

TH3 – Diffusion thermique

I – Généralités

- I-1) Equilibre thermodynamique local
- I-2) Les trois modes de transport de l'énergie

II – Flux thermique

- II-1) Flux thermique
- II-2) Vecteur densité de courant thermique

III – Bilan thermique

- III-1) Généralités
- III-2) Bilan local unidimensionnel
- III-3) Bilan local tridimensionnel
- III-4) Bilan intégral

IV - Loi de Fourier

- IV-1) Loi phénoménologique
- IV-2) Limites de validité

V – Equation de la diffusion thermique

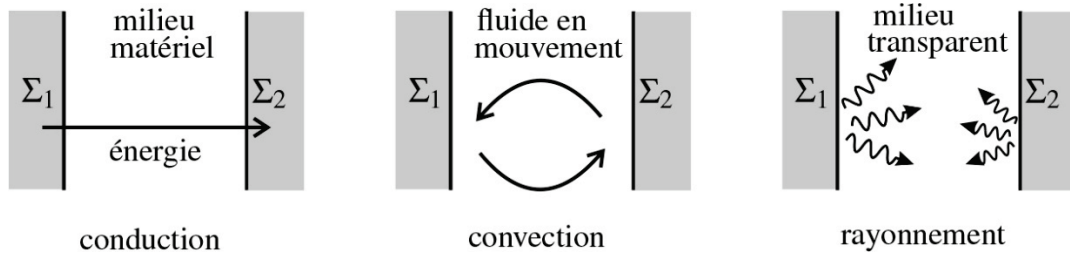
- V-1) Cas unidimensionnel
- V-2) Cas tridimensionnel
- V-3) Analyse en ordre de grandeur
- V-4) Conditions aux limites
 - a) Continuité du flux thermique
 - b) Paroi calorifugée
 - c) Contact thermique parfait entre deux solides
 - d) Contact solide-fluide

VI – Régimes stationnaires

- VI-1) Conservation du flux
- VI-2) Résistance thermique
 - a) Définition
 - b) Lois d'association
 - c) Analogie avec l'électrocinétique
 - d) Double vitrage
 - e) Autres expressions de R_{th}

I – Généralités

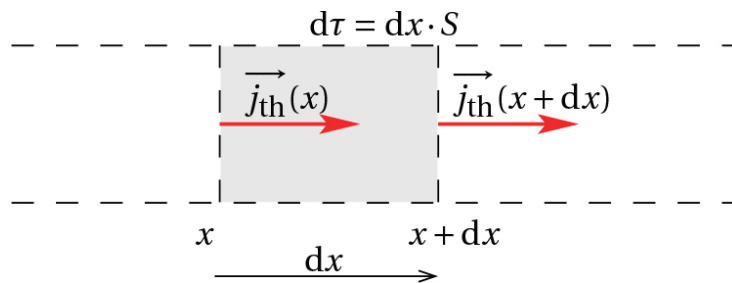
I-2) Les trois modes de transport de l'énergie



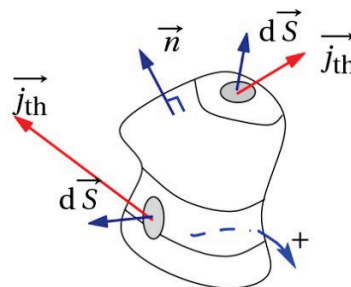
II – Flux thermique

III – Bilan thermique

III-2) Bilan local unidimensionnel



III-4) Bilan intégral



Surface finie et fermée S
délimitant un volume \mathcal{V}

IV - Loi de Fourier

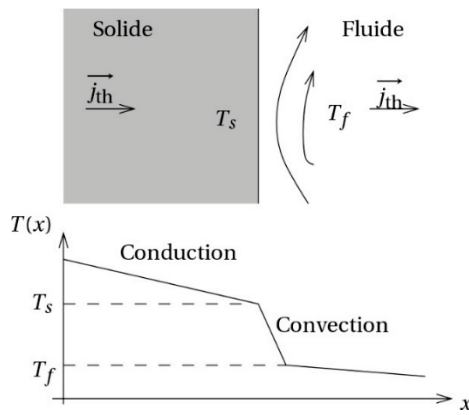
IV-1) Loi phénoménologique

Sa valeur dépend du matériau considéré (toutes les mesures ont été réalisées à 25°C) :

