

TP 1 : Echangeur de chaleur à tube concentrique

1. But de la manipulation :

Cette manipulation consiste à :

*Montrer le principe de fonctionnement d'un échangeur à tubes concentriques opérant en écoulement à courant parallèles selon les modes Co-courant et contre courant.

*Illustrer les effets de variation de certains paramètres de l'échangeur (température d'entrée et débits relatifs au fluide chaud) sur ses caractéristiques de performance.

2. Dispositif expérimental :

L'échangeur de chaleur à tubes concentriques Hilton a été spécialement conçu pour démontrer les principes opératoires des échangeurs de chaleur. Il permet d'effectuer des expériences simples en vue d'initier les étudiants à la conception et à l'étude des échangeurs de chaleur. Ces expériences donnent la possibilité de tracer les courbes de températures, d'établir les bilans énergétiques et d'évaluer le coefficient de transfert de chaleur global, et ce pour deux configurations d'écoulement des fluides chaud et froid : d'abord en écoulement parallèle, puis en écoulement en contre courant.



Fig : échangeur de chaleur à tubes concentriques

2-1 Description (se reporter figure)

Une certaine quantité d'eau chaude à une température pouvant atteindre 80 °C se trouve dans un réservoir (1) situé à l'arrière de l'appareil et contenant un dispositif de chauffage intégré. Un capteur (2) placé à côté de l'orifice de sortie du réservoir (3) transmet de façon continue la température de l'eau à un régulateur (4) dont le rôle est de maintenir une température constante. Le régulateur est monté sur le panneau avant pour des raisons pratiques et comporte un commutateur à décades permettant de fixer la température requise pour l'eau chaude, un enregistreur de déviations indiquant les déviations de la température de l'eau par rapport au point de consigne et une diode électroluminescente indiquant la mise sous tension du dispositif de chauffage. Le réservoir comporte un couvercle amovible (absent sur la figure) destiné à empêcher la pénétration de poussières et à réduire les pertes d'eau par évaporation. Une pompe (5) assure une circulation permanente de l'eau à travers le réservoir et, à l'intérieur de ce dernier, un système de chicanes assure un mélange adéquat afin d'homogénéiser la température au sein du réservoir.

L'eau chaude destinée à l'échangeur est débitée par la pompe et s'écoule en circuit fermé à travers le tube intérieur du dispositif des tubes concentriques (6). Le débit d'eau chaude est réglé à l'aide d'un robinet (7) et mesuré par un débitmètre (8). Les thermomètres (9) et (10) indiquent les températures de l'eau chaude respectivement à l'entrée et la sortie de l'échangeur. Un thermomètre (11), placé dans la branche supérieure de l'échangeur, indique la température d'eau chaude au point médian du circuit.

L'eau froide provient d'une source extérieure et s'écoule dans l'espace annulaire du dispositif de tubes concentriques, elle pénètre par un dispositif avec admission (12) et soupape (13). Un robinet (14) et un débitmètre (15) permettent respectivement de régler et de mesurer le débit d'eau froide. L'eau froide quitte l'échangeur par une sortie (16) ; ses températures à l'entrée et la sortie sont indiquées par les thermomètres (17), tandis que le thermomètre (18) indique sa température au point médian. Un réglage approprié des soupapes de sélection (13) permet d'obtenir une configuration en courant parallèle ou en contre courant (voir schéma sur le banc d'essais). A la partie supérieure de l'échangeur, des soupapes (19) permettent de purger l'air du système et facilitent la vidange. Un robinet de vidange (20) permet de vider le réservoir.

3. MANIPULATION

3-1. Manipulation 1 : Fonctionnement de l'échangeur en "écoulement parallèle"

L'objectif de cette expérience est de démontrer les principes de fonctionnement de l'échangeur dans une disposition d'écoulement en parallèle.

- *Régler les soupapes de sélection de telle façon que l'écoulement des deux fluides se fasse en courant parallèle.
- *Régler la température de consigne sur une valeur de 60 °C.
- *Ajuster le débit d'eau chaude à une valeur de 2000 cm³/min et le débit d'eau froide à une valeur de 1000 cm³/min.

Laisser le système se stabiliser et faire les relevés suivants :

$T_{ce}(C^\circ)$	$T_{cm}(C^\circ)$	$T_{cs}(C^\circ)$	$T_{fe}(C^\circ)$	$T_{fm}(C^\circ)$	$T_{fs}(C^\circ)$

Effectuer les calculs suivants

Puissance émise $Q_e(W)$	Puissance absorbée $Q_a(W)$	Puis. Perdue $Q_p(W)$	Rendement η	Différence de température moyenne logarithmique ΔT_m	Coefficient global de transfert $U(W/m^2C^\circ)$

70									
80									

Les différentes efficacités figurant dans ce tableau sont définies comme suit :

a- pour le milieu froid :

b- pour le milieu chaud :

c- efficacité moyenne :

Sur un même graphique, tracer les différentes courbes de températures correspondant aux quatre valeurs de la température de consigne considérées. Que déduisez-vous de ces courbes ?

3-4 Manipulation 4: Effet d'une variation de débit

Le but de cette expérience est de mettre en évidence l'effet d'une variation de débit sur les caractéristiques de fonctionnement de l'échangeur.

*Régler les soupapes de sélection de telle façon que l'écoulement des deux fluides se fasse en contre courant.

*Choisir pour le débit d'eau froide la valeur de 2000 cm³/min et pour température de consigne une valeur de 60 °C.

*Noter toutes les températures de l'eau une fois que les conditions se sont stabilisées pour chaque valeur choisie du débit d'eau chaude.

qv _c (cm ³ /min)	T _{ce} (C°)	T _{cm} (C°)	T _{cs} (C°)	T _{fe} (C°)	T _{fm} (C°)	T _{fs} (C°)
1000						
2000						
3000						
4000						

- Calculer les grandeurs demandées dans le tableau suivant :

qv _c	Q _e (W)	Q _a (W)	Q _p (W)	η	ΔT _m	U(W/m ² C°)	ε _f %	ε _c %	ε _{moy} %
1000									
2000									
3000									
4000									

- Tracer les courbes de température séparément pour chaque valeur du débit d'eau chaude. Quelles sont vos conclusions ?