

Master 1 , Fab. Mec et Prod , S1

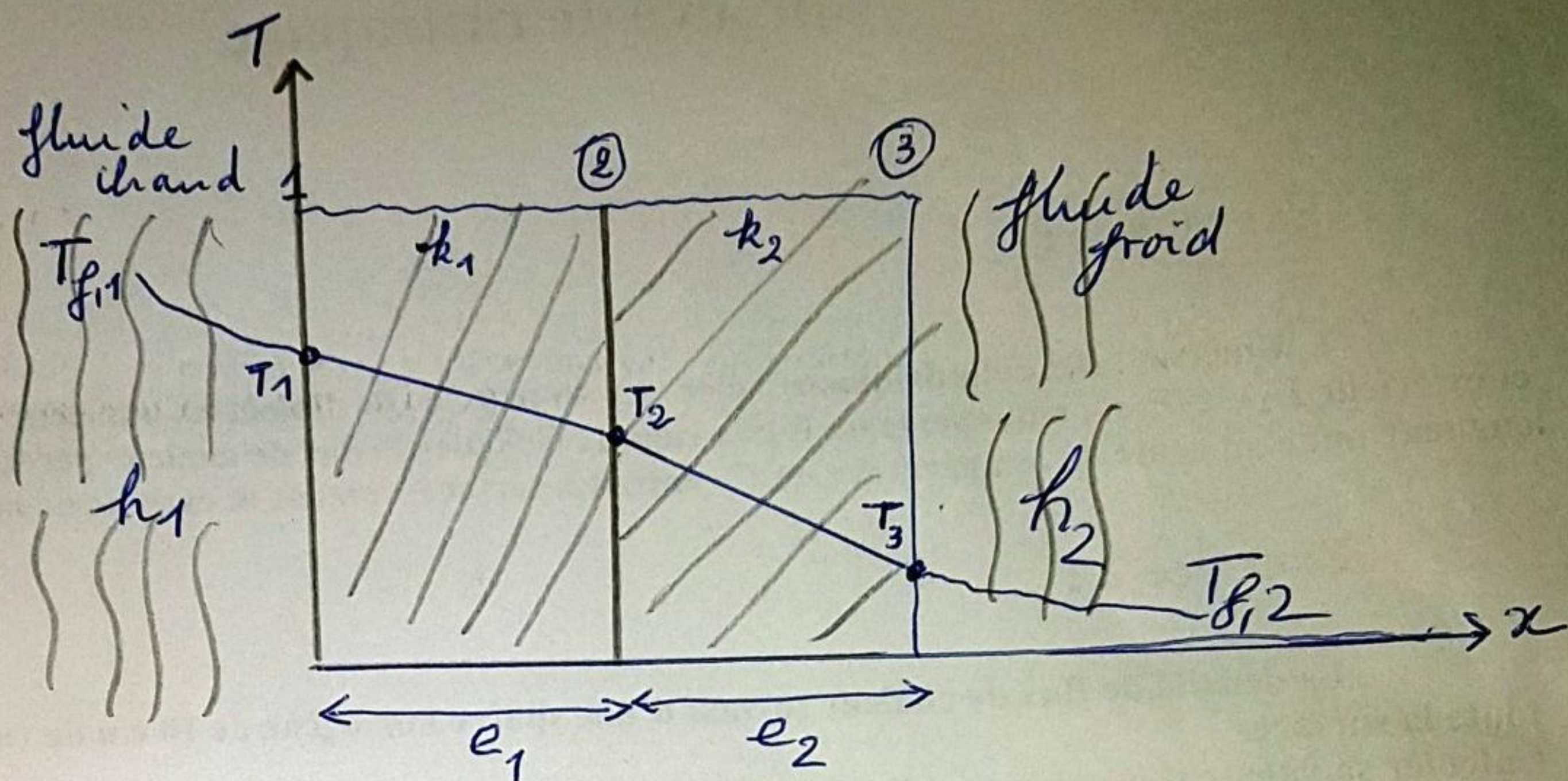
Transfert de chaleur dans le procédé de
fabrication

Complément au chap IV

Echange stationnaire entre deux
fluides

Echange stationnaire entre deux fluides séparés par une paroi accolée

- Parois planes



Decomposition du transfert de chaleur

① Convection fluide chaud - paroi 1

$$\dot{q} = h_1 (T_{f,1} - T_1)$$

①

② Conduction à travers la paroi 1

$$\dot{q} = \frac{k_1}{e_1} (T_1 - T_2)$$

②

③ Conduction à travers la paroi 2

$$\dot{q} = \frac{k_2}{e_2} (T_2 - T_3)$$

③

④ Convection paroi 3 - fluide froid

$$\dot{q} = h_2 (T_3 - T_{f,2})$$

④

ce qui donne

(2)

$$\frac{\dot{q}}{h_1} = T_{f,1} - T_1$$

$$\dot{q} \frac{e_1}{k_1} = T_1 - T_2$$

$$\dot{q} \frac{e_2}{k_2} = T_2 - T_3$$

$$\frac{\dot{q}}{h_2} = T_3 - T_{f,2}$$

$$\dot{q} \left(\frac{1}{h_1} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{1}{h_2} \right) = T_{f,1} - T_{f,2}$$

$\Rightarrow$

$$\dot{\Phi} = \dot{q} \cdot S$$

$$\frac{\dot{\Phi}}{S} \left(\frac{1}{h_1} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{1}{h_2} \right) = T_{f,1} - T_{f,2}$$

$$\dot{\Phi} \left(\frac{1}{h_1 S} + \frac{e_1}{k_1 S} + \frac{e_2}{k_2 S} + \frac{1}{h_2 S} \right) = T_{f,1} - T_{f,2}$$

$$\dot{\Phi} (R_{h_1} + R_{k_1} + R_{k_2} + R_{h_2}) = T_{f,1} - T_{f,2}$$

où $R_{h_1} = \frac{1}{h_1 S}$ est la résistance thermique convective

$R_{k_1} = \frac{e_1}{k_1 S}$ est la résistance thermique conductive

$R_{k_2} = \frac{e_2}{k_2 S}$ est la résistance thermique conductive

$R_{h_2} = \frac{1}{h_2 S}$ est la résistance thermique convective

$$\Rightarrow \boxed{\dot{\Phi} = \frac{T_{f,1} - T_{f,2}}{R_{h_1} + R_{k_1} + R_{k_2} + R_{h_2}}}$$

3

$$\dot{Q} = \frac{T_{f,1} - T_{f,2}}{R_T}$$

où R_T est la résistance totale

$$R_T = R_{h_1} + R_{k_1} + R_{k_2} + R_{h_2}$$

On définit le coefficient global de transmission (rapporté à l'unité de surface d'échange)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_1} + \sum_j \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_2}$$

Donc $\dot{q} = K (T_{f,1} - T_{f,2})$

L'unité de K étant $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Une fois $\dot{q}$ obtenue, on peut calculer les températures intermédiaires (T_1, T_2, T_3) au moyen des relations (1).....(4)

Le schéma analogique

