

Réchauffeurs D'air, Cylindriques Et A Ecrans - Déflecteurs Avec Passage A Chicane

A.K. DAĞSÖZ ¹⁾ et T. BOYMAN ²⁾

Bu çalışmada, bölmeli hava ısıtıcılarındaki ısı geçişi deneysel olarak incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar,

4 bölmeli ısıtıcılar için

$$Nu \cdot Pr^{-1/3} = 0,0795 Re^{1,14}$$

8 bölmeli ısıtıcılar için

$$Nu \cdot Pr^{-1/3} = 0,19 Re^{0,88}$$

şeklindedir.

Bu incelemelerin devamı olarak diğer geometrik büyüklüklerin etkilerini incelemek için bir seri deneysel araştırmayı öngörmüş bulunuyoruz.

Dans ce travail, on a expérimentalment, le transfer de chaleur pour le réchauffeur d'air à écrans-déflecteurs.

Les résultats obtenus sont les suivants.

1. pour le réchauffeur à quatre divisions :

$$Nu \cdot Pr^{-1/3} = 0,0795 Re^{1,14}$$

2. pour le réchauffeur à huit divisions :

$$Nu \cdot Pr^{-1/3} = 0,19 Re^{0,88}$$

Par suite de ces études nous nous apprêtons à faire une série de recherches expérimentales pour connaître les rôles des autres grandeurs géométriques.

(1) Université technique d'Istanbul, Faculté de Mécanique, Prof. Dr. - Ing.

(2) Dipl. - Ing. I.T.Ü. (Üni. tech. d'Istanbul)

1 — Introduction

Dans la pratique, l'air réchauffé est employé, en général, pour le chauffage ou le séchage. Comme source de chaleur, on utilise les gaz de cheminée dans les usines, les gaz d'échappement dans les voitures, ou des résistances électriques dans les fours à sécher. Le chauffage utilisant l'énergie calorifique des gaz peut se faire ou par le mélange direct de l'air pur et des gaz, ou au moyen d'un échangeur de chaleur: ceci dépend de l'emploi dont on fera de l'air réchauffé.

Le travail exposé a pour but d'étudier le réchauffeur d'air à écrans - déflecteurs pouvant être employé dans le chauffage des voitures au moyen des gaz d'échappement. Cependant, vu les possibilités de nos laboratoires, nous avons été obligés de faire usage des résistances électriques pour suppléer aux gaz d'échappement d'un moteur.

2 — Le Réchauffeur d'air étudié

Le réchauffeur d'air (figure 1.a) est formé de deux tuyaux cylindriques, le premier (1) ayant un diamètre d sur une longueur L et formant la source de chaleur, et le second (2) de diamètre D_1 . Les écrans - déflecteurs canalisant l'écoulement de l'air à réchauffer sont installés entre ces deux tuyaux placés concentriquement. Les écrans - déflecteurs et le tuyau extérieur sont des pièces en tôle galvanisée.

Le tuyau intérieur de diamètre $d=25$ mm est remplacé par un tube en céramique portant un trou de 4 mm au centre, trou par lequel l'axe du système passe; autour de ce trou, six autres trous de même diamètre et dont les centres se trouvent sur un même cercle, assurent le passage des résistances électriques de valeurs ohmiques égales. Au moyen de ces six résistances sur le contour on obtient un chauffage presque homogène.

Le diamètre du tuyau extérieur fut choisi comme étant un multiple de d ($D_1=5d$ dans le réchauffeur sujet de notre étude), de même les distances l entre deux écrans-déflecteurs consécutifs furent adoptées comme étant le double ou le quadruple de d ($l=2d$ et $l=4d$).

La figure 1.b représente un écran-déflecteur (no 3 sur la fig. 1a). Le segment de hauteur $h=d/2$ est enlevé à la couronne pour assurer le passage de l'air d'une division à l'autre. Les écrans-déflecteurs sont placés de manière à former des passages à chicanes, avec déplacements de 180° des segments enlevés.

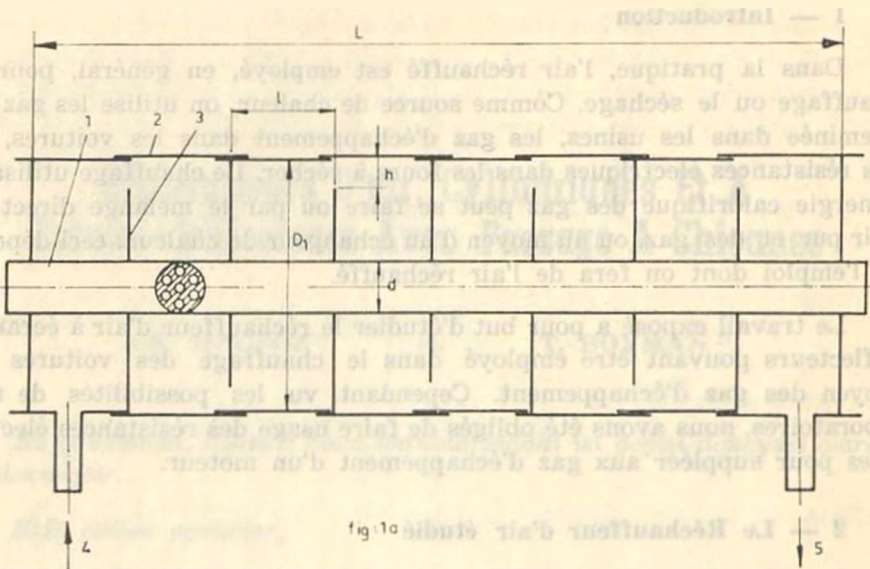


fig. 1a

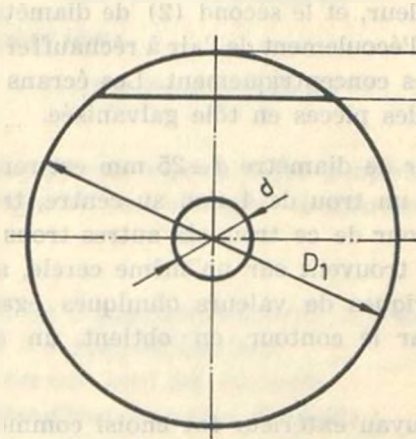


Fig. 1. a) Le réchauffeur d'air à huit divisions b) Ecran-défecteur
 ($l = 2d$; $h = d/2$; $D_1 = 5d$)

Le réchauffeur d'air de la figure 1.a comporte huit divisions. Quand au réchauffeur de la figure 2, l étant égale à $4d$, celui-ci comporte quatre divisions, la longueur totale L restant la même pour les deux types. Les autres dimensions restent identiques.

