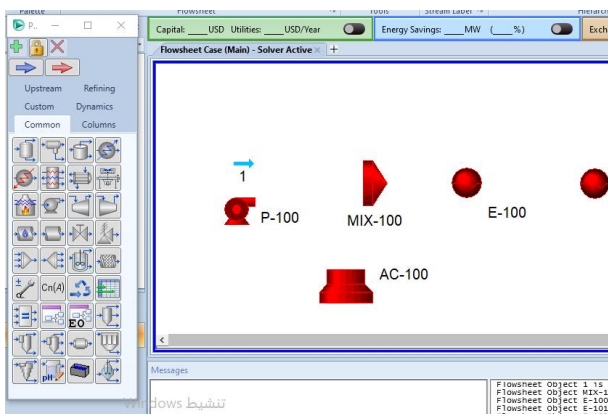




3. On entre dans l'environnement de simulation en cliquant sur simuler (Simulation).



4. Maintenant, nous commençons à ajouter l'installation des équipement, l'installation des flux de matériaux (material streams), flux d'énergies et spécification des conditions.



Input Composition for Stream Material Stream Naphta baikt

Component	MolFraction
Hydrogen	0.0000
Methane	0.0000
Ethane	0.0000
Propane	0.0000
n-Butane	0.0000
i-Butane	0.0000
n-Pentane	0.0024
i-Pentane	0.0020
n-Hexane	0.0047
i-Hexane	0.0043
n-Heptane	0.2016
i-Heptane	0.1343
n-Octane	0.2592
i-Octane	0.1312
n-Nonane	0.0344
i-Nonane	0.0344
n-Decane	0.0068
i-Decane	0.0068

Exchanger Feasibility

Property	Value	Unit
Stream Name	Naphta baikt	Liquid Phase
Conditions	0.0000	10000
Temperature [C]	215.0	215.0
Pressure [kPa]	2600	2600
Oil & Gas Feed	2600	132.0
Molar Flow [kgmole/h]	1541e+004	1.541e+004
Mass Flow [kg/h]	2177	2177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	-1.962e+007	-1.962e+007
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	272.3	272.3
Heat Flow [kW]	-4.699e+004	-46990
Heat Flow [kW]	2.646e+004	26460
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	21.67	21.67
Fluid Package	Base-1	
Utility Type		

Exchanger Feasibility

Property	Value	Unit
Stream Name	2	Liquid Phase
Conditions	0.0000	10000
Temperature [C]	215.0	215.0
Pressure [kPa]	2600	2600
Oil & Gas Feed	2600	132.0
Molar Flow [kgmole/h]	1541e+004	1.541e+004
Mass Flow [kg/h]	2177	2177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	-1.962e+007	-1.962e+007
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	272.3	272.3
Heat Flow [kW]	-4.699e+004	-46990
Heat Flow [kW]	2.646e+004	26460
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	21.67	21.67
Fluid Package	Base-1	
Utility Type		

Exchanger Feasibility

Property	Value	Unit
Stream Name	H2	Liquid Phase
Conditions	0.0000	10000
Temperature [C]	215.0	215.0
Pressure [kPa]	2600	2600
Oil & Gas Feed	2600	132.0
Molar Flow [kgmole/h]	1541e+004	1.541e+004
Mass Flow [kg/h]	2177	2177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	-1.962e+007	-1.962e+007
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	272.3	272.3
Heat Flow [kW]	-4.699e+004	-46990
Heat Flow [kW]	2.646e+004	26460
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	21.67	21.67
Fluid Package	Base-1	
Utility Type		

Input Composition for Stream Material Stream H2

Component	MolFraction
Hydrogen	0.0000
Methane	0.0437
Ethane	0.0239
Propane	0.0194
n-Butane	0.0019
i-Butane	0.0000
n-Pentane	0.0001
i-Pentane	0.0000
n-Hexane	0.0005
i-Hexane	0.0000
n-Heptane	0.0000
i-Heptane	0.0000
n-Octane	0.0000
i-Octane	0.0000
n-Nonane	0.0000
i-Nonane	0.0000
n-Decane	0.0000
i-Decane	0.0000
n-C11	0.0000
n-C12	0.0000

Exchanger Feasibility

Property	Value	Unit
Stream Name	H2	Vapour Phase
Conditions	1.0000	1.0000
Temperature [C]	63.00	63.00
Pressure [kPa]	2200	2200
Oil & Gas Feed	4098	1098
Molar Flow [kgmole/h]	5297	5297
Mass Flow [kg/h]	36.78	36.78
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	-9771	-9771
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	111.9	111.9
Heat Flow [kW]	-9.846e+006	-9.846e+006
Heat Flow [kW]	2.995e+004	2.995e+004
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	Base-1	
Fluid Package		
Utility Type		

Exchanger Feasibility

Property	Value	Unit
Stream Name	Reformat	Liquid Phase
Conditions	0.0000	10000
Temperature [C]	215.0	215.0
Pressure [kPa]	2600	2600
Oil & Gas Feed	2600	132.0
Molar Flow [kgmole/h]	1541e+004	1.541e+004
Mass Flow [kg/h]	2177	2177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	-1.962e+007	-1.962e+007
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	272.3	272.3
Heat Flow [kW]	-4.699e+004	-46990
Heat Flow [kW]	2.646e+004	26460
Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	21.67	21.67
Fluid Package	Base-1	
Utility Type		

Input Composition for Stream Material Stream Reformat

Component	MolFraction
Hydrogen	0.0000
Methane	0.0000
Ethane	0.0000
Propane	0.0000
n-Butane	0.0000
i-Butane	0.0000
n-Pentane	0.0000
i-Pentane	0.0000
n-Hexane	0.0047
i-Hexane	0.0043
n-Heptane	0.2016
i-Heptane	0.1343
n-Octane	0.2592
i-Octane	0.1312
n-Nonane	0.0344
i-Nonane	0.0344
n-Decane	0.0068
i-Decane	0.0068

Material Stream: Reformat

Worksheet	Stream Name	Reformat	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	490.0	490.0
Composition	Pressure [kPa]	2160	2160
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	148.9	148.9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.739e+004	1.739e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	24.56	24.56
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-7.584e+004	-7.584e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	470.5	470.5
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.129e+007	-1.129e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: 4

Worksheet	Stream Name	4	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	168.0	168.0
Composition	Pressure [kPa]	2260	2260
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1222	1222
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.980e+004	1.980e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	57.26	57.26
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-2.339e+004	-2.339e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	140.8	140.8
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-2.858e+007	-2.858e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: 9

Worksheet	Stream Name	9	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	270.0	270.0
Composition	Pressure [kPa]	2.210e+004	2.210e+004
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	148.9	148.9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.739e+004	1.739e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	24.56	24.56
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-1.764e+005	-1.764e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	302.4	302.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-2.627e+007	-2.627e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: Entre ECB04A/B

Worksheet	Stream Name	Entre ECB04A/B	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	163.0	163.0
Composition	Pressure [kPa]	2.210e+004	2.210e+004
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	148.9	148.9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.739e+004	1.739e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	24.56	24.56
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-2.124e+005	-2.124e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	238.8	238.8
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-3.163e+007	-3.163e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: 5

Worksheet	Stream Name	5	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	233.9	233.9
Composition	Pressure [kPa]	2260	2260
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1222	1222
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.980e+004	1.980e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	57.26	57.26
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-1.949e+004	-1.949e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	140.1	140.1
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-2.382e+007	-2.382e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: 6

Worksheet	Stream Name	6	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	361.9	361.9
Composition	Pressure [kPa]	2260	2260
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1222	1222
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.980e+004	1.980e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	57.26	57.26
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-1.114e+004	-1.114e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	163.7	163.7
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.361e+007	-1.361e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	2.884e+004	2.884e+004
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: 8

Worksheet	Stream Name	8	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	355.0	355.0
Composition	Pressure [kPa]	2.160e+004	2.160e+004
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	148.9	148.9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.739e+004	1.739e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	24.56	24.56
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-1.444e+005	-1.444e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	357.3	357.3
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-2.150e+007	-2.150e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

Material Stream: Sortie ECB04A/B

Worksheet	Stream Name	Sortie ECB04A/B	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	42.00	42.00
Composition	Pressure [kPa]	2.210e+004	2.210e+004
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	148.9	148.9
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	1.739e+004	1.739e+004
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	24.56	24.56
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole-C]	-2.466e+005	-2.466e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	137.6	137.6
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-3.671e+007	-3.671e+007
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Fluid Package	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	24.44	24.44
Utility Type	Fluid Package	Basis-1	

II.8.2. Simulations du cycle du deuxième aéroréfrigérant

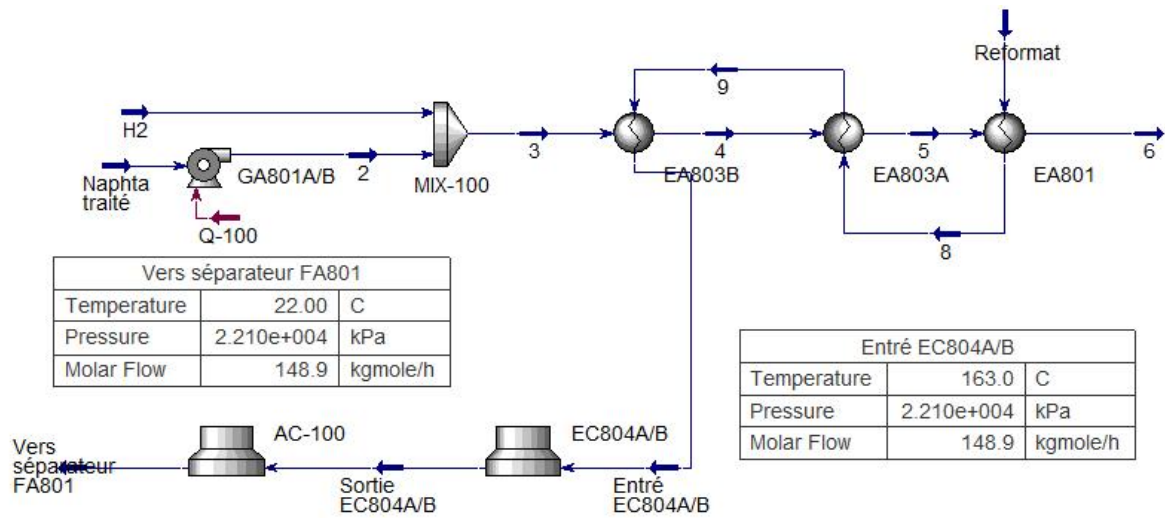


Figure (II.14): Simulation hypothétique du deux aéroréfrigérants

II.8.3. Résultat de simulation

Nous avons déterminé grâce à des simulations que la température du Reforma refroidi pour la deuxième fois est d'environ 22 C°, ce qui est cohérent avec les conditions de stockage du Reforma dans l'unité *U900*.

- [1] Shah, R. K., & Sekulic, D. P. (2003). Fundamentals of heat exchanger design. John Wiley & Sons..
- [2] Trambouze, P. (1999). Raffinage du pétrole Tome 4-Matériels et équipements (Vol. 4). Editions Technip.
- [3] Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2011). Introduction to heat transfer. John Wiley & Sons..
- [4] Sudhir Bisen, Acc designe calculation. ([PDF](#)) [Acc design calculation | Sudhir Bisen - Academia.edu](#). 27-04-2024.
- [5] Barthélémy, F., Hornus, H., Roussot, J., Hufschmitt, J. P., & Raffoux, J. F. (2001). Usine de la société Grande Paroisse à Toulouse: accident du 21 septembre 2001. Rapport de l'Inspection générale de l'environnement, Paris. 03/03/2004. [Les aerorefrigerants volet pollution de l'air | vie-publique.fr](#).

