

5/Problème (échangeur à plaques) :

De l'air chaud à 80°C produit par une installation industrielle est évacué à l'extérieur à raison de 5000 kg/h . Il traverse préalablement un échangeur servant à préchauffer à 20°C l'air neuf admis dans le bâtiment à une température d'entrée de 5°C .

L'échangeur est un appareil à plaques planes et à courants croisés, sans brassage des fluides, dont la surface d'échange est $\Sigma = 50\text{ m}^2$. Dans la plage de fonctionnement prévue, son coefficient global d'échange k est estimé par le constructeur à :

$$k = 3,6 q_{mf} + 65$$

avec q_{mf} en kg/s et k en $\text{W/m}^2\text{K}$.

1. Estimer a priori sur quel circuit le débit thermique unitaire est minimal.
 - 2 En procédant par approximations successives, déterminer quel débit d'air neuf cet échangeur peut porter à 20°C .
 3. Calculer la température de sortie du fluide chaud et la puissance de l'échangeur.
- P.J. Abaque $E = f(\text{NUT})$, fig. P.7.

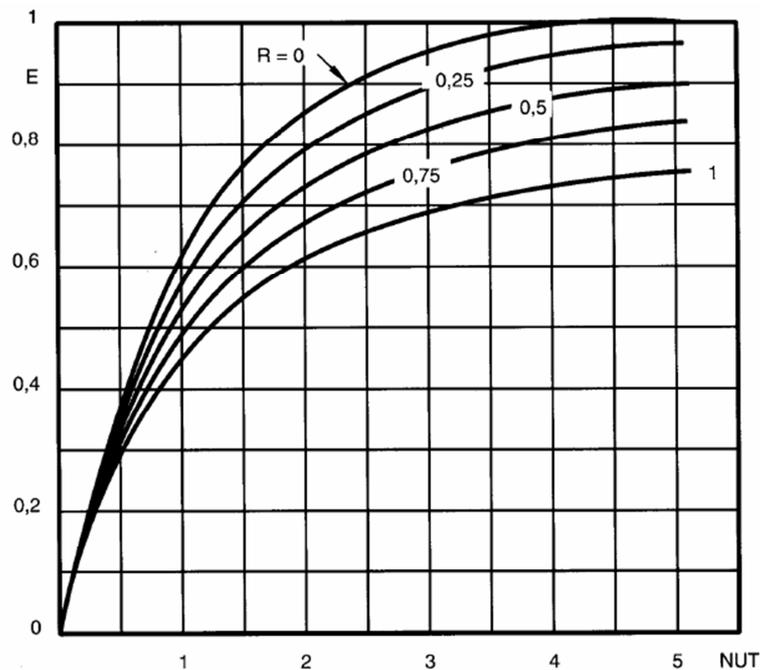


FIG. P.7. – Échangeur à courants croisés, fluides non brassés

6/Problème (échangeur à courants croisés) :

Une chaudière à mazout produit des fumées à 360 °C qui sont utilisées pour préchauffer de 20 à 120 °C l'air nécessaire à la combustion.

L'installation consomme 1500 kg de mazout par heure. La combustion d'un kilog de mazout demande 17,95 kg d'air et produit 18,95 kg de fumées.

L'appareil utilisé est un échangeur tubulaire à courants croisés, à deux passes côté tubes ; l'air circule dans les tubes, verticalement, et les fumées autour des tubes, horizontalement (cette disposition limite les obligations de ramonage).

La température de paroi T_p des tubes doit être partout supérieure à 160 °C pour éviter la corrosion due à la condensation des composés soufrés.

Les tubes forment un faisceau en ligne, à pas carré, de pas relatif $e^+ = 1,4$. Ils ont pour diamètre extérieur $D = 55$ mm et pour diamètre intérieur $d = 50$ mm.

Pour chaque écoulement, le nombre de Reynolds est fixé : $Re_f = 25000$ dans les tubes (fluide froid) et $Re_c = 5000$ en calandre (fluide chaud, vitesse de référence = vitesse débitante en calandre vide).

Dans le domaine de température envisagé, on prendra comme caractéristiques moyennes des fumées :

$$\mu = 3.10^{-5} \text{ kg / m.s} \quad C_p = 1212 \text{ J / kg K}$$

$$\lambda = 0,033 \text{ W / m K} \quad \rho = 0,585 \text{ kg / m}^3$$

1. Calculer la température de sortie des fumées T_{cs} .
2. L'échangeur peut fonctionner soit avec des entrées opposées, soit avec des entrées du même côté (voir figure P8). Quel sens de fonctionnement doit être choisi pour éviter le risque de condensation des composés soufrés ?
3. Calculer à quelles vitesses de référence V_c^0 et V_f^0 correspondent les nombres de Reynolds imposés.
4. Déterminer le coefficient global d'échange k_c côté fluide chaud (négliger la résistance thermique de la paroi).
5. Calculer la puissance Φ de l'échangeur, son efficacité E et son NUT. Déterminer la surface d'échange Σ_c côté chaud, le nombre de tubes nécessaires et la longueur L de chaque tube.