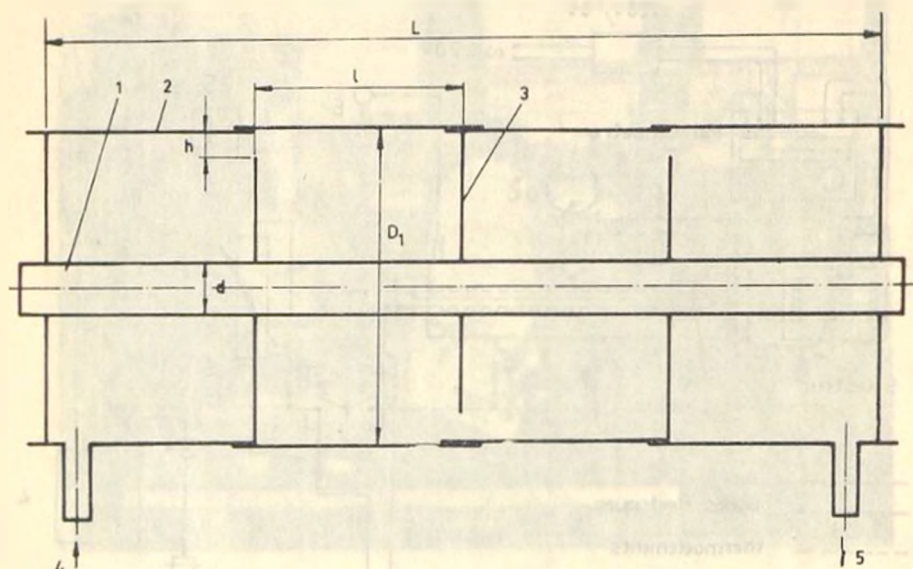


Fig. 2. Le réchauffeur d'air à quatre divisions ($l=4d$; $h=d/2$; $D_1=5d$)

Le tableau 1 donne les valeurs des rapports caractéristiques des deux types.

Tableau 1 — Dimensions caractéristiques des réchauffeurs

rapport caractéristique	à huit divisions	à quatre divisions
$f_D = \frac{D_1}{d}$	5	5
$f_l = \frac{l}{d}$	2	4
$f_h = \frac{h}{d}$	1/2	1/2

L'air frais à réchauffeur entre par le point (4) et sort, chauffé, par la conduite (5).

3 — Installation montée pour les expériences

L'installation montée pour les expériences (figure 3) comprend le réchauffeur d'air (1), le réseau électrique (2), un compresseur d'air (3),

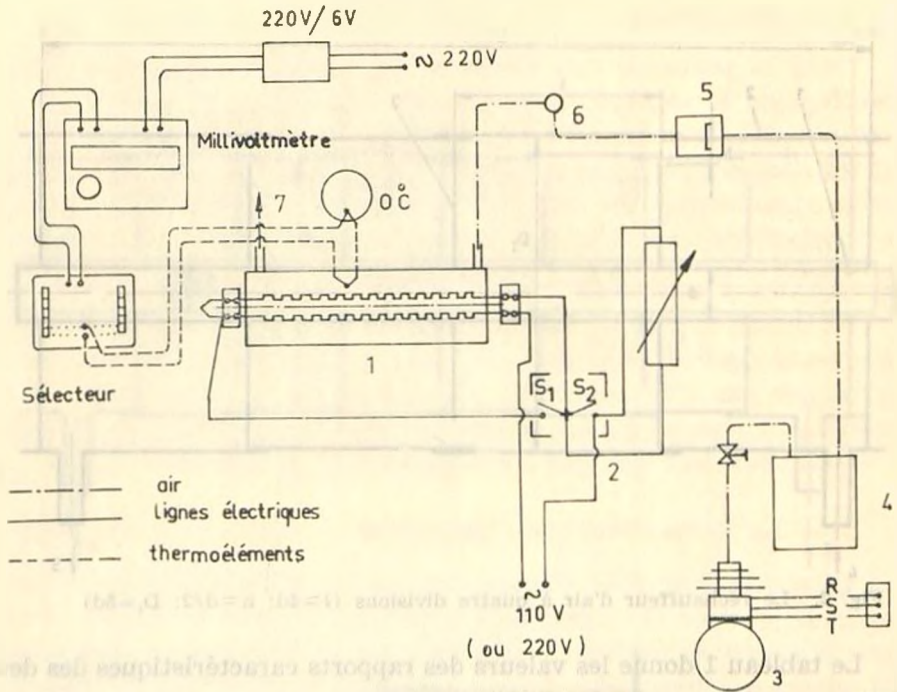


Fig. 3. Installation montée pour les expériences

une chambre froide à air de petite puissance (4), un séparateur d'eau (5), un débitmètre (6) et le réseau (7) pour les mesures de température. La figure 4 montre une vue de cette même installation, ainsi à la figure 5 est schématisé le réseau électrique. Selon la charge, le réseau peut marcher à 110 V ou à 220 V, et on a la possibilité d'arranger les résistances de manière à en laisser hors du circuit, trois qui sont non-consécutives.

La chambre froide comprend un serpentin formé de deux tubes en cuivre placés l'un dans l'autre. Au moyen de cette chambre la température de l'air envoyé dans le réchauffeur fut maintenue constante.

Le séparateur d'eau a pour but de retenir les gouttelettes d'eau de l'air provenant du compresseur et de la chambre froide.

Pour la mesure des températures, des thermocouples en NiCr-Ni furent employés. Les températures furent relevées au moyen d'un enregistreur à six canaux.