CHAPITRE III

Calcul de l'Aéroréfrigérant

III. CALCUL DE L'AÉRORÉFRIGÉRANT

III.1. INTRODUCTION

L'unité de raffinage *U800* fonctionne avec la technologie Reforming, le refroidissement du Reformât final qui sera envoyé vers le stockage est basée sur l'utilisation de la batterie d'aéroréfrigérant *EC804A-B* mais pendant la période estivale cette unité rencontre des difficultés de refroidissement du Reformât à la température de stockage en raison de la température ambiante élevée. Pour le bon fonctionnement de l'unité il est nécessaire de diminuer le taux de marche, qui se traduit automatiquement par une réduction de la quantité de *Naphta* traité afin d'assurer les paramètres de process exigés pour le stockage du produit final.



Figure (III.1) : Aéroréfrigérants installés à la raffinerie *RHM2*



Figure (III.2) : Cellule Aéroréfrigérants installée à la raffinerie *RHM2*

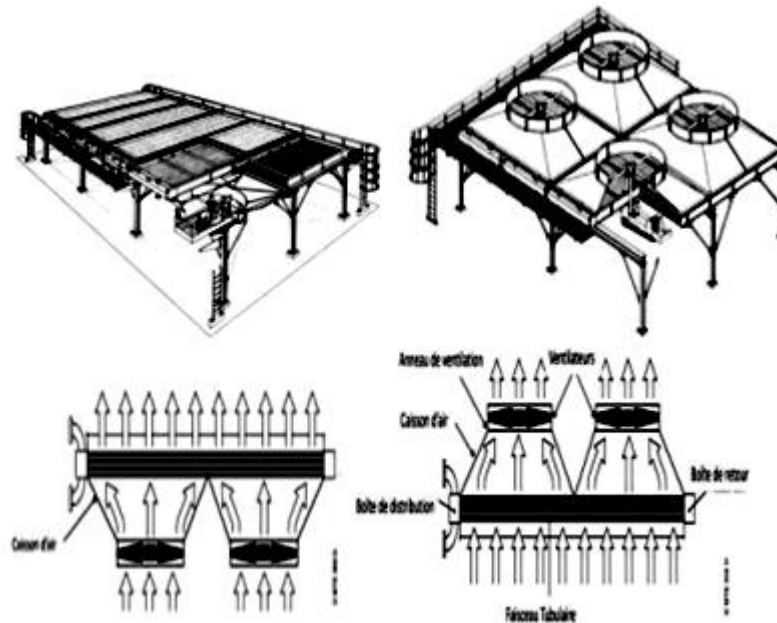


Figure (III.3) : Méthode de travail D'aéroréfrigérant

Objectif de l'étude :

- Vérifier les données thermiques données par le constructeur.
- Le redimensionnement d'une nouvelle batterie basé sur la température maximale pendant l'été 50°C.
- Estimé le coût de la nouvelle batterie.

III.2. Calcul vérificatif de la batterie d'Aéroréfrigérants *EC804A-B*

III.2.1. Données de départ du fabricant

Tableau (III.1) : Données de départ de l'aéroréfrigérant *EC804A-B* (Annexe C)

Propriétés	valeurs
Température entrée T_1 [°C]	149
Température sortie T_2 [°C]	39
Masse volumique liquide ρ [kg/m ³]	764,4
Chaleur spécifique liquide C_P [kcal/kg, °C]	0,8975
Conductivité thermique λ [kcal/h.m.°C]	0,07385
Viscosité dynamique liquide μ [kg / m.s]	0,00002
Résistance d'encrassement R_m [h.m ² .°C/kcal]	1,7241
Débit massique M [kg/h]	59000

Tableau (III.2) : Données de départ de l'air

Propriétés	valeurs
Température entrée t_2 [°C]	37
Chaleur spécifique C_p [kcal/kg.°C]	0,2406
La masse volumique de l'air à $t = 37^\circ\text{C}$ [kg/ m ³]	1,104
Conductivité thermique de l'air λ_a [kcal/h.m.°C]	0,0231
Viscosité dynamique de l'air m_a [kg / m.s]	1,89.10
Résistance d'encrassement R_{air} [h.m ² .°C/kcal]	0,000193
Diamètre du ventilateur d_y (m)	3.44
Volume d'air réel par ventilateur, Q_y m ³ /s	112.13

Tableau (III.3) : Données de départ de la batterie d'Aéroréfrigérants EC804A-B (Annexe A,B)

Propriétés	Valeurs
Diamètre extérieur des tubes d_o , [m]	0,02544
Diamètre intérieur des tubes d_i , [m]	0,01988
Longueur des tubes L , [m]	12,124
Largeur de la cellule l_c , [m]	3,44
Pas des tubes (triangulaires), S_t , [m]	0,0635
Nombre de rangées N_R	7
Nombre de tubes total N_T	1040
Nombre de passes N_P	4
Nombre de tubes par rangée N_T/r	49
Nombre de cellules	3
Nombre de faisceaux N_f	7
Nombre de ventilateurs N_v	4
Nombre de tubes par faisceaux	196
Diamètre extérieur d'ailettes D_f , [m]	0,07
Epaisseur d'ailettes t , [m]	0,00021
Hauteur d'ailettes l , [m]	0,022278
Nombre d'ailettes par mètre	435
Rapport, A_t / A_0	23
Espacement entre les ailettes e , [m]	0,002
Diamètreracine d_r , [m]	0,02565
résistance ailette r_m , [h.m ² .°C/kcal]	0,000224

III.2.2. Calcul de la Surface d'Échange installée

- ♦ La Surface d'Échange total exprimée par rapport au diamètre extérieur :

$$A_0 = \pi \times d_0 \times L \times N_T \dots\dots\dots(III.1)$$

$$A = 3,14 \times 0,02544 \times 12,124 \times 1296$$

$$\text{Donc : } A_0 = 1007,22 \text{ m}^2$$

♦ La Surface Faciale installée :

$$F_A = l_c \times L \times \text{les nombre des cellules} \dots\dots\dots(\text{III.2})$$

$$F_A = 3,44 \times 12,124 \times 3$$

$$\text{Donc : } F_A = 125,11 \text{ m}^2$$

♦ **Hypothèse sur la vitesse de l'air V_f**

Les vitesses de l'air recommandées en fonction du nombre de rangées sont données dans le Tableau suivant :

Tableau (III.4) : La vitesse de l'air en fonction de nombre de rangée N_R

Nombre de rangées N_R	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vitesse faciale V_f (m/s)	3,20	3,02	2,87	2,75	2,58	2,48	2,36	2,26	2,16

La batterie d'aéroréfrigérants *EC804A-B* comporte 7 rangées de tubes : $N_R = 7$

Donc la vitesse faciale recommandée : $V_f = 3,02 \text{ m/s}$

Chaque cellule contient deux parties et chaque partie contient un certain nombre de lignes et la plus grande partie contient un quatrième nombre de lignes.

III.2.3. Calcul de la Quantité de chaleur échangée Q

$$Q_{Reformat} = M \times C_p (T_1 - T_2) \dots\dots\dots(\text{III.3})$$

$$Q_a = m_a \times C_a \times (t_2 - t_1)$$

Avec :

$$Q_{Reformat} = Q_a$$

Q : Quantité de chaleur échangée, kcal/h

M : Débit massique du Reformat, kg/h

m_a : Débit massique d'air, kg/h

T_1, T_2 : Températures d'entrée et de sortie du Reformat

t_2, t_1 : Températures d'entrée et de sortie de l'air

C_p : Chaleur spécifique du Reformat

C_a : Chaleur spécifique de l'air

$$Q_{Reformat} = M * C_p (T_1 - T_2)$$

$$Q_{Naphta} = 59000 \times 0,8975 \times (148 - 39)$$

$$D'o\grave{u} : Q_{Reformat} = 5771822,5 \text{ Kcal/h}$$

III.2.4. Calcul de la température de l'air à la sortie t_2

$$Q = V_f \times \rho_a \times C_a \times F_a \times (t_2 - t_1), \dots\dots\dots(III.4)$$

$$D'o\grave{u} : t_2 = \frac{Q}{F_a \times 3600 \times C_a \times \rho_a \times V_f} + t_1$$

V_f : Vitesse faciale de l'air, m/s

$$t_2 = \frac{5771822,5}{125,11 \times 3600 \times 0,8975 \times 764,4 \times 3,02} + 37$$

$$t_2 = 53^\circ\text{C}$$

ρ_a : La masse volumique de l'air à $t = 37^\circ\text{C}$ kg/m^3

C_a : Chaleur spécifique de l'air, $\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

III.2.5. Calcul de débit massique de l'air de réfrigération m_a

$$m_a = \frac{Q}{(t_2 - t_1) \times C_a} \dots\dots\dots(III.5)$$

$$m_a = \frac{5771822,5}{(53 - 37) \times 764,4}$$

$$m_a = 1499330,45 \text{ Kg/h}$$

III.2.6. Calcul de la surface d'échange A

$$Q = A \times U_S \times \Delta TLM_{\text{corrigées}} \Rightarrow A = \frac{Q}{U_S \times \Delta TLM_{\text{corrigées}}} \dots\dots\dots(III.6)$$

a. Calcul de la différence de température logarithmique moyenne TLM

La TLM d'un échangeur à contre-courant dans une cellule le la batterie d'aéroréfrigérant *EC-804A-B* se calcul par :

$$\Delta T_1 = T_1 - t_2 = 148 - 53 \quad \Rightarrow \quad \Delta T_1 = 95 \text{ °C} \quad \dots\dots\dots \text{(III.7)}$$

$$\Delta T_2 = T_2 - t_1 = 39 - 37 \quad \Rightarrow \quad \Delta T_2 = 2 \text{ °C} \quad \dots\dots\dots \text{(III.8)}$$

$$\Delta TLM = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)} \quad \text{d'où: } \Delta TLM = 22.24 \text{ °C} \quad \dots\dots\dots \text{(III.9)}$$

Étant donné que la batterie d'aéroréfrigérant *EC-804A-B* contient 4 passages de tuyaux, la *TLM* doit être corrigée à l'aide de *F* facteur de correction en calculant à la fois *R* et *r* à l'aide la de projection de la colonne :

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = \frac{148 - 39}{53 - 37} = 6.81 \quad \dots\dots\dots \text{(III.10)}$$

$$\text{et } r = \frac{t_2 - t_1}{T_2 - T_1} = \frac{53 - 37}{148 - 37} = 0.144 \quad \dots\dots\dots \text{(III.11)}$$

R = 6,81 et *r* = 0,144 avec *N_p* = 4 sont utilisés pour déterminer *F* graphiquement à partir les diagrammes et abaqués présentés dans (l'annexe D).