Milieu	Cuivre	Aluminium	Acier	Vitrocéramique	Pyrex	Béton
λ $W K^{-1} m^{-1}$	399	237	16	3,98	1,4	0,92
Milieu	Brique	Eau	Bois	Laine de verre	Polystyrène expansé	Air
λ $W K^{-1} m^{-1}$	0,72	0,597	0,15 à 0,45	0,038	0,027	0,026

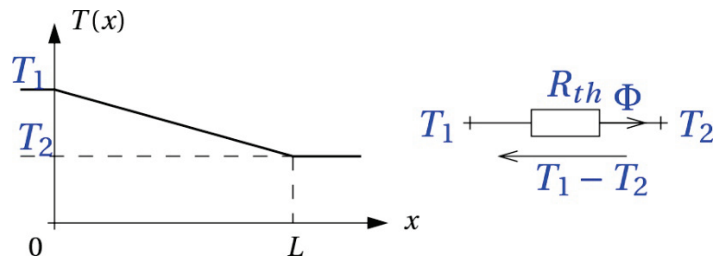
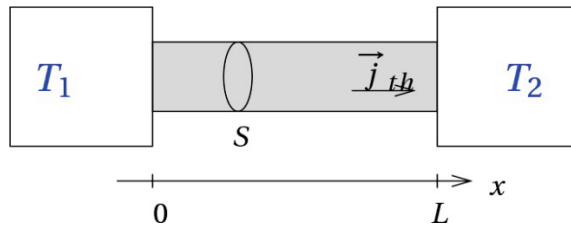
V – Equation de la diffusion thermique

V-4-d) Contact solide-fluide

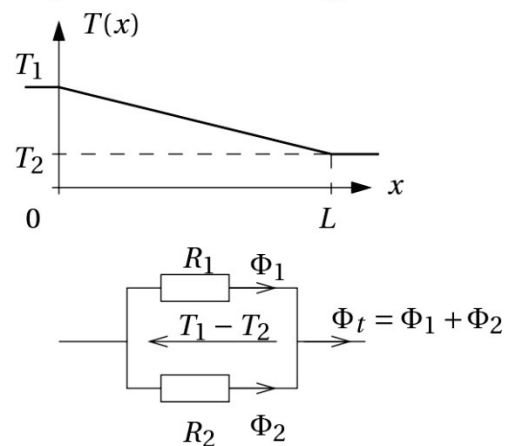
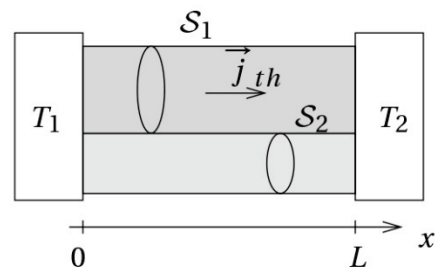
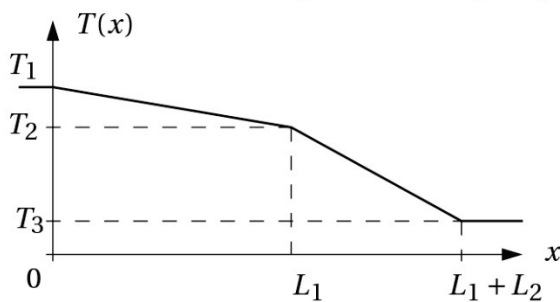
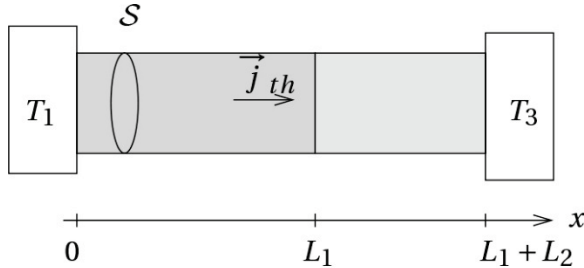