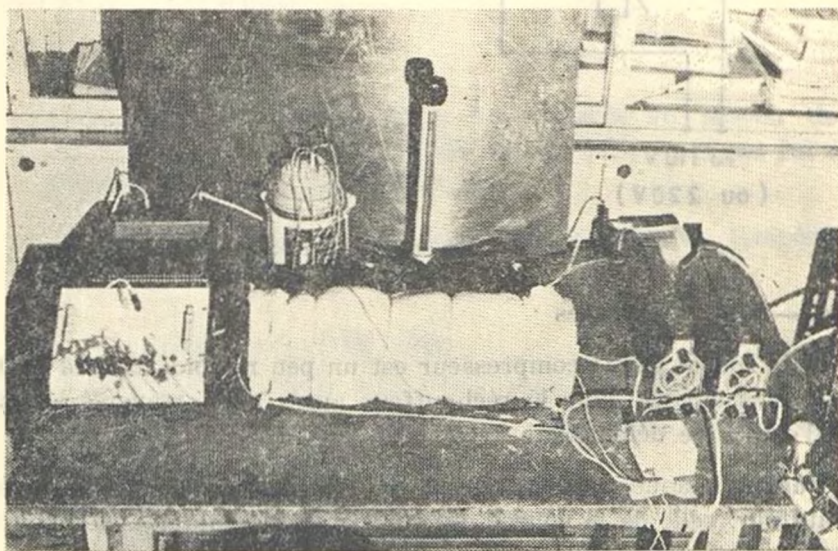
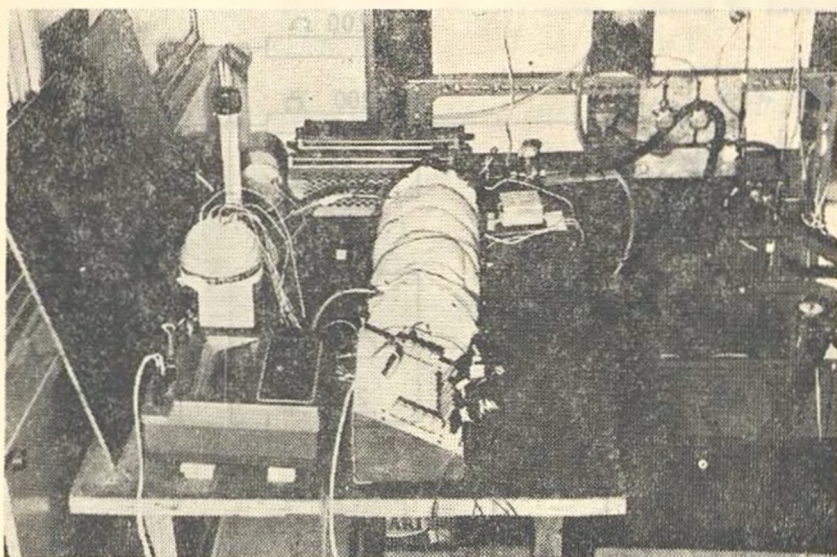


Fig. 4. Deux vues différentes de l'installation

Afin d'empêcher les pertes de chaleur, le réchauffeur fut isolé avec de la laine de verre, de 3 cm d'épaisseur.

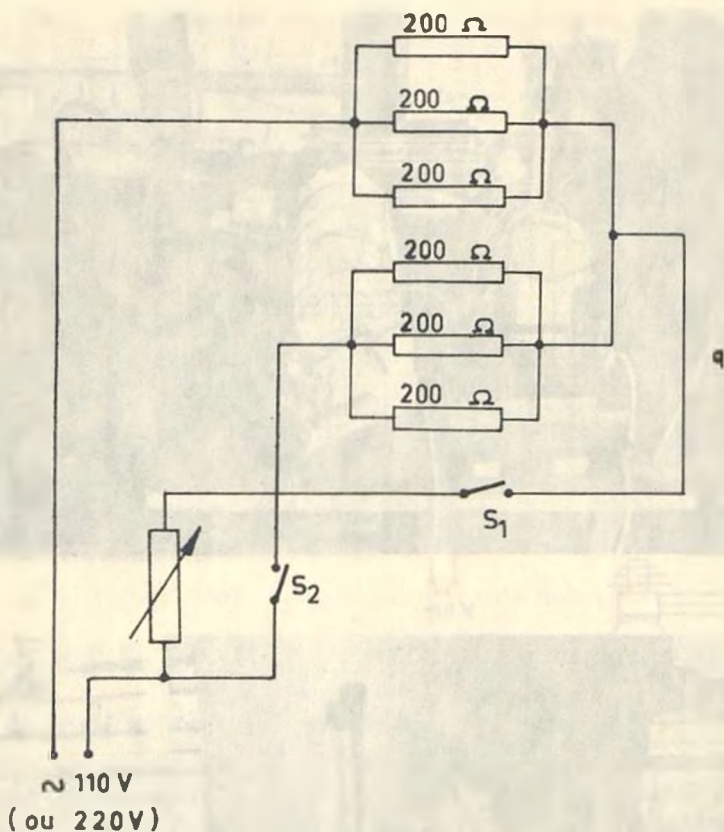


Fig. 5. Le schéma du réseau électrique

4 — Les expériences

L'air fourni par le compresseur est un peu refroidi dans la chambre froide, puis envoyé dans le réchauffeur après avoir traversé le séparateur d'eau et le débitmètre.

Durant chaque groupe d'essai, la température d'air à l'entrée du réchauffeur, celle de la source de chaleur en céramique et le débit d'air envoyé furent maintenus strictement constants.

4-1. Les mesures de température

Les bouts des thermocouples en NiCr-Ni, des thermoéléments de diamètre 0,25 mm, furent tordus sur une longueur de 2 mm, et placés

au milieu des passages d'air entre les divisions comme le montre la figure 6.