Donc : *F* = 0,975

$$\Delta TLM_{\text{corrigés}} = \Delta TLM \times F \quad \dots\dots\dots \text{(III.12)}$$

$$\Delta TLM_{\text{corrigés}} = 24,22 \times 0,975 = 23,61 \text{ °C}$$

b. Calcul du coefficient de transfert *U_s*

$$\frac{1}{U_s} = \frac{1}{h_a} + \frac{1}{h_{i0}} + (e/y)_t + R_{si0} + r_m \quad \dots\dots\dots \text{(III.13)}$$

$\frac{1}{h_{air}}$: Résistance dans le fluide à l'extérieur du tube

$\frac{1}{h_{i0}}$: Résistance dans le fluide à l'intérieur du tube

$(e/y)_t$: Résistance due à la paroi métallique du tube

R_{si0} : Résistance due au film d'encrassement déposé à l'intérieur du tube avec :

$$R_{si0} = R_{Si} \times \frac{d_0}{d_i} = 0,002118 \times \left(\frac{0,02544}{0,01988} \right) = 2,7103 \quad \dots\dots\dots \text{(III.14)}$$

r_m : Résistance ailette tenant compte de l'efficacité de l'ailette et de la résistance du métal de l'ailette.

c. Calcule du coefficient de film côté air " h_{air} "

Aux conditions de service donné par la formule de "E. Briggs & E. YOUNG":

$$h_{air} = \frac{N_U \times \gamma_a}{d_r} \dots\dots\dots (III.15)$$

$$N_U = 0,134 \times Re^{0,681} \times Pr^{1/3} \times (e/l)^{0,2} \times (e/t)^{0,01134} \times A_t/A_0 \dots\dots\dots (III.16)$$

A_t : Surface totale des tubes compris les ailettes, m²

A_0 : Surface totale des tubes nus, m²

d_r : Diamètre racine

e : Espacement entre ailettes, m

l : Hauteur de l'ailette, m

t : Épaisseur de l'ailette, m

d. calcul de Nombre de Reynolds

$$R_s = \frac{d_r \times G_{max}}{\mu_a} \dots\dots\dots (III.17)$$

Avec G_{max} : la vitesse massique au niveau de la surface ailettée

$$G_{max} = \frac{m_a \cdot V_a}{F_a \cdot V_f} \dots\dots\dots (III.18)$$

avec : $\frac{V_a}{F_a} = 2$

$$G_{max} = \frac{1499330,45 \times 3600 \times 2}{125,11} = 6,65 \text{ kg/s.m}^2$$

$$R_s = 9025 \quad \text{et}$$

$$Pr = \frac{C_a \cdot \mu_a}{\gamma_a} \dots\dots\dots (III.19)$$

Avec:

γ_a : Conductivité thermique de l'air, kcal/h.m.°C

CHAPITRE III

C_a : Chaleur spécifique de l'air,

μ_a : Viscosité dynamique de l'air, kg/m.s

$$P_r = 0,7086$$

$$N_U = 1079,28$$

$$h_{air} = \frac{1079,28 \times 0,0231}{0,02565}$$

$$h_{air} = 972 \text{ kcal/h.m}^2.\text{°C}$$

e. Calcul du coefficient de transfert de chaleur du Reformat

$$h_i = j_h \frac{y}{d_i} \left(\frac{c \times \mu}{\gamma} \right) 0,33 \times \left(\frac{\mu}{\mu_t} \right) 0,14 \dots \dots \dots (III.20)$$

j_h : facteur de colburn Du graphe (l'annexe E)

f. Calcul Nombre de Reynolds (Régime d'écoulement)

$$R_s = \frac{d_i \times G_t}{\mu} \dots \dots \dots (III.21)$$

$$G_t = \frac{M}{a_t} \dots \dots \dots (III.22)$$

M : Débit massique du Reformat

a_t : Section de passage Reforma dans les tubes.

μ : Viscosité du Reformat

G_t : vitesse massique du Reformat dans les tubes de l'aéroréfrigérant.

$$a_t = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot N_T}{4 \cdot N_p} = \frac{3,14 \times (0,01988)^2 \times 1040}{4 \times 4} = 0,0806 \dots \dots \dots (III.23)$$

N_p : Nombre de passe.

N_T : Nombre des tubes.

Donc:

$$a_t = 0,0806 \text{ m}^2 \quad \text{et} \quad G_t = 203,33 \text{ kg/s.m}^2$$

$$R_s = \frac{203,33 \times 0,01988}{0,00002}$$

$$R_s = 20,21 \cdot 10^4 > 10^4$$

Donc : La valeur de j_h peut être déterminée par projection sur une courbe attachée (L'annexe E)

$$\frac{L}{d_i} = 0,7814 \text{ m} \quad \text{et} \quad j_h = 350$$

$$h_i = j_h \frac{y}{d_i} \left(\frac{c \times \mu}{\gamma} \right) 0,33 \times \left(\frac{\mu}{\mu_t} \right) 0,14 \quad \dots\dots\dots (III.24)$$

$$\frac{\mu}{\mu_t} = 1 \quad \dots\dots\dots (III.25)$$

$$h_i = 1244,13 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$h_{i0} = h_i \times \frac{d_i}{d_0} \quad \dots\dots\dots (III.26)$$

$$h_{i0} = 972,22 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$\frac{1}{U_s} = \frac{1}{972} + \frac{1}{972,16} + \left(\frac{0,002}{0,07385} \right) \times 0,00021 + 2,7103 + 0,000224 \quad \dots\dots\dots (III.27)$$

$$U_s = 368,66 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^0}$$

g. Calcul de la surface d'échange

$$Q = A \times U_s \times \Delta TLM_{\text{corrigées}} \Rightarrow A = \frac{Q}{U_s \times \Delta TLM_{\text{corrigées}}} \quad \dots\dots\dots (III.28)$$

Ce qui donne : $A = 663,11 \text{ m}^2$

III.2.7. Calcul des pertes de charge

Pour cela, la pression du côté du tuyau doit être calculée

$$\Delta P_t = (N_p \times \rho \times G_t^2 \times f_t \times \left(\frac{L}{d_i} + 2 \right)) \quad \dots\dots\dots (III.29)$$

f_t : facteur de friction, fonction du nombre de *Reynolds* (déterminé graphiquement)

d'où (Annexe E)

$$f_t = 0,0125 \quad \text{et donc :} \quad \Delta P_t = 2081,81 \text{ bar}$$

III.2.8. Calcul des Pertes de pression de l'air à travers le faisceau P_a

Afin de calculer de débit d'air, il faut tout d'abord calculer le coefficient f_a à travers le faisceau

$$f_a = 18,93 \times \left(\frac{d_r \times G_{max}}{\mu_a} \right)^{-0,316} \times \left(\frac{S_t}{d_r} \right)^{-0,927} \dots\dots\dots (III.30)$$

$$f_a = 18,93 \times \left(\frac{0,02565 \times 6,65}{1,89 \cdot 10^{-5}} \right)^{-0,316} \times \left(\frac{0,0635}{0,02565} \right)^{-0,927}$$

$$f_a = 0,45$$

$$\Delta P_a = \frac{f_a \times G_{max}^2 \times N_R}{P_a^{37}} \dots\dots\dots (III.31)$$

N_R : Nombre de rangées

d_r : Diamètre racine, m

S_t : Pas des tubes, m

G_{max} : Vitesse massique maximale de l'air, kg/m² h

μ_a : Viscosité de l'air, kg/m .h

f_a : Facteur de d'altitude pour la densité de l'air

D'où :
$$\Delta P_a = \frac{0,45 \times (6,65)^2 \times 7}{1,89 \cdot 10^{-5}}, \quad \text{on trouve donc :}$$

$$\Delta P_a = 0,00128 \text{ bar}$$

III.2.9. Calcul de la Puissance du ventilateur P_f

La puissance du ventilateur sera calculée avec la formule

$$P_f = \frac{(Q_a \cdot P_t)}{(\eta_m \eta_v)} \dots\dots\dots (III.32)$$

Avec:
$$Q_a = \frac{(f_a \times V_f)}{N_v} \dots\dots\dots (III.33)$$

$$Q_a = (125,11 \times 3,02) / 4$$

$$Q_a = 94,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q_a : Volume d'air réel par ventilateur, m³/s

$\eta_m \eta_v$: Efficacité de l'entraînement et du ventilateur ($m=0.95$ et $v=0$)

$$P_t = P_d + \Delta P_a \dots\dots\dots (III.34)$$

P_d : Pression de l'air dynamique à travers l'anneau du ventilateur, Pa

ΔP_a : Pertes de pression de l'air à travers le faisceau, Pa

$$P_d = \frac{\rho_a^{37} \cdot V_v^2}{2} \dots\dots\dots (III.35)$$

ρ_a^{37} : Densité de l'air dans les conditions de la ventilation, kg/m³

V_v : Vitesse de l'air à travers l'anneau du ventilateur, m/s.

$$V_v = \frac{Q_a}{S_v} \dots\dots\dots (III.36)$$

$$S_v = \frac{3,14 \times (5,4)^2}{4} = 22,89 \text{ m}^2$$

S_v : Section du ventilateur, m²

$$P_d = 9,39 Pa$$

d_v : Diamètre du ventilateur, m

On trouve que :

$$Q_a = 94,45 \text{ m}^3/\text{s} ; S_v = 22,89 \text{ m}^2 ; V_v = 4,12 \text{ m/s}$$

$$P_t = 9,39 + 128,84$$

$$P_t = 138,23 Pa$$

Donc on trouve :

$$P_f = 21,14 kW$$

Un facteur de sécurité de 10% sur la puissance doit être pris en considération. Ce dernier doit tenir compte du fonctionnement hiver en aspirant le même débit volumique d'air.

$$P_i = P_f \times 1,12 \times \left(\frac{273+t_1}{273+t_0} \right) \dots\dots\dots (III.37)$$

$$P_i = 21,14 \times 1,12 \times \left(\frac{273+37}{273+1} \right)$$

$$P_i = 26,79 Kw$$

t_1 : Température d'entrée de l'air, °C

t_0 : Température minimale en hiver, $t_0 = 1^\circ\text{C}$

Tableau (III.5) : Résultats de l'air et Reformat dans le cas design (température 37°C)

<i>Caractéristiques</i>	<i>Reformat</i>	<i>Air</i>
Débit, kg/h	59000	3058481,48
Température d'entrée, °C	148	37
Température de sortie, °C	39	53
Perte de charge, bar	0,02081	0,00128
Chaleur échangée, kcal/h		5771822.5
Surface d'échange calculée,		663,11
Puissance du ventilateur, kW		26,79

III.3. Étude de l'influence de la température ambiante sur le taux de marche de l'unité

À travers le tableau (III.6) nous remarquons que le taux de fonctionnement de l'unité *U800* pendant la période 2023-2024 change constamment. Cela indique que le débit d'alimentation de l'unité *U800* a été réduit afin de faire fonctionner l'unité pleinement, et ceci se traduit sur le résultat de la température de stockage Reformat.

Tableau (III.6) : Les principales causes perturbations pour la raffinerie RHM2 en 2023-2024.

Mois	Date			Causes des arrêts et perturbations	Causes	
	Du	Au	Durée (jour)		Interne	Externe
Janvier	1	1	14	Réduire le pourcentage de charge à 81% Cela se traduit par la présence d'un problème au niveau du condensateur dans l'unité.	X	
Février	8	8	15	Le taux continue de baisser jusqu'à 70% au niveau de l'intensification en raison du manque de communication avec l'Autorité des Communications.	X	
Mars	16	16	20	Une diminution du taux de production à 60 suite à une coupure de courant chez le partenaire électricien.		X
Juillet	1	7		Le dépôt de sels à la surface de batterie d'aéroréfrigérant <i>EC804A-B</i> a réduit la production de 70 % de la production.	X	
Août	1	1	6	L'arrêt de la pompe à air entraîne une baisse de l'efficacité de la production d'un pourcentage 75%.	X	

Nous avons mis en évidence par calcul l'effet de la température ambiante sur le refroidissement du Reformat dans la batterie d'aéroréfrigérant *EC804A-B* et nous avons à travers la feuille de marche 1 (Annexe c) déterminer l'intervalle de température comprise entre 33°C et 43°C. Nous pouvons extraire l'effet des principaux paramètres de l'unité, qui sont (le taux de production de Reformat à refroidir, la perte de charge et la puissance du ventilateur), à travers lesquels l'efficacité de fonctionnement de la batterie d'aéroréfrigérant de l'unité dans son ensemble peut être déterminée. Tous ces paramètres sont regroupés dans le tableau (III.7) et présentés dans les figures (III.4.)

