

Signature :

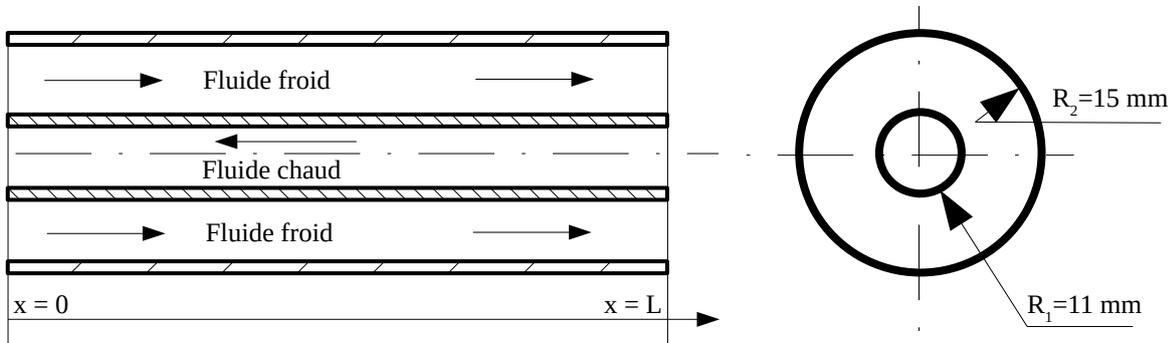
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_ INE : \_\_\_\_\_

Formation : \_\_\_\_\_ Numéro de place : \_\_\_\_\_

Niveau : \_\_\_\_\_ Filière : \_\_\_\_\_

**Méthode des volumes finis en transfert thermique et mécanique des fluides (10 pts.)**

On considère un échangeur tubulaire à contre courant (les fluides circulent en sens opposés) d'une longueur  $L = 1$  m parfaitement calorifugé vis-à-vis de l'extérieur et fonctionnant en régime permanent.



L'échange thermique s'effectue par la paroi du tube central contenant le fluide chaud. Le coefficient d'échange global est  $h = 278,52 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .

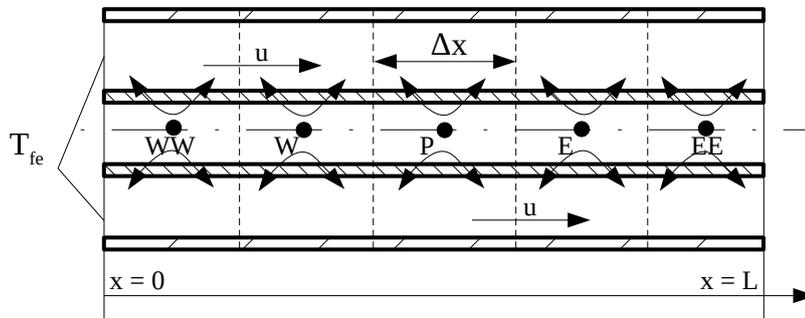
On s'intéresse ici **au fluide froid** dont les propriétés sont les suivantes : une conductivité thermique  $\lambda = 0,6 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , une capacité thermique massique  $c_{th} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et une masse volumique  $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Le tube dans lequel circule le fluide froid a pour rayons  $R_1 = 11 \text{ mm}$  et  $R_2 = 15 \text{ mm}$ .

Le fluide froid circule à la vitesse de  $18,4 \text{ mm/s}$ .

L'objectif est de déterminer comment le fluide froid se réchauffe le long de l'échangeur.

Pour cela, on discrétise le domaine à l'aide de 5 volumes identiques de largeur  $\Delta x = 0,2 \text{ m}$  de la façon suivante :



Des mesures donnent la température moyenne dans le fluide chaud pour chaque volume :

	$T_{c_{ww}}$	$T_{c_w}$	$T_{c_p}$	$T_{c_e}$	$T_{c_{ee}}$
$T_{ci}(\text{�C})$	79,50	78,40	77,16	75,76	74,18

La température du fluide froid en amont de l'échangeur est constante et égale à la température d'entrée dans l'échangeur  $T_{fe} = 15^\circ\text{C}$ .

1) On considère un schéma centré pour les termes diffusifs et pour les termes advectifs, un schéma tel que pour les faces e et w du volume de centre i :

$$T_e = T_i + \frac{1}{2}(T_i - T_{(i-1)}) \quad \text{et} \quad T_w = T_{(i-1)} + \frac{1}{2}(T_{(i-1)} - T_{(i-2)})$$

a) Écrire l'expression analytique de l'équation bilan pour le volume de centre P que vous exprimerez en fonction des coefficients a, b et c dont vous donnerez l'expression.

a est le coefficient du terme advectif, b le coefficient du terme diffusif et c celui du terme source.

b) Calculer les valeurs numériques de a, b et c et donner leur valeur avec 2 décimales.  
Quelle conclusion tirez-vous de ces applications numériques ?

c) Établir les équations analytiques des autres volumes en faisant apparaître le rapport c/a et en utilisant les indications données précédemment pour traduire les conditions aux limites.

d) Mettre le système d'équations sous la forme  $[A].[T_i] = [C]$  et donnez l'expression analytique des matrices  $[A]$  et  $[C]$  en faisant apparaître le rapport  $c/a$  .

e) Déterminer la distribution des températures aux différents nœuds.

$T_{ww}$	$T_w$	$T_p$	$T_E$	$T_{EE}$

f) Comparer avec la solution analytique et commenter:

	$T_{ww}$	$T_w$	$T_p$	$T_E$	$T_{EE}$
(An.)	19,34	27,26	34,27	40,47	45,95
%écart					