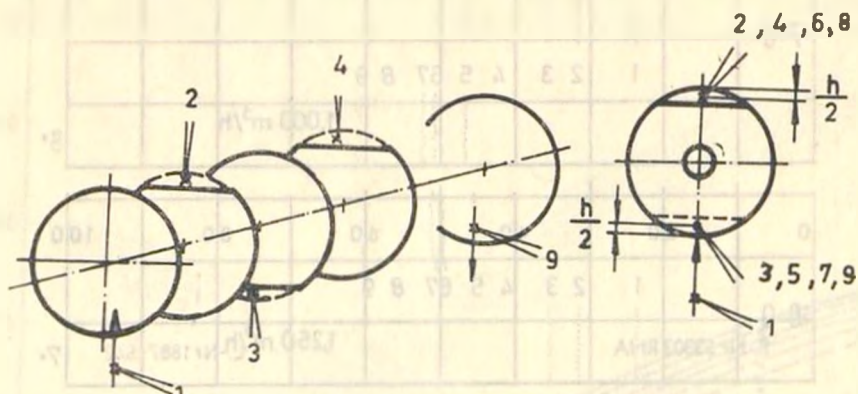


Fig. 6. Les positions des bouts des thermocouples

L'enregistrement des températures fut fait, toutes les deux secondes, au moyen de l'enregistreur Arucomp des établissements Hartmann et Braun.

4 - 2. Source de chaleur

Le tuyau intérieur en céramique fut chauffé au moyen de six résistances électriques et la température superficielle du tuyau fut maintenue uniforme au moyen des rhéostats.

Les expériences furent faites pour trois différentes températures superficielles : 100°C, 125°C et 150°C.

4 - 3. Les mesures de débit d'air

Les débits d'air envoyés sont 2,20; 2,00; 1,75; 1,50; 1,25 et 1,00 m³/h pour chaque valeur différente de la température superficielle du tuyau en céramique.

5 — Les résultats des expériences

5 - 1. Pour le réchauffeur à huit divisions

La figure 7 donne les variations des températures mesurées aux points indiqués sur la figure 6, pour chacune des valeurs du débit d'air, la température superficielle du tuyau intérieur étant 100°C. Les lectures