Tableau (III.7) : Influence de la température ambiante sur les principaux paramètres de l'unité Responsable de la production Reformat

Température ambiante (°C)	Débit Reformat entrée (m ³ /h)	Taux de marche	Pertes de charge coté tube (bar)	Puissance de ventilateur (kW)
33	12,6	93,33	0,123	26,12
34	12,4	91,85	0,122	26,18
36	12,2	90,37	0,120	26,23
37	12	88,88	0,119	26,26
39	11,4	84,44	0,116	26,92
41	11	81,48	0,114	26,98
43	10,8	80	0,112	27,08

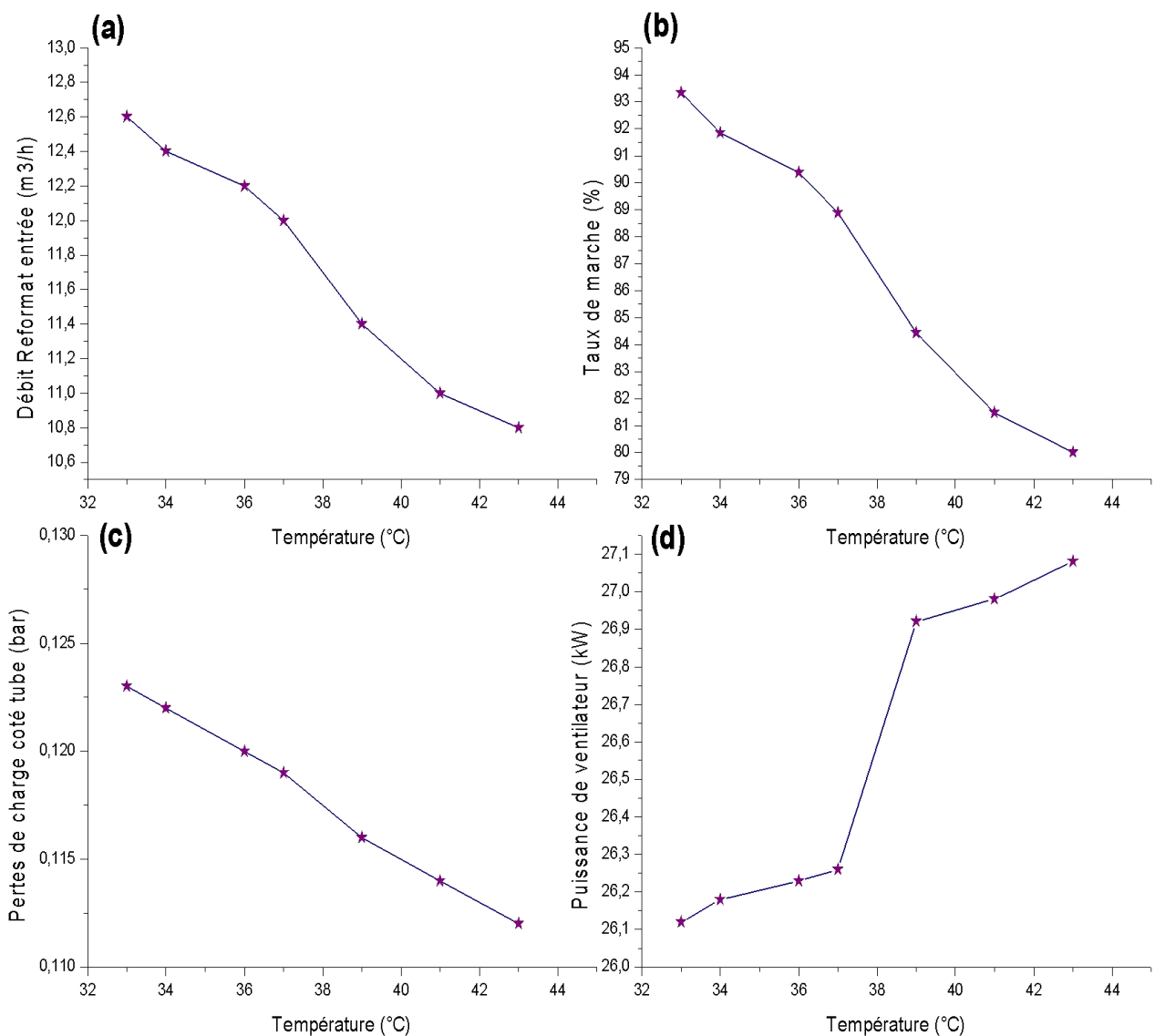


Figure (III.4) : Influence de température sur : (a) le débit de naphta, (b) le taux de marche, (c) les pertes de charges et (d) la puissance de ventilateur

Sur la figure nous pouvons constater une diminution du débit de Reformat à refroidir avec l'augmentation de la température ambiante ce qui entraîne une diminution à cause de l'incapacité de la batterie aéroréfrigérant au refroidissement. Le taux de marche dépend de la température ambiante et la diminution du débit du Reformat à refroidir engendre la réduction du débit de la charge traitée et par conséquent le taux de marche d'unité $U900$.

Comme les pertes de charge dans les tubes sont fonction du débit qui diminue par l'effet de l'augmentation de température, elles sont diminuées de la même manière.

En revanche, la puissance du ventilateur augmente avec la température afin d'assurer le débit d'air qu'il faut pour refroidir le Reformat.

III.4. Calcul de la batterie d'aéroréfrigérants pour la période d'été à une température moyenne de 49°C

Selon les données météorologiques, la température maximale se situe entre juin, juillet et août, lorsqu'elle dépasse 50 °C. Dans le cas de cette étude, nous prendrons la valeur de 49°C comme température maximale de l'air car c'est la température moyenne pendant la saison d'été notamment en mois de juillet.

III.4.1. Calcul de la Surface d'Échange installée

a. Estimation du coefficient de transfert global

$$U_{\text{estm}} = 80 \frac{BUT}{hf f^2 F^0} \dots\dots\dots(III.38)$$

d'après l'annexe (F)

$$U_{\text{estm}} = 134,02 \frac{kcal}{hm^2 c^0}$$

b. La Température de l'air estimée à la sortie

$$U_{\text{estm}} = 100 \frac{BUT}{hf f^2 F^0} \dots\dots\dots(III.39)$$

Donc d'après le graphe 01 (annexe D) de la courbe optimal discontinue on tire :

- ✓ Le nombre de rangée de tube $N_R = 7$ rangées
- ✓ La vitesse faciale recommandée $V_F = \frac{3,02m}{s}$

On trouve :

$$\frac{\Delta t_{air}}{\Delta t_m} = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t_m} = 1.17 \quad \dots\dots\dots (III.40)$$

On a :

$$Q_{Reformat} = V_f \times \rho_a \times C_a \times F_a \times (t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots (III.41)$$

$$D'où : \quad t_2 = \frac{Q_{Reformat}}{F_a \times 3600 \times C_a \times \rho_a \times V_f} + t_1 \quad \dots\dots\dots (III.42)$$

$$Q_{Reformat} = M \times C_p (T_1 - T_2) \quad \dots\dots\dots (III.43)$$

$$Q_{Reformat} = 59000 \times 0,8975 \times (163 - 40)$$

$$Q_{Reformat} = 6513157,5 \text{ Kcal/h}$$

Et la Surface faciale installée

$$F_A = L \cdot l_c \cdot \text{les nombre des cellules} \quad \dots\dots\dots (III.44)$$

$$F_A = 3,44 \times 12,124 \times 5$$

$$F_A = 166.82 \text{ m}^2$$

Et cela donne :

$$t_2 = \frac{6513157,5}{166,82 \times 3600 \times 0,2406 \times 1,104 \times 3,02} + 49 \quad \quad \quad t_2 = 62,51^\circ\text{C}$$

c. Calcul de la différence de température logarithmique Moyenne

$$DTLM = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad \dots\dots\dots (III.45)$$

$$\Delta t_1 = T_1 - t_2 = 163 - 62,51$$

$$\Delta t_1 = 60,22^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = t_1 - T_2 = 49 - 40$$

$$\Delta t_2 = 9^\circ\text{C}$$

$$DTLM = 38,22^\circ\text{C}$$

$$R = \frac{T_1 - T_2}{t_2 - t_1} = 9.1$$

$$r = \frac{t_2 - t_1}{T_2 - T_1} = 0,11$$

$$N_p = 4$$

Donc: $R = 9,1$ et $r = 0,11$

F est déterminé graphiquement (annexe D) $F = 0,98$

La TLM corrigée est :

$$\Delta TLM_{\text{corrigée}} = DTLM \cdot F \dots\dots\dots (III.46)$$

$$\Delta TLM_{\text{corrigée}} = 37,45^\circ\text{C}$$

La surface d'échange estimée ($A_{\text{estimé}}$) :

$$A_{\text{estimé}} = \frac{Q}{(U_{\text{estimé}}) \times \Delta TLM} \dots\dots\dots (III.47)$$

$$A_{\text{estimé}} = \frac{6513157,5}{134,02 \times 37,45}$$

$$A_{\text{estimé}} = 1297,68 \text{ m}^2$$

La surface faciale (F_A) :

$$F_A = 0,9 \times \frac{A}{N_R} = 0,9 \times \frac{1297,68}{7} \dots\dots\dots (III.48)$$

$$F_A = 166,82 \text{ m}^2$$

$$N_R = 7$$

d. Calcul du nombre de cellules à installer pour la nouvelle batterie

$$N_c = \frac{l}{l_c} \dots\dots\dots (III.49)$$

$$l = \frac{F_A}{L} = \frac{166,82}{12,124} = 13,76 \text{ m} \dots\dots\dots (III.50)$$

l_c : Largeur de la cellule.

$$N_c = \frac{13,76}{3,44} = 4$$

La batterie d'aéroréfrigérant actuelle comporte trois cellules, il faut ajouter donc une autre cellule

La Surface d'échange installé se calcul par :

$$A_0 = \pi \times d_0 \times L \times N_T \dots\dots\dots (III.51)$$

$$A_0 = 3.14 \times 0,02544 \times 12,124 \times 1360$$

$$A_0 = 1317,13m^2$$

III.4.2. Calcul des pertes de charge

a. Pertes de charge coté tubes

Pour cela, la pression du côté du tuyau doit être calculée

$$\Delta P_t = (N_p \times \rho \times G_t^2 \times f_t \times \left(\frac{L}{d_i} + 2\right)) \dots\dots\dots (III.52)$$

G_t : vitesse massique du Reformat dans les tubes de l'aéroréfrigérant.