VI – Régimes stationnaires

VI-2-a) Définition



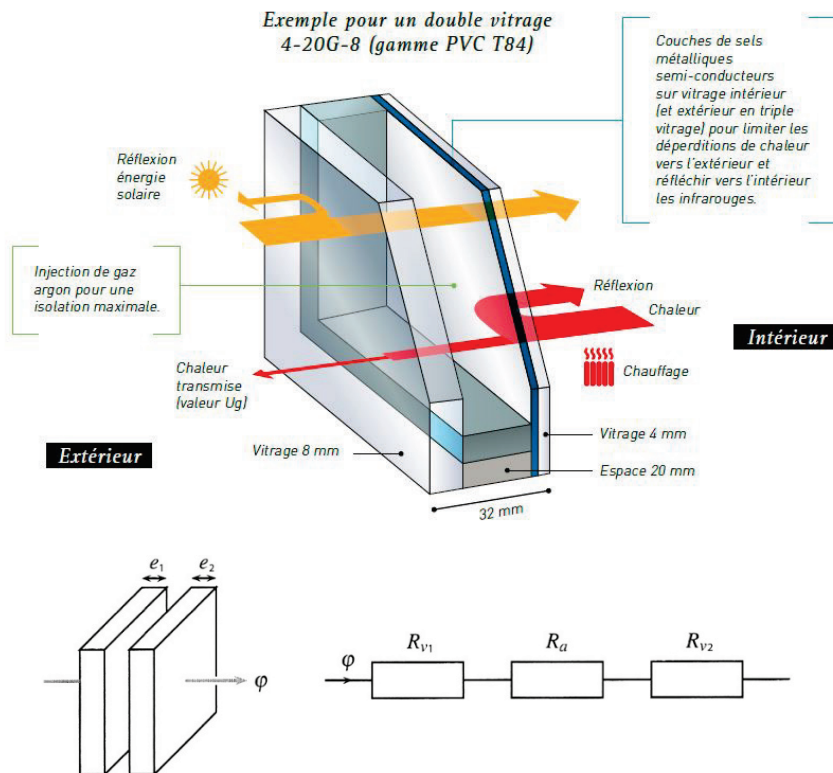
VI-2-b) Lois d'association



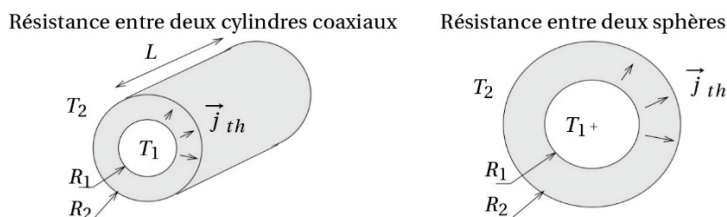
VI-2-c) Analogie avec l'électrocinétique

Grandeur	Conduction thermique	Conduction électrique
Grandeur transportée	Energie U	Charge q
Loi d'Ohm	$T_1 - T_2 = R_{th} \phi_{th,1 \rightarrow 2}$	$V_1 - V_2 = R I_{1 \rightarrow 2}$
Résistance	$R_{th} = \frac{L}{\lambda S}$	$R = \frac{L}{\gamma S} = \frac{\rho L}{S}$ (On reverra en électrostatique)
Flux	$\phi_{th} = \iint_{M \in S} \underbrace{\vec{j}_{th}(M, t)}_{Wm^{-2}} \cdot d\vec{S}_M$	$I = \iint_{M \in S} \underbrace{\vec{j}_{elec}(M, t)}_{Am^{-2}} \cdot d\vec{S}_M$ (On reverra en électrostatique)
Equation de continuité du flux	$div \vec{j}_{th}(M, t) = 0$	$div \vec{j}_{elec}(M, t) = 0$ (On reverra en électrostatique)
Loi de Fourier	$\vec{j}_{th} = -\lambda grad T$	$\vec{j}_{elec} = -\gamma grad V$ (On reverra en électrostatique)
Association en série	$R_{th,s} = R_{th,1} + R_{th,2}$	$R_s = R_1 + R_2$
Association en parallèle	$\frac{1}{R_{th,p}} = \frac{1}{R_{th,1}} + \frac{1}{R_{th,2}}$	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

VI-2-d) Double vitrage



VI-2-f) Autres expressions de R_{th}



On peut démontrer que :

$$\begin{cases} \text{Cylindriques : } R_{th} = \frac{1}{2\pi\lambda L} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \\ \text{Sphériques : } R_{th} = \frac{1}{4\pi\lambda} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \end{cases}$$