$t_0 = 100^\circ\text{C}$

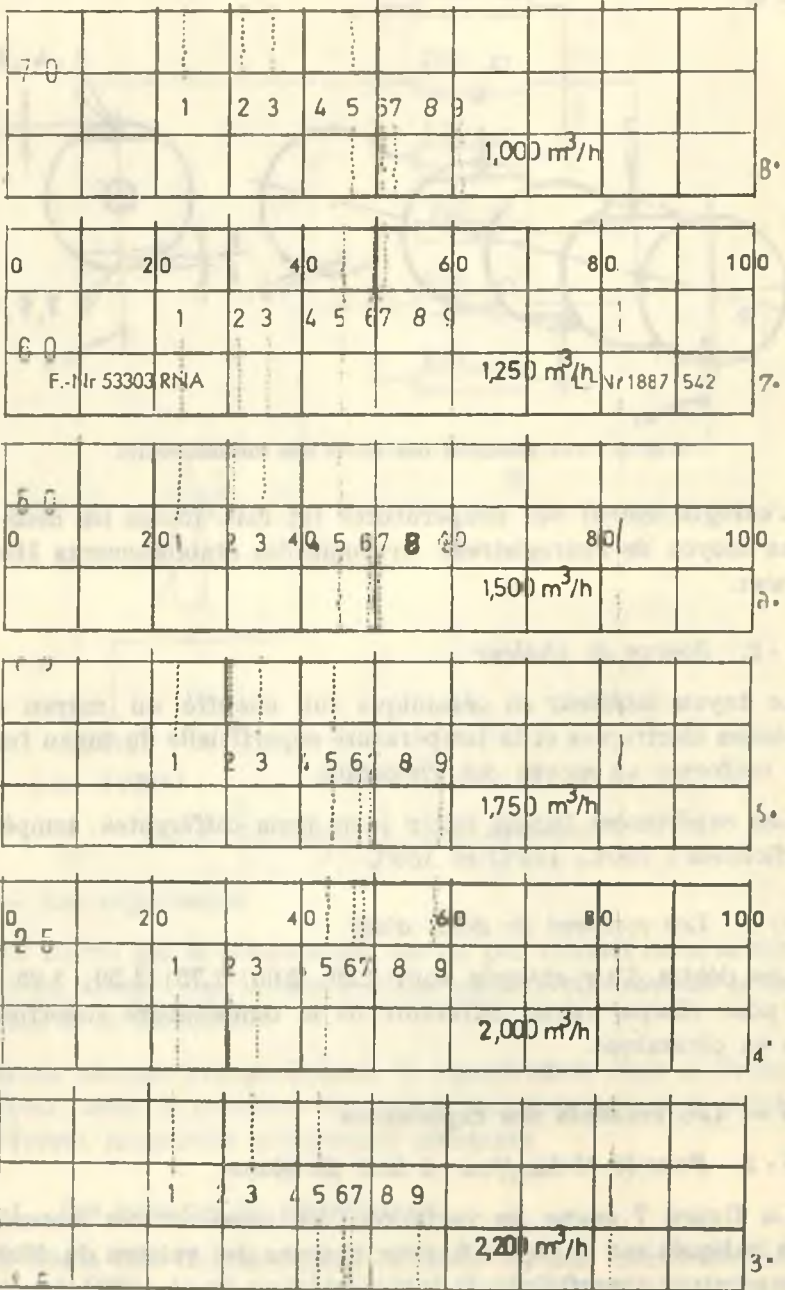


Fig. 7 Lecture des températures au moyen de l'enregistreur

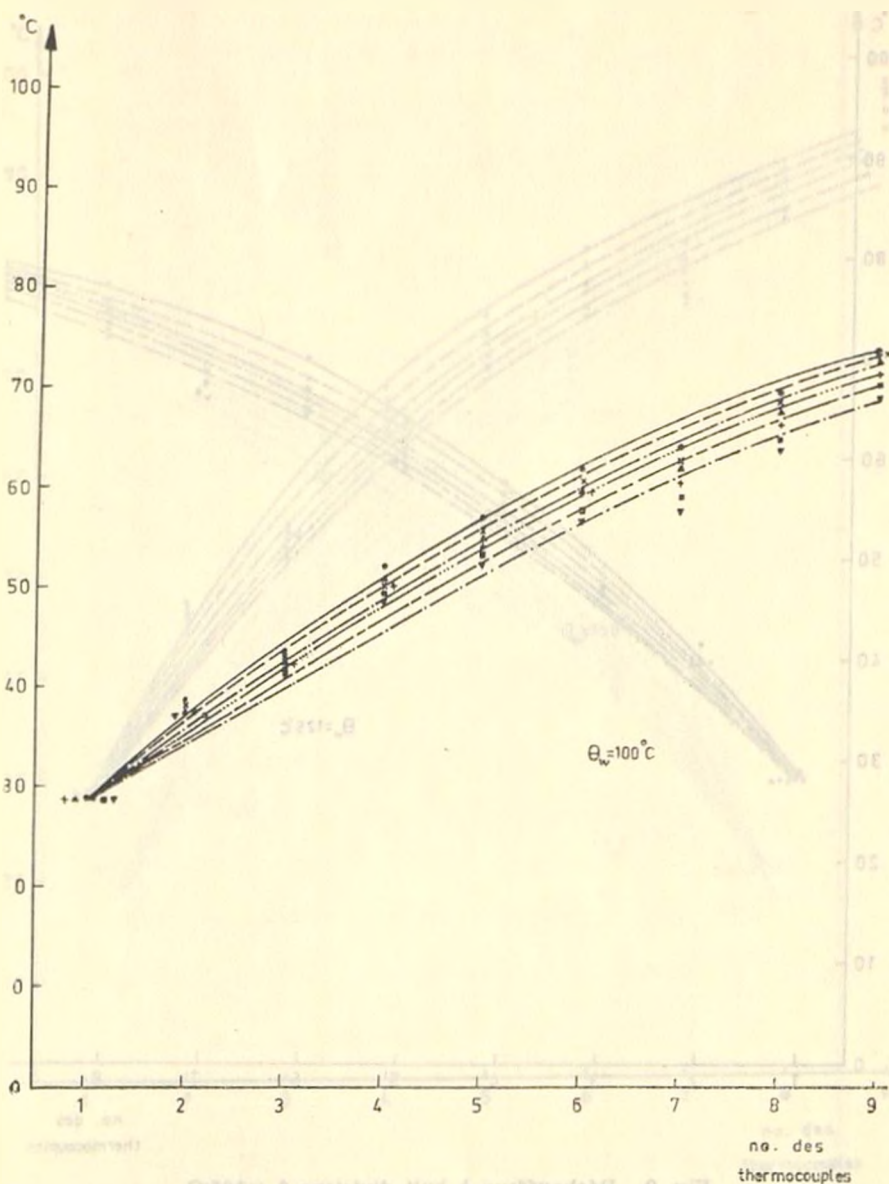


Fig. 8. Réchauffeur à huit divisions $\theta_w = 100^\circ\text{C}$

des températures furent faites après l'obtention de l'état de régime. On a relevé de la même