M : Débit massique du Reformat

a_t : Section de passage Reformat du dans les tubes.

$$a_t = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot N_T}{4 \cdot N_p} = \frac{3,14 \times (0,01988)^2 \times 1360}{4 \times 4} = 0,1054m^2 \dots\dots\dots (III.53)$$

$$\Delta P_t = (N_p \times \rho \times G_t^2 \times f_t \times \left(\frac{L}{d_i} + 2\right))$$

$$G_t = \frac{M}{a_t} = \frac{59000}{0,1054} \dots\dots\dots (III.54)$$

$$G_t = 155,49 \text{ kg/s.m}^2$$

$$R_s = \frac{d_i \times G_t}{\mu} = \frac{155,49 \times 0,01988}{0,00002} \Rightarrow \dots\dots\dots (III.55)$$

$$R_s = 154559,35$$

La valeur de f_t peut être déterminée par projection sur la courbe présenté dans l'annexe B

f_t : Facteur de friction, fonction du nombre de Reynolds (graphiquement) (Annexe E)

$$f_t = 0,0125$$

$$\Delta P_t = (4 \times \left(\frac{155,49}{764,4}\right)^2 \times (0,0125 \times 609,85 + 2))$$

$$\Delta P_t = 0,012174 \text{ bar}$$

b. Calcul des Pertes de pression de l'air à travers le faisceau P_a

Afin de calculer le débit d'air, il faut tout d'abord calculer le coefficient f_a à travers le faisceau

$$f_a = 18,93 \times \left(\frac{d_r \times G_{max}}{\mu_a}\right)^{-0,316} \times \left(\frac{S_t}{d_r}\right)^{-0,927} \dots\dots\dots (III.56)$$

$$f_a = 18,93 \times \left(\frac{0,02565 \times 6,68}{1,89 \cdot 10^{-5}}\right)^{-0,316} \times \left(\frac{0,0635}{0,02565}\right)^{-0,927}$$

$$f_a = 0,46$$

$$\Delta P_a = \frac{f_a \times G_{max}^2 \times N_R}{P_a^{37}} \dots\dots\dots (III.57)$$

N_R : Nombre de rangées

d_r : Diamètre racine, m

S_t : Pas des tubes, m

G_{max} : Vitesse massique maximale de l'air, kg/m²h

μ_a : Viscosité de l'air, kg/m .h

f_a : Facteur de d'altitude pour la densité de l'air

D'où :

$$\Delta P_a = \frac{0,045 \times (6,68)^2 \times 7}{1,89 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow$$

$$\Delta P_a = 0,001301 \text{ bar}$$

III.4.3. Calcul de la Puissance du ventilateur P_f

La puissance du ventilateur sera calculée avec la formule :

$$P_f = \frac{(Q_a \cdot P_t)}{(\eta_m \eta_v)} \dots\dots\dots (III.58)$$

$$\text{Avec: } Q_a = \frac{(f_a \times V_f)}{N_v} \dots\dots\dots (III.59)$$

$$Q_a = (166,82 \times 3,02)/6$$

$$Q_a = 83,96 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q_a : Volume d'air réel par ventilateur, m³/s

$\eta_m \eta_v$: Efficacité de l'entraînement et du ventilateur ($m=0,95$ et $v=0,65$)

$$P_t = P_d + \Delta P_a \dots\dots\dots (III.60)$$

P_d : Pression de l'air dynamique à travers l'anneau du ventilateur, Pa

ΔP_a : Pertes de pression de l'air à travers le faisceau, Pa

$$P_d = \frac{\rho_a^{37} \cdot V_v^2}{2} \dots\dots\dots (III.61)$$

ρ_a^t : Densité de l'air dans les conditions de la ventilation, kg/m^3

V_v : Vitesse de l'air à travers l'anneau du ventilateur, m/s.

$$V_v = \frac{Q_a}{S_v} \dots\dots\dots (III.62)$$

$$S_v = \frac{3,14 \times (5,4)^2}{4} = 22,89 \text{ m}^2$$

S_v : Section du ventilateur, m^2

$$P_d = 9,39 \text{ Pa}$$

d_v : Diamètre du ventilateur, m

On trouve que :

$$Q_a = 83,96 \text{ m}^3/\text{s} ; S_v = 22,89 \text{ m}^2 ; V_v = 3,66 \text{ m/s}$$

$$P_t = 7,42 + 130$$

$$P_t = 137,56 \text{ Pa}$$

Donc on trouve :

$$P_f = 18,65 \text{ kW}$$

Un facteur de sécurité de 10% sur la puissance doit être pris en considération. Ce dernier doit tenir compte du fonctionnement hiver en aspirant le même débit volumique d'air.

$$P_i = P_f \times 1,12 \times \left(\frac{273 + t_1}{273 + t_0} \right) \dots\dots\dots (III.63)$$

$$P_i = 10,11 \times 1,12 \times \left(\frac{273+49}{273+1} \right)$$

$$P_i = 24,54 \text{ KW}$$

t_1 : Température d'entrée de l'air, °C

t_0 : Température minimale en hiver, $t_0 = 1^\circ\text{C}$

Tableau (III.8) : Résultats de l'air et Reformat dans le cas design (température 49°C) (Annexe K)

<i>Caractéristiques</i>	<i>Reformat</i>	<i>Air</i>
Débit, kg/h	59000	2003736,49
Température d'entrée, °C	163	49
Température de sortie, °C	40	62,51
Perte de charge, bar	0.012174	0.001301
Chaleur échangée, kcal/h	6513157.5	
Surface d'échange calculée,	1297,64	
Puissance du ventilateur, kW	24,54	

III.5. Calcul économique Pour l'unité RHM2 (Estimation du manque à gagner en produits depuis le Reformat)

Le manque en produits du RHM2 pendant les mois de Juin, Juillet, Août et Septembre 2023 où le taux de marche est limité est donné sur le tableau suivant:

Tableau(III.9): bilan d'évolution du manque en produits total du RHM2 en 2023

Les mois	Jun	Juillet	Août	Septembre
Janvier (témoin)	4338000	4338000	4338000	4338000
Production (été)	3810000	3660000	3630000	3762000
Le manque en produit total (L)	528000	978000	708000	576000

Le tableau suivant montre la diminution de la production du Reformat au cours de la période (été) de l'année 2023 et cela représente une diminution du taux de production.

Tableau(III.10) : Afficher le prix de l'Essence (Reformat) dans certains pays du monde en 2023

	<i>Amérique (L)</i>	<i>France (L)</i>	<i>Italie (L)</i>
Dollars (\$)	1,026	2,016	2,046

L'Algérie étant proche des pays européens elle peut y exporter P (miliem) = 2,031\$

Donc le cout du manque à gagner se calcule comme suit :

♣ **Coût par mois**

1. JUIN

$$P_1 = (2,031 \times 528000) \dots\dots\dots (III.64)$$

$$P_1 = 1072368 \$$$

2. JUILLET

$$P_2 = (2,031 \times 978000) \dots\dots\dots(III.65)$$

$$P_2 = 1991208 \$$$

3. AOÛT

$$P_3 = (2,031 \times 708000) \dots\dots\dots(III.66)$$

$$P_3 = 1441488 \$$$

4. SEPTEMBRE

$$P_4 = (2,031 \times 576000) \dots\dots\dots(III.67)$$

$$P_4 = 1172736 \$$$

♣ Prix du produit (Reformat)

$$P_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \dots\dots\dots(III.68)$$

$$P_{total} = (1072368 + 1991208 + 1441488 + 1172736)$$

$$P_{total} = 5677800 \$$$

D'après les informations données par les techniciens et les ingénieurs de l'unité RMH2 selon lesquelles le prix d'une batterie d'aéroréfrigérants est de $P=1302823,5 \$$ Mais nous ne pouvons pas le publier car il est considéré comme une des particularités du deal entre le partenaire algérien de Sonatrach et le partenaire industriel étranger.

Nous concluons que la valeur du recul de deux ans dans la production de Reformat peut fournir de nouveaux aéroréfrigérants avec les mêmes spécifications que l'aéroréfrigérant EC804.

III.6. Interprétation des résultats

III.6.1. Interprétation des résultats du design et le calcul vérificatif

III.6.1.1. Vérification de la température de stockage

Selon la feuille de Laboratoire d'analyses RHM2 (Annexe K) nous constatons que la température du Reformat a envoyé vers le stockage dans l'unité U900 fait 40°C . À cette

température le Reformât reste toujours à l'état gazeux et par conséquent, le stockage devient difficile, car la température d'évaporation du produit Reformât est estimée à 37,8°C. Cela nécessitera un refroidissement plus poussé au niveau de l'aéroréfrigérant.

III.6.1.2. Vérification de la température de Complicite

Le Complicite dans l'unité de reformage représente l'un des composants les plus importants, c'est pourquoi il y a des lieux centraux, mais à partir de la feuille de marche 2 nous remarquons que la température augmente et se rapproche de $T_{\max} = 90^{\circ}\text{C}$ (Annexe M). C'est ce qui oblige les ingénieurs en charge de cette unité à réduire la vitesse de fonctionnement de l'unité.

III.6.1.3. Vérification du débit d'air sur la batterie d'aéroréfrigérant EC804

De nombreuses questions se posent concernant la vitesse directionnelle de l'air et le nombre de rangées fournies par le partenaire fabricant. Nous remarquons dans le tableau des vitesses de l'air au début de ce chapitre que la vitesse directionnelle de l'air est fonction du nombre de rangées. Lignes $N_R = 7$ dont la valeur est $V_f = 3.02$ m/s. En revanche, le partenaire fabricant l'estime à $V_f = 3.8$ m/s. Cela peut être affecté par deux causes : soit la direction des pales du ventilateur, soit le mouvement des vents du sud qui empêche le renouvellement de l'air autour du ventilateur et par conséquent l'augmentation de sa température au niveau de la batterie d'aéroréfrigérants EC804.

III.6.1.4. Vérification de la puissance du ventilateur

La puissance du ventilateur installé n'est pas suffisante pour assurer le flux d'air nécessaire au refroidissement du Reformat durant sa direction vers le stockage.

$$P_{\text{Hiver}} = 26,26 \text{ kW}$$

$$P_{\text{été}} = 24,54 \text{ kW}$$

[1] Calcul de vérification et redimensionnement de la batterie d'aéroréfrigérants A-106 A/F de l'unité de Topping condensat de la Raffinerie de Skikda (RA2K), Présenté par Mr CHETTIH Zakaria, Année Universitaire : 2021/2022.

[2] Amélioration de la qualité et la quantité du reformat par l'optimisation du transfert de chaleur dans l'unité reforming, Présenté par Hassan Madjda, Rayane Guerfi Mounira, Année Universitaire 2021/2022.

CONCLUSION

GÉNÉRALE

La raffinerie *RHM2* est considérée comme l'une des raffineries importantes du sud algérien, car elle assure la couverture d'une grande partie du sud en carburant. Sa situation géographique est caractérisée par des températures saisonnières élevées, notamment en été, ce qui affectent le bon fonctionnement de certains équipements d'échange thermique, notamment ceux qui fonctionnent avec l'air libre, car la température de l'air ne favorise pas le bon fonctionnement de ces derniers pour assurer les transformations physiques nécessaires des produits, notamment ceux destinés au stockage.

Cela oblige souvent les ingénieurs à modifier les paramètres de fonctionnement pour surmonter l'effet de la température, ce qui affecte à son tour la production globale de l'unité. Les appareils les plus importants qui dépendent de l'air dans leurs échanges de chaleur sont les aéroréfrigérant, dont le taux de marche diminue avec l'augmentation de la température. Nous avons pris comme exemple l'aéroréfrigérant de l'unité *U800* de reformage catalytique.

Notre travail à été consacré à l'étude de l'aéroréfrigérant *EC804* qui refroidi le Reformat avant d'être envoyer vers le stockage, selon les étapes suivantes :

- ✓ Vérification de la batterie d'aéroréfrigérant *EC804A-B* pour le cas design.
- ✓ Étude de l'influence de la température ambiante sur les paramètres opératoires de la batterie d'aéroréfrigérant *EC804A-B*.
- ✓ Dimensionnement d'une nouvelle batterie d'aéroréfrigérant pour une température de l'air ambiant de $T = 49\text{ °C}$.


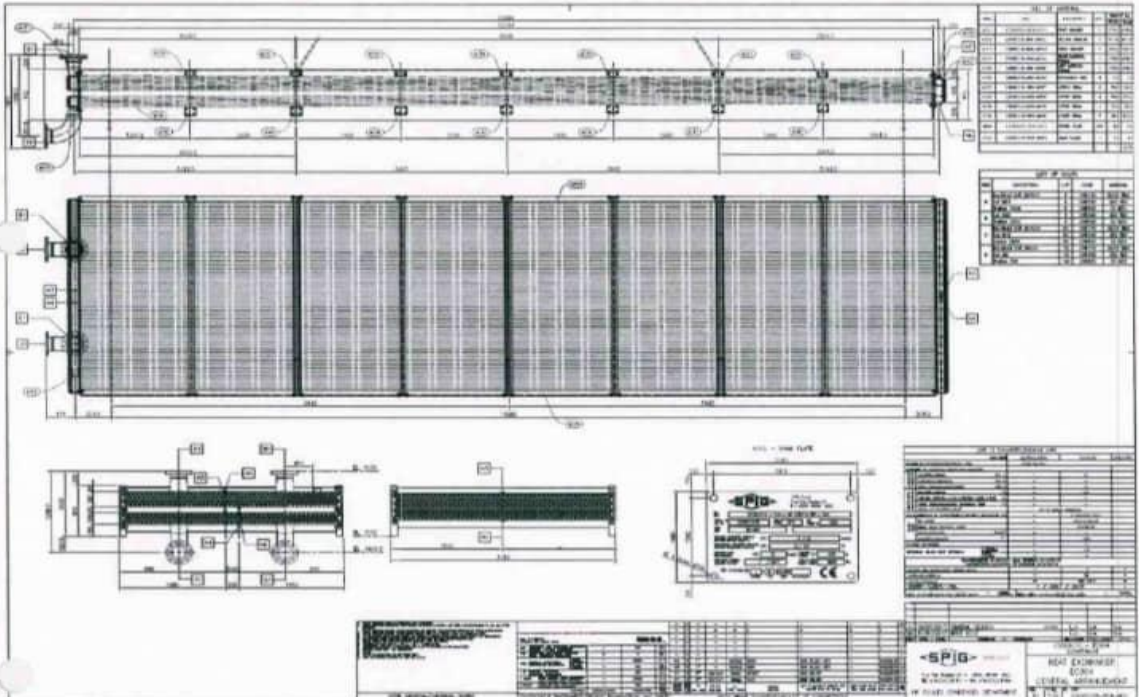


Les résultats de l'étude ont montré qu'il existe un déséquilibre de température par rapport aux données du design.

On a conclu qu'il est possible d'améliorer la production du Reformat soit en qualité ou bien en quantité en intégrant un autre aéroréfrigérant dans la série précédente, cet aéroréfrigérant va nous permettre :

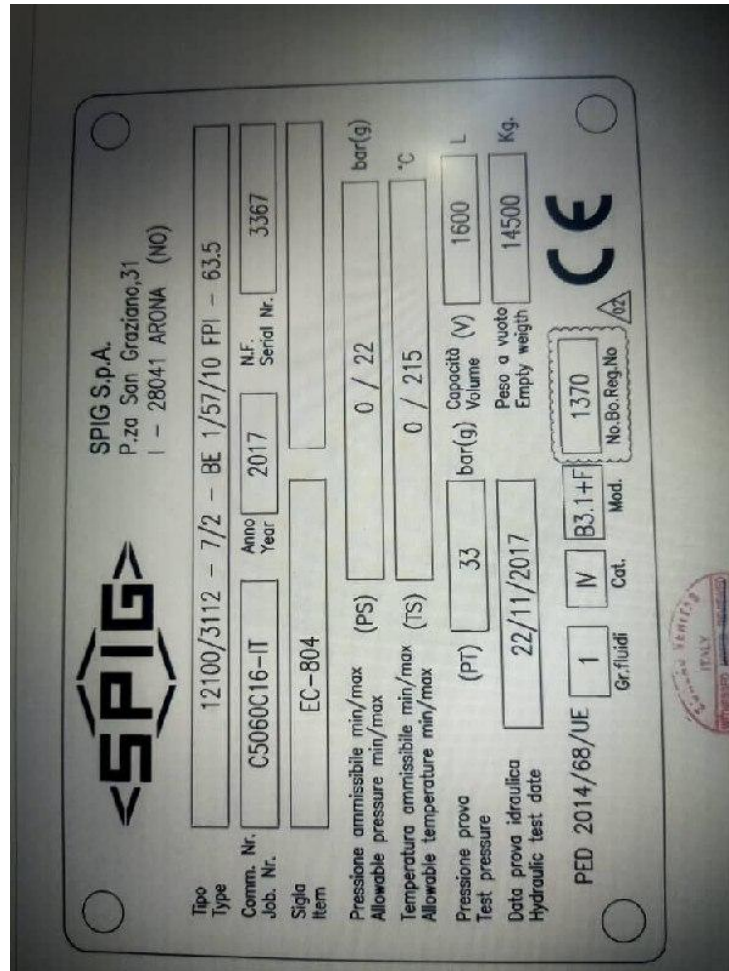
- ✗ D'augmenter le rendement de la batterie d'aéroréfrigérant *EC804A-B* afin de réduire la température du produit.
- ✗ D'augmenter la production du Reformat plus stable et le taux marche de l'unité.
- ✗ Un stockage de Reformat dans l'unité *U900* plus sécurisé.

Pour des résultats plus satisfaisants nous proposons quelques recommandations :

- ✎ Faire une étude comparative entre le manque à gagner en produits finis et le coût estimé de la modification, afin de montrer que l'investissement peut être amorti en un temps très court ;
- ✎ Faire une étude économique détaillé pour prouve que l'ajout d'une autre batterie d'aéroréfrigérant sera rentable pour l'unité ;

 <p>TRATERM NDT CONTROLLI NON DISTRUTTIVI</p> <p>UNI EN ISO 9001:2008 with Rina Service n° 35148/1725</p>	Visual inspections - Magnetic Particle inspections - Liquid Penetrant inspections - Ultrasonic inspections - Radiographic and Gamma inspection - Controls Thickness measurements - Hardness test - Assistance to welding process - NDT in the rail sector			N° Document
	CERTIFICATO DI CONTROLLO DUREZZA Hardness Inspection Certificate			DR 2017/001
Certificatore	Module Nr: M308_02	date: 30/03/2015	Rev 04	Foglio - Sheet 2 - 2
DISEGNO - DRAWING				
				
ESITO DELL'ESAME - Examination results				
X	ACCETTABILE - ACCEPTABLE	NON ACCETTABILE - NOT ACCEPTABLE		
DATA Date	COSTRUTTORE Manufacturer	OPERATORE TRATERM Operator Traterm	ISPETTORI Inspectors	
11/10/2017	RED IRON S.R.L. Via Ponte Alto, 1 41044 Campogalliano (MO)	 DRUNETTI & BABIN 1° LIVELLO UNI EN 475 - ISO 9712 RT - UT - MT - PT - VT	 28 MAR 2018	

TRATERM NDT
QUALITY CONTROL



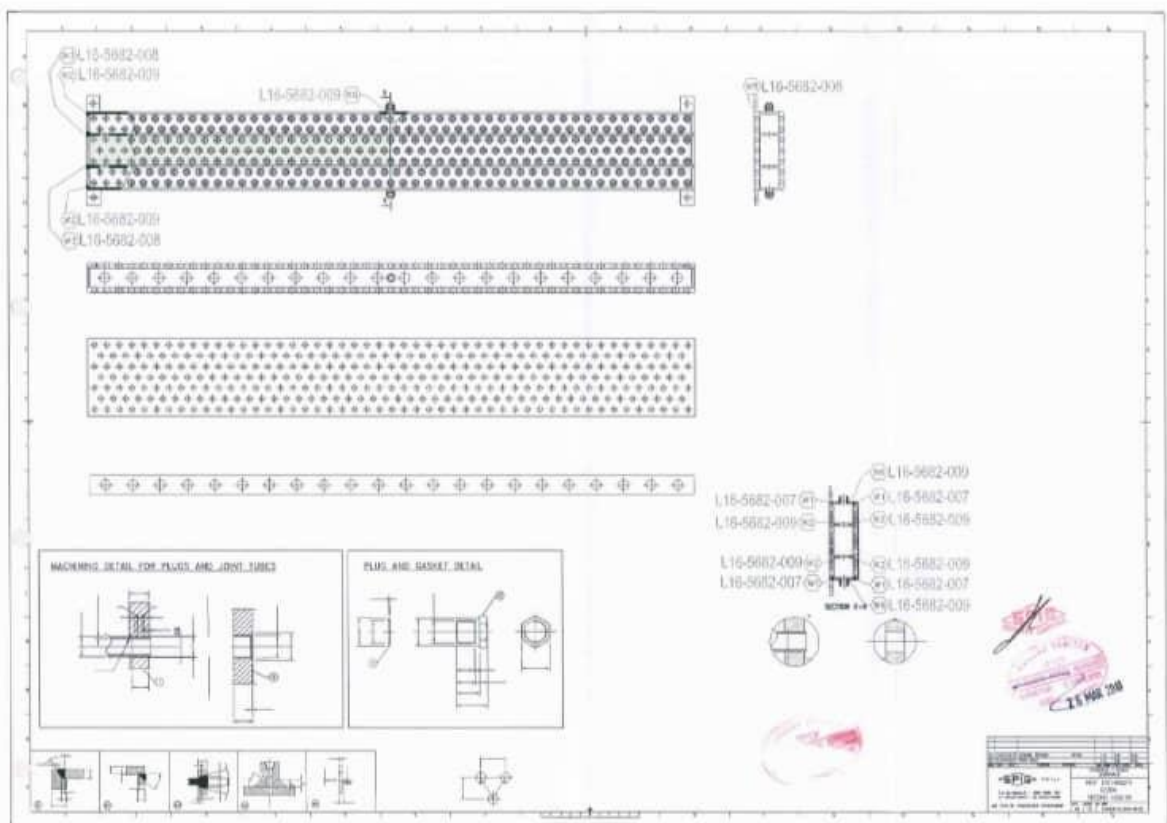
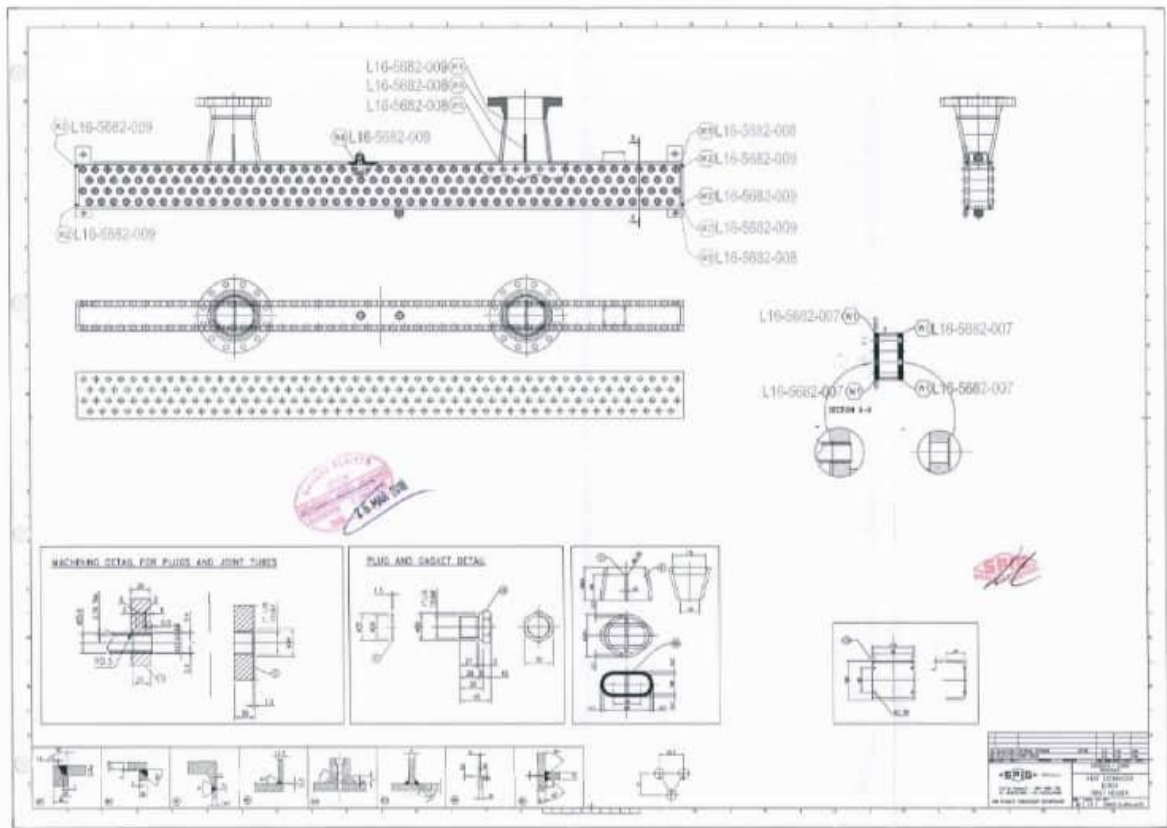
HEADER CALCULATION