manière les variations des températures pour 125°C et 150°C .

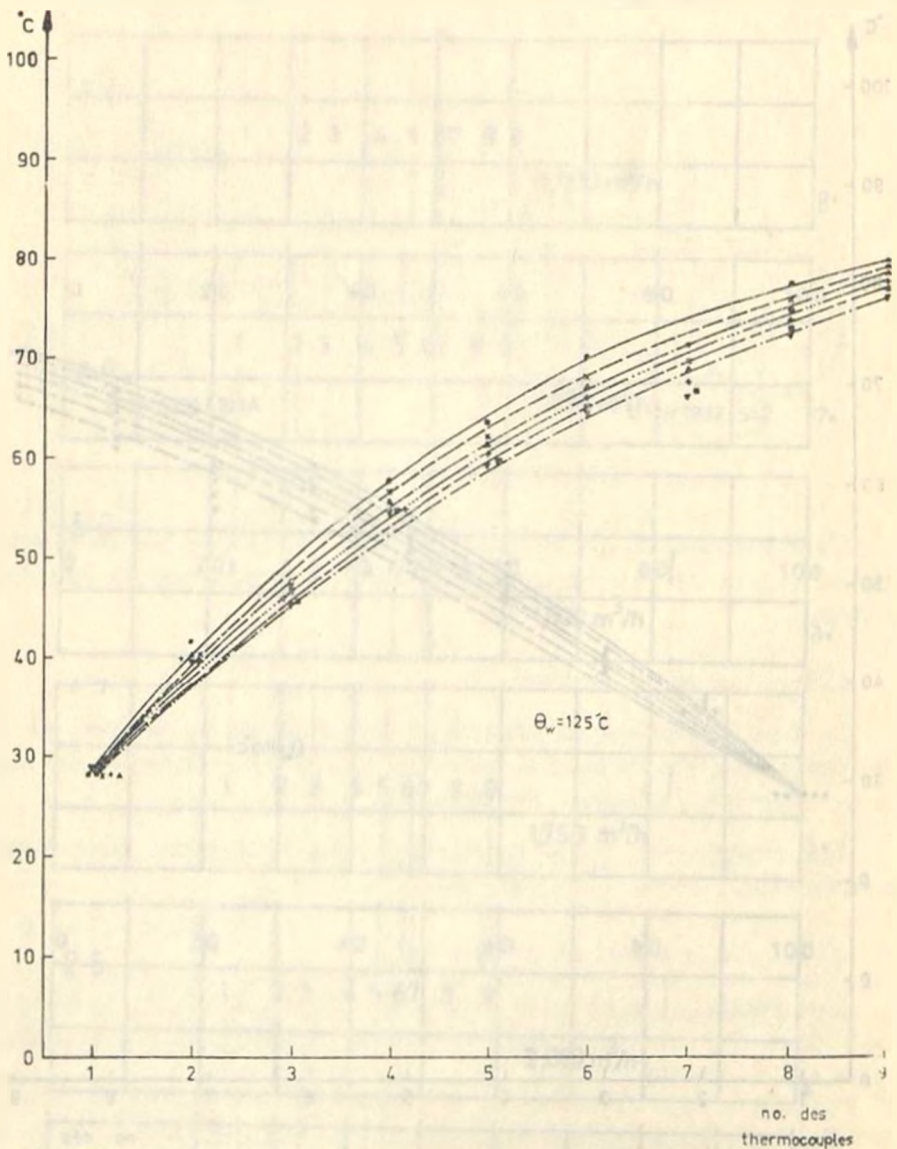


Fig. 9. Réchauffeur à huit divisions $\theta_w = 125^\circ\text{C}$

Les graphiques de ces variations sont donnés aux figures 8, 9 et 10, le point — 1 — indiquant l'entrée du réchauffeur, et le point — 9 —, la sortie de l'air.