CUSTOMER:	Sonatrach	USTOMER REF.:		ITEM:	EC-804
OWNER:	Sonatrach	PIG. JOB NO:		SERIAL NO:	-
LOCATION:	Algeria	PIG REF. NO:		DRAWING:	C5060B16-EC804-M150) RE
Design Temperature:	215	°C	MDMT:	0	°C
Design Pressure:	22	Bar	vacuum@°C		°C
Test Pressure:	33.0	@ 20°C	design reference	2014/68/UE	yes
Corrosion Allowance:	3	(tube excluded)	mm	Corner Joint eff.	E: 1 UW-13.2 (c)

MAWP hot & corroded	22.76	Barg	24.395	Barg	24.48	Barg
MAP cold & new	33.98	Barg	53.10	Barg	53.10	Barg

Thickness of shells revolution (internal pressure)

TUBE:	CALCULATION					
	DESCRIPTION	#	Unit	TUBE MINIMUM REQUIRED TICKNESS		
	tube inside diameter	ID _t	mm	19.88	19.880	19.88
	Min. required tickness UG27 (C) (1)	t _{rd}	mm	0.24	OK	0.240 OK
	Min. required tickness UG27 (C) (2)	t _{re}	mm	0.12	OK	0.118 OK
	MAWP hot & corroded		Barg	219.92		219.92
	MAP cold & new		Barg	219.92		219.92



MTD Correction Factors / 2 Pass-Cross Flow

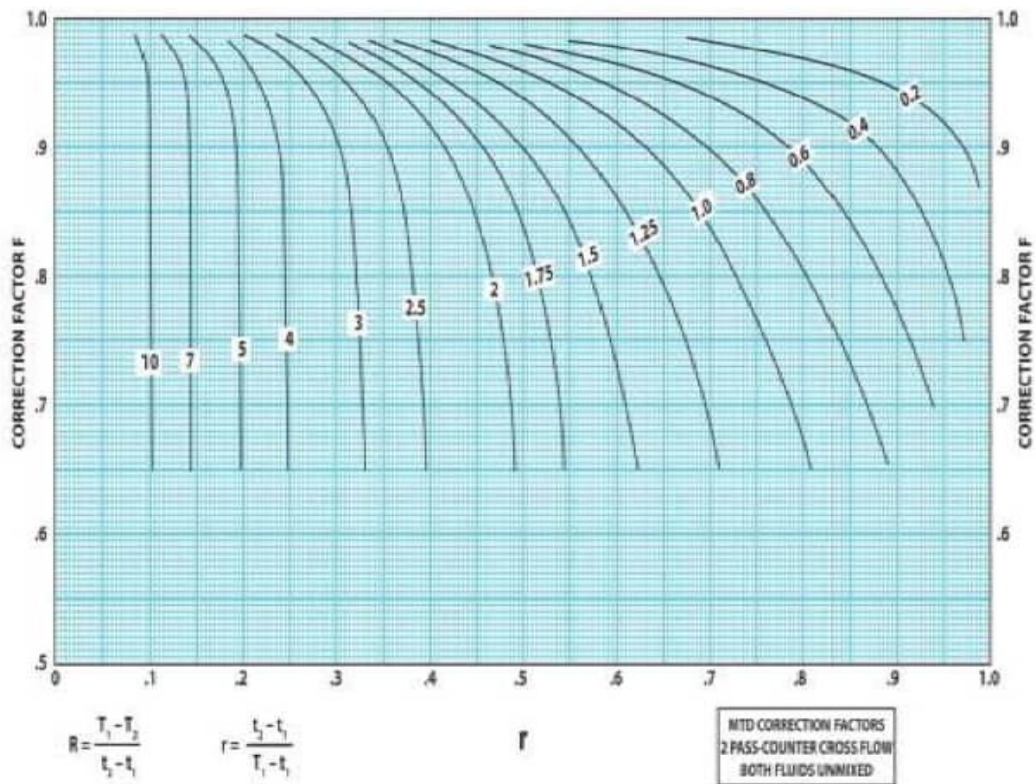
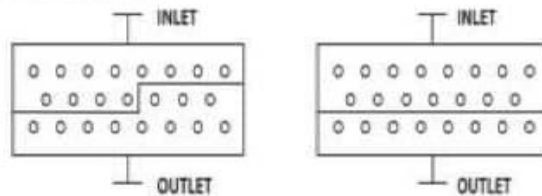
Hudson Products Corporation • Sugar Land, Texas, USA

Figure 10

NOMENCLATURE:

- T_1 = INLET TEMPERATURE TUBE SIDE
- T_2 = OUTLET TEMPERATURE TUBE SIDE
- t_1 = INLET TEMPERATURE AIR SIDE
- t_2 = OUTLET TEMPERATURE AIR SIDE

TYPICAL TUBE LAYOUTS



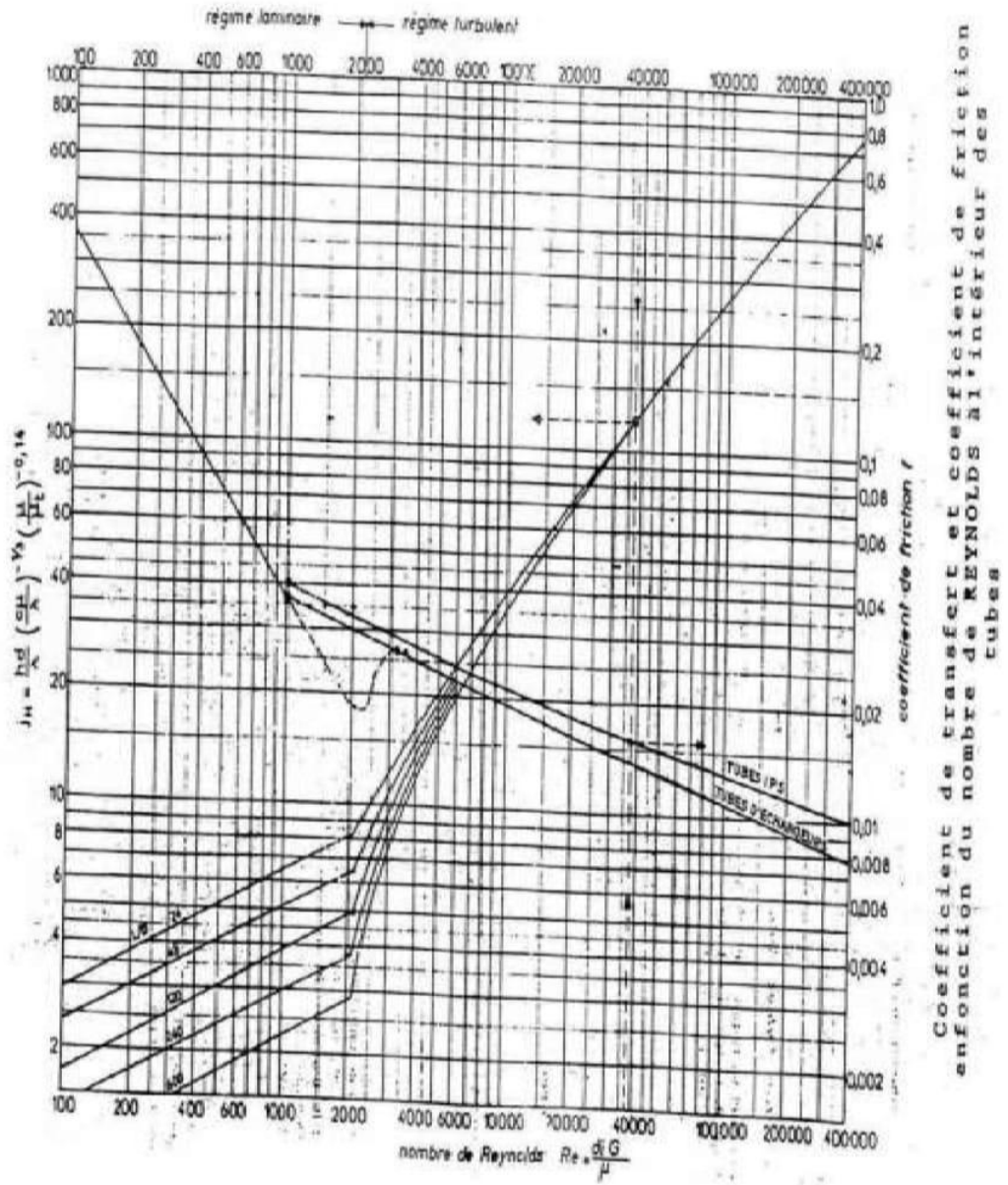
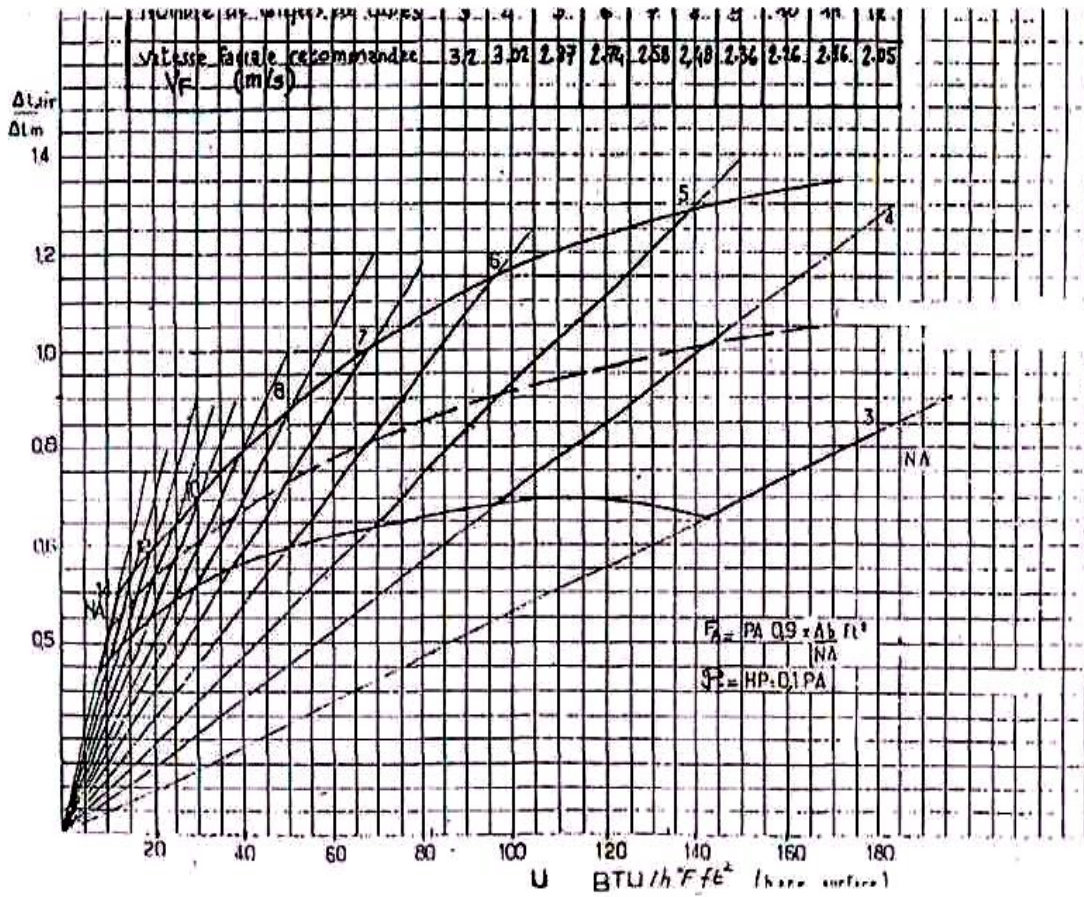


Table 6
Typical Transfer Coefficients for Air-Cooled Heat Exchangers

Condensing service	U Btu/hr, ft², °F
Amine reactivator	90-100
Ammonia	100-120
Freon 12	60-80
Heavy naphtha	60-70
Light gasoline	80
Light hydrocarbons	80-95
Light naphtha	70-80
Reactor effluent—Platformers, Rexformers, Hydroformers	60-80
Steam (0-20 psig)	130-140
Still overhead—light naphthas, steam and non-condensable gas	60-70



DIRECTION PRODUCTION
HEINON HASB MESSAÏD
MOULINERIE REFINERIE U.T.S.