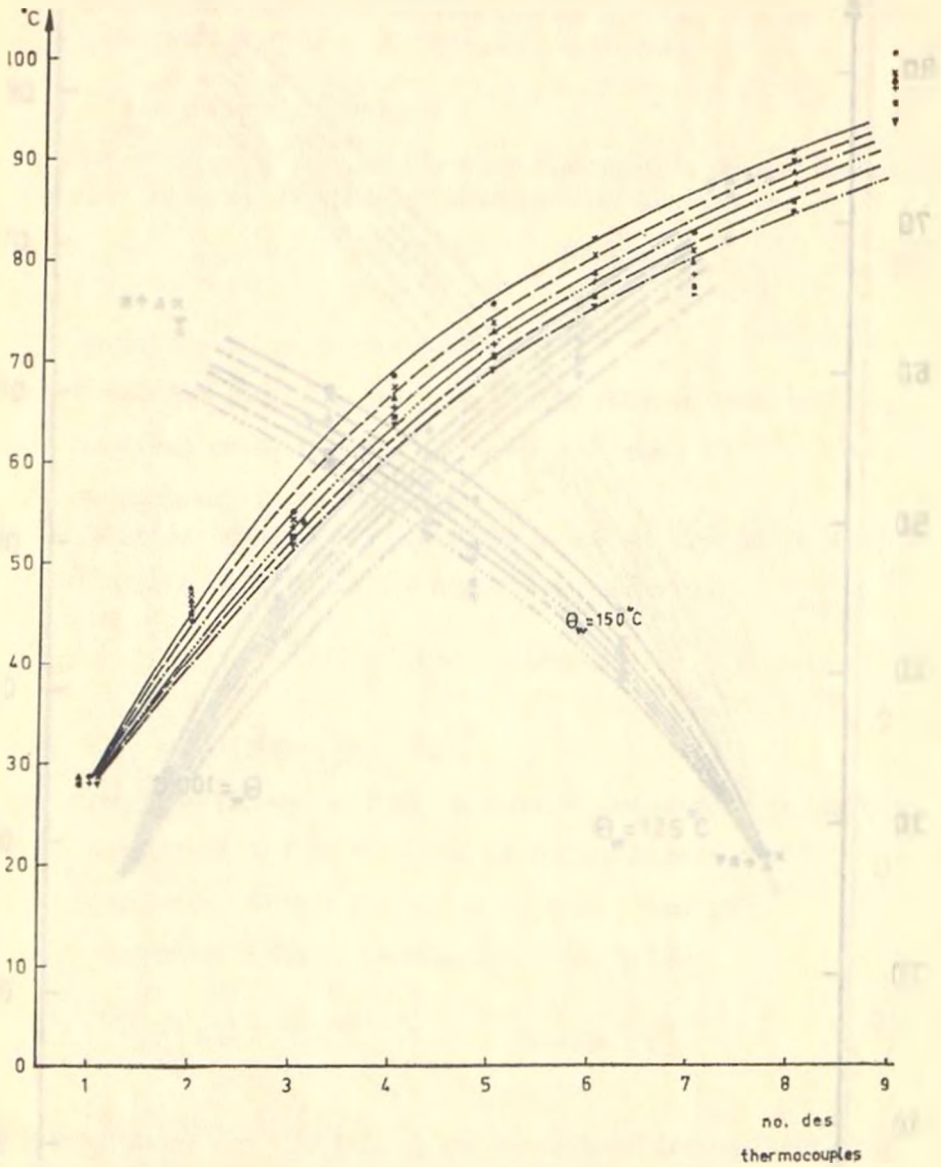
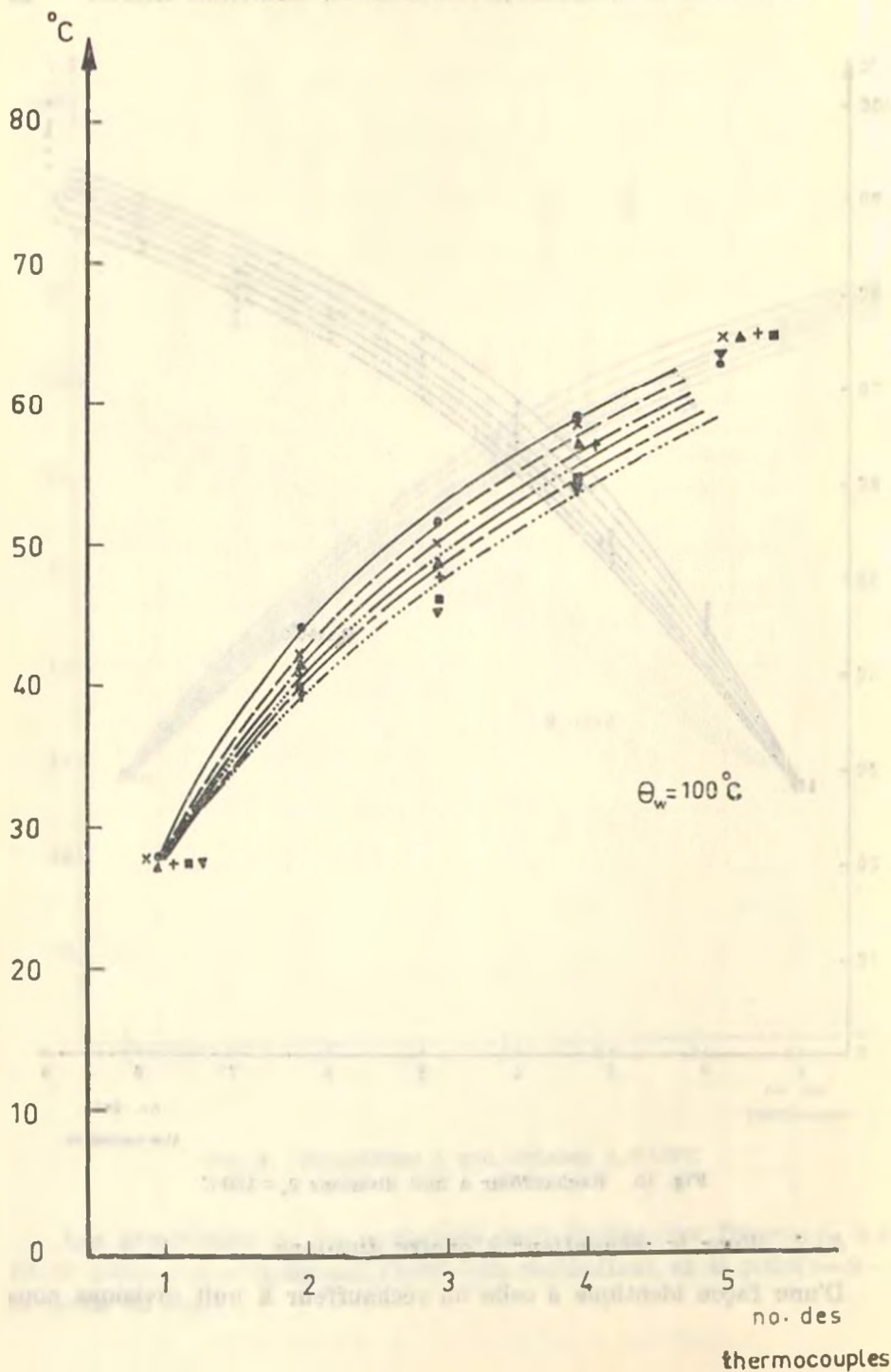


Fig. 10. Réchauffeur à huit divisions $\theta_w = 150^\circ\text{C}$

5 - 2. Pour le réchauffeur à quatre divisions

D'une façon identique à celle du réchauffeur à huit divisions nous

Fig. 11. Réchauffeur à huit divisions $\Theta_w = 100^\circ\text{C}$

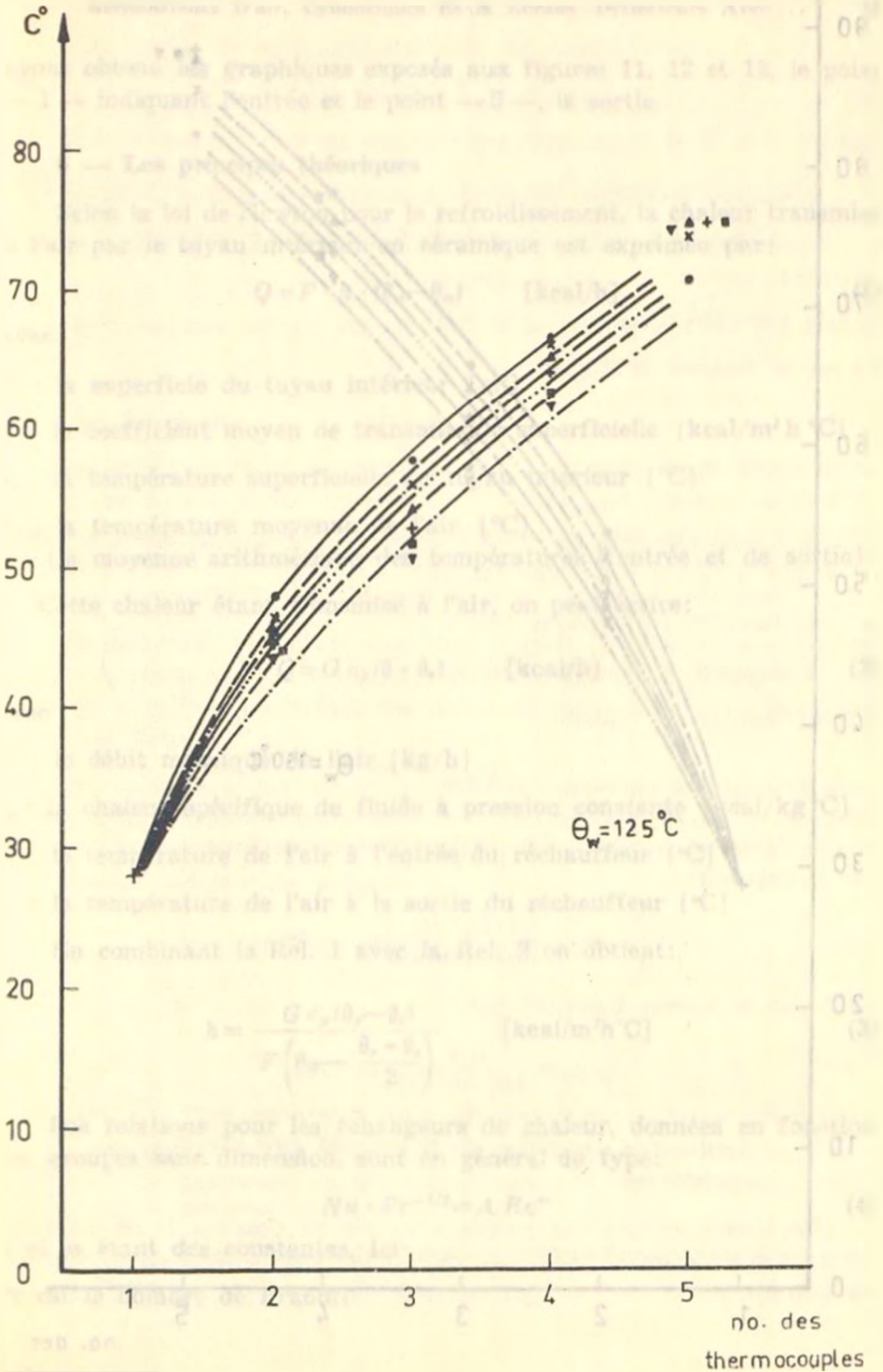


Fig. 12. Réchauffeur à huit divisions $\theta_w = 125^\circ\text{C}$

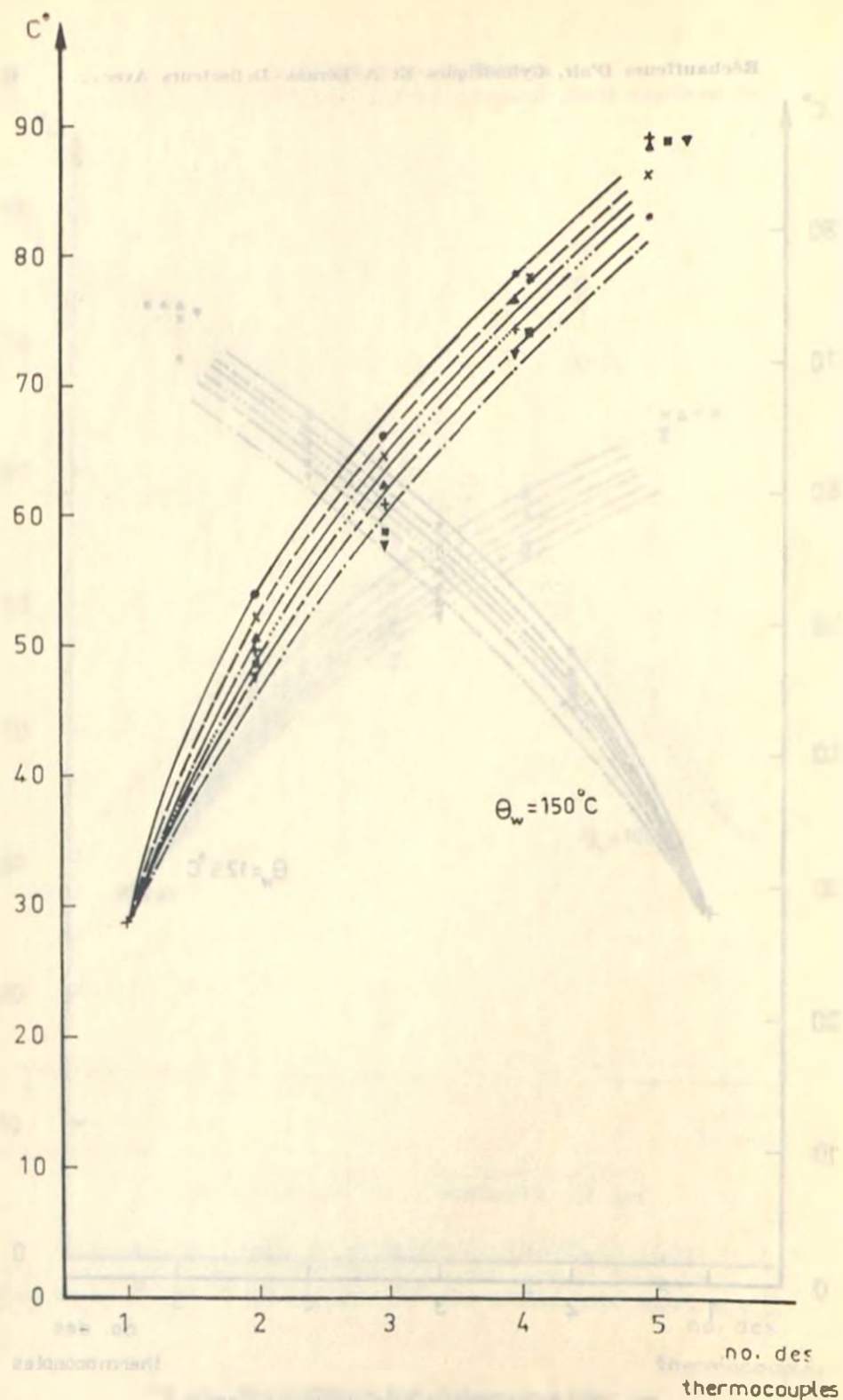


Fig. 13. Réchauffeur à huit divisions $\theta_w = 150^\circ\text{C}$

avons obtenu les graphiques exposés aux figures 11, 12 et 13, le point — 1 — indiquant l'entrée et le point — 5 —, la sortie.

6 — Les principes théoriques

Selon la loi de Newton pour le refroidissement, la chaleur transmise à l'air par le tuyau intérieur en céramique est exprimée par :

$$Q = F \cdot h \cdot (\theta_w - \theta_m) \quad [\text{kcal/h}] \quad (1)$$

avec :

F : la superficie du tuyau intérieur [m^2]

h : le coefficient moyen de transmission superficielle [$\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h} \text{°C}$]

θ_w : la température superficielle du tuyau intérieur [°C]

θ_m : la température moyenne de l'air [°C]

(la moyenne arithmétique des températures d'entrée et de sortie)

Cette chaleur étant transmise à l'air, on peut écrire :

$$Q = G c_p (\theta - \theta_e) \quad [\text{kcal/h}] \quad (2)$$

avec :

G : le débit massique de l'air [kg/h]

c_p : la chaleur spécifique du fluide à pression constante [$\text{kcal}/\text{kg} \text{°C}$]

θ_e : la température de l'air à l'entrée du réchauffeur [°C]

θ_s : la température de l'air à la sortie du réchauffeur [°C]

En combinant la Rel. 1 avec la Rel. 2 on obtient :

$$h = \frac{G c_p (\theta_s - \theta_e)}{F \left(\theta_w - \frac{\theta_e + \theta_s}{2} \right)} \quad [\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h} \text{°C}] \quad (3)$$

Les relations pour les échangeurs de chaleur, données en fonction des groupes sans dimension, sont en général du type :

$$Nu \cdot Pr^{-1/3} = A Re^m \quad (4)$$

A et m étant des constantes. Ici :

Pr est le nombre de Prandtl