FEUILLE DE MARCHÉ . SECTIONS 300 ET 800

SECTION 300

SECTION 800

DATE 26/02/01

ANALYSES

REACTEUR K 803		REACTEUR K 801		REACTEUR K 802		REACTEUR K 803	
HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES
01	110	01	110	01	110	01	110
02	110	02	110	02	110	02	110
03	110	03	110	03	110	03	110
04	110	04	110	04	110	04	110
05	110	05	110	05	110	05	110
06	110	06	110	06	110	06	110
07	110	07	110	07	110	07	110
08	110	08	110	08	110	08	110
09	110	09	110	09	110	09	110
10	110	10	110	10	110	10	110
11	110	11	110	11	110	11	110
12	110	12	110	12	110	12	110
13	110	13	110	13	110	13	110
14	110	14	110	14	110	14	110
15	110	15	110	15	110	15	110
16	110	16	110	16	110	16	110
17	110	17	110	17	110	17	110
18	110	18	110	18	110	18	110
19	110	19	110	19	110	19	110
20	110	20	110	20	110	20	110
21	110	21	110	21	110	21	110
22	110	22	110	22	110	22	110
23	110	23	110	23	110	23	110
24	110	24	110	24	110	24	110
25	110	25	110	25	110	25	110
26	110	26	110	26	110	26	110
27	110	27	110	27	110	27	110
28	110	28	110	28	110	28	110
29	110	29	110	29	110	29	110
30	110	30	110	30	110	30	110

REACTEUR K 803		REACTEUR K 801		REACTEUR K 802		REACTEUR K 803	
HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES
01	110	01	110	01	110	01	110
02	110	02	110	02	110	02	110
03	110	03	110	03	110	03	110
04	110	04	110	04	110	04	110
05	110	05	110	05	110	05	110
06	110	06	110	06	110	06	110
07	110	07	110	07	110	07	110
08	110	08	110	08	110	08	110
09	110	09	110	09	110	09	110
10	110	10	110	10	110	10	110
11	110	11	110	11	110	11	110
12	110	12	110	12	110	12	110
13	110	13	110	13	110	13	110
14	110	14	110	14	110	14	110
15	110	15	110	15	110	15	110
16	110	16	110	16	110	16	110
17	110	17	110	17	110	17	110
18	110	18	110	18	110	18	110
19	110	19	110	19	110	19	110
20	110	20	110	20	110	20	110
21	110	21	110	21	110	21	110
22	110	22	110	22	110	22	110
23	110	23	110	23	110	23	110
24	110	24	110	24	110	24	110
25	110	25	110	25	110	25	110
26	110	26	110	26	110	26	110
27	110	27	110	27	110	27	110
28	110	28	110	28	110	28	110
29	110	29	110	29	110	29	110
30	110	30	110	30	110	30	110

REACTEUR K 803		REACTEUR K 801		REACTEUR K 802		REACTEUR K 803	
HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES	HEURES	TEMPERATURES
01	110	01	110	01	110	01	110
02	110	02	110	02	110	02	110
03	110	03	110	03	110	03	110
04	110	04	110	04	110	04	110
05	110	05	110	05	110	05	110
06	110	06	110	06	110	06	110
07	110	07	110	07	110	07	110
08	110	08	110	08	110	08	110
09	110	09	110	09	110	09	110
10	110	10	110	10	110	10	110
11	110	11	110	11	110	11	110
12	110	12	110	12	110	12	110
13	110	13	110	13	110	13	110
14	110	14	110	14	110	14	110
15	110	15	110	15	110	15	110
16	110	16	110	16	110	16	110
17	110	17	110	17	110	17	110
18	110	18	110	18	110	18	110
19	110	19	110	19	110	19	110
20	110	20	110	20	110	20	110
21	110	21	110	21	110	21	110
22	110	22	110	22	110	22	110
23	110	23	110	23	110	23	110
24	110	24	110	24	110	24	110
25	110	25	110	25	110	25	110
26	110	26	110	26	110	26	110
27	110	27	110	27	110	27	110
28	110	28	110	28	110	28	110
29	110	29	110	29	110	29	110
30	110	30	110	30	110	30	110

POSTE 1
1/1 2/1 K
D 2 3/3 V
F 2/2

POSTE 2

POSTE 3

OBSERVATIONS

SEUIL ALARME/SECURITE GB 801 A/B

	ALARME		SECURITE	
PROCESS	PAL 860 A/B	18 bar	PASL 861 A/B	3 bar
	TAH 829 A/B	80°C	TASH 830 A/B	90°C
	EAU DE REFROID	/	FASL 823 A/B	1 m ³ /h
HUILE COMPR	PAL 864 A/B	1.1 bar	PASL 865 A/B	0.9 bar
	TAH 834 A/B	70°C	TASH 835 A/B	80°C
HUILE REDUC	PAL 867 A/B	1.5 bar	PASL 868 A/B	1.0 bar

Spécifications Produit		REFORMAT
Densité		0.7502 à 0.8082
Tension de vapeur Reid à 37.8 °C	Bars	0.7380
Salinité	% poids	0.008 MAX
BSW	% volume	0.5 MAX

Spécifications Produit		KEROSENE	
Aspect		Claire, Limpide	
Densité		0.7750 à 0.8400	
Conductibilité	Pa/m	50 à 450	
Point éclair (Abel)	°C	38 MIN	
Point de congélation	°C	- 47.0 MAX	
Distillation ASTM	Point initial	°C	A indiquer
	10% volume	°C	205 MAX
	50% volume	°C	A indiquer
	90% volume	°C	A indiquer
	Point final	°C	300 MAX
	Résidu	ml	1.5 MAX
	Pertes	ml	1.5 MAX
		-	1A MAX
Corrosion à la lame de cuivre 2heures/ 100°C			1
Corrosion à la lame d'Argent			1
Gommages actuelles		mg/100ml	7 MAX
Acidité totale		mg KOH/g	0.015
Micro Séparomètre (M.S.E.P)	Produit avec Stadis	-	85 MIN
	Produit sans Stadis	-	70 MIN
Pouvoir calorifique		MJ/Kg	42.80 MIN
Viscosité à -20 °C		(mm ² /s) Cst	8.00 MAX
Soufre total		% masse	0.30 MAX
Doctor test		-	Négatif
Aromatiques		% volume	25 MAX
Soufre mercaptan		% masse	0.0030 max
Point de fumée		mm	25.0 MIN
Réaction à l'eau : Cotation interface		-	1B MAX
JF 50T Stabilité thermique	Pression différentielle du filtre	mm/Hg	25 MAX
	Cotation au tube	visuel	< 3

Spécifications Produit		GAS-OIL	
Densité à 15°C		0.810 à 0.860	
Couleur		-	
Point éclair		°C	55 MIN
Point de congélation	En hiver du 01/11 au 30/03	°C	- 12
	En été Du 01/04/ au 30/10		- 7
Distillation ASTM	Point 65 % volume	°C	250 MIN
	90% volume	°C	350 MAX
	Point final	°C	390 MAX
Viscosité à 20 °C		Cst	9 MAX
Teneur en soufre		% Poids	0.15MAX
Teneur en cendres		% Poids	TND
Teneur en eau		% Poids	TND
Indice de cétane		-	48 MIN

Résumé

L'unité de reformage catalytique convertit essentiellement l'huile en essence (REFORMAT) contenant moins d'atomes de carbone. Ce processus dépend du préchauffage du pétrole dans le troisième four, qui augmente la température à 510°C, après l'hydrogène est séparé du pétrole grâce à des réacteurs chimiques fonctionnant à très haute température. L'étude consiste à ajouter un nouvel aéroréfrigérant pour obtenir la plus grande quantité possible d'essence (Reformat) et assurer son stockage en toute sécurité. Pour cette raison, nous effectuons une simulation virtuelle à l'aide du programme Hysys et observons le changement de température se produisant au niveau du produit. Le travail consiste à calculer la capacité de refroidissement que possède un refroidisseur d'air pour l'unité de reformage catalytique à basse température ambiante et à température ambiante élevée, avec l'ajout d'une autre cellule auxiliaire afin d'augmenter la capacité du refroidisseur d'air pour assurer que la température du produit est quelque peu élevée.

Mots Clés: Reformage catalytique, Réacteurs Chimique, Naphta, Simulation, Température Ambiante.

Abstract:

The catalytic reforming unit essentially converts oil into gasoline (REFORMAT) containing fewer carbon atoms.

This process depends on preheating the oil in the third furnace, which raises the temperature to 510 degrees Celsius, after which the hydrogen is separated from the oil thanks to chemical reactors that operate at a very high temperature.

The study consists of adding a new air cooler to obtain the largest possible amount of gasoline (Reformat) and ensuring its safe storage

For this reason, we perform virtual simulation using the Hysys program and observe the temperature change occurring at the product level

The work consists of calculating the cooling capacity possessed by an air cooler for the catalytic reformation unit at a low ambient temperature and at a high ambient temperature, with the addition of another auxiliary cell in order to increase the capacity of the air cooler to ensure that the product temperature is somewhat high.

Keywords: Catalytic Reforming, Chemical Reactors, Naphtha, Simulation, Ambient Temperature.

ملخص:

تعمل وحدة الإصلاح التحفيزي بشكل أساسي على تحويل النفط إلى بنزين (روفورم) يحتوي على عدد أقل من الذرات الكربون. حيث تعتمد هذه العملية على تسخين المسبق للنفط في الأفران الثالث التي ترفع درجة الحرارة 510 درجة مئوية وبعدها يتم فصل الهيدروجين عن النفط بفضل المفاعلات الكيميائية التي تعمل تحت درجة حرارة مرتفعة جدا. تتكون الدراسة من إضافة مبرد هواء جديد للحصول على أكبر كمية ممكنة من بنزين (روفورم) وضمان تخزين الأمان لها. ومن أجل ذلك نقوم بالمحاكاة الافتراضي بواسطة برنامج Hysys ونلاحظ التغير الحاصل في درجة الحرارة على مستوى منتج.

يتمثل العمل في حساب قدرة التبريد التي يمتلكها مبرد هواء لوحدة الإصلاح التحفيزي في درجة حرارة محيطه منخفض وفي الحرارة محيطه مرتفعة مع إضافة خلية أخرى مساعدة من أجل رفع قدرة مبرد الهواء نتأكد أن درجة حرارة منتج مرتفعة نوعنا ما.

الكلمات المفتاحية: الإصلاح التحفيزي, المفاعلات الكيميائية, الناقتا, المحاكات, درجة حرارة المحيط.