

Physique du Bâtiment I

Phénoménologie

Chapitre 1

Course solaire
Ombre portées

Chapitre 2

L'air humide
Diagrammes
psychrométriques
Chaleur sensible / latente

Chapitre 7

Confort thermique

Chapitre 3

Hydrostatique
Hydrodynamique

Chapitre 4

Conduction
Convection
Rayonnement

Résumé

Mécanique des fluides

- Equation de Bernoulli

Expression générale :

$$p + 1/2 \rho V^2 + \rho gh = \text{Constante}$$

- Hydrostatique

Hypothèse de l'hydrostatique : $V = 0$



$$p + \rho gh = \text{Constante}$$

- Gradient de pression

$$p(h) = p_0 - \rho gh \iff h \uparrow p(h) \downarrow$$

- Effet de cheminée

$$\Delta p_{ie}(h) = gh (\rho_e - \rho_i) \iff \theta_i > \theta_e \quad \Delta p_{ie}(h) > 0$$

Résumé

Mécanique des fluides

- Equation de Bernoulli

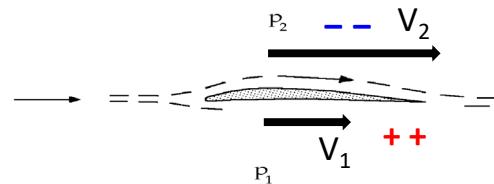
Expression générale :

$$p + 1/2 \rho V^2 + \rho gh = \text{Constante}$$

- Hydrodynamique

Hypothèse de l'hydrodynamique : $h_1 = h_2$

$$p + 1/2 \rho V^2 = \text{Constante}$$



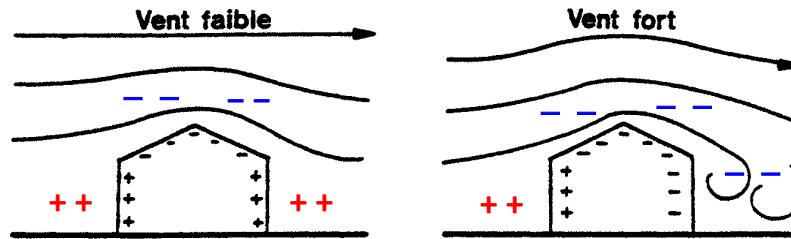
$$\Delta p_{12} = p_1 - p_2 = 1/2 \rho (V_2^2 - V_1^2) > 0$$

$$V_2 > V_1 \quad \iff \quad p_2 < p_1$$

Résumé

Hydrodynamique

- Répartition des pressions



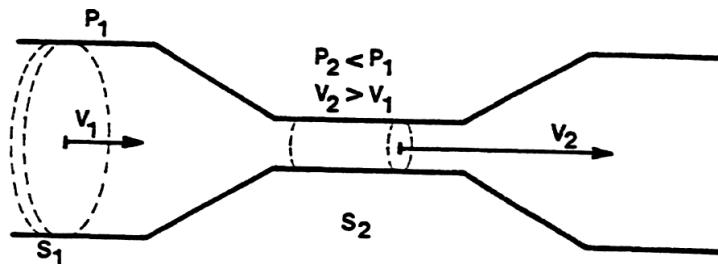
Ecoulement laminaire

Lignes de courant
symétriques

Ecoulement turbulent

Pas de symétrie
($V > 60 \text{ km/h}$)

- Effet Venturi



$$D = VS = \text{Constante}$$

$$S_2 < S_1 \rightarrow V_2 > V_1 \rightarrow p_2 < p_1$$

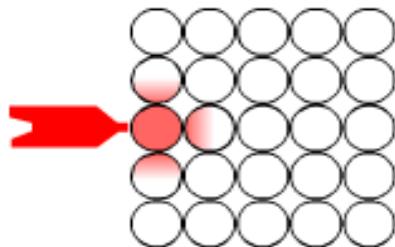
Physique du Bâtiment



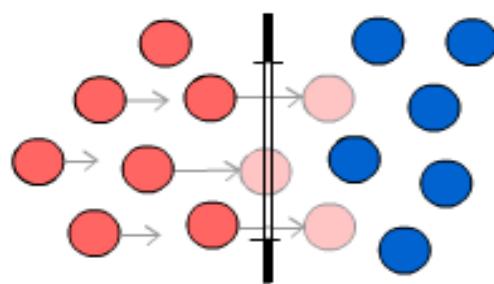
Transport de chaleur

Transport de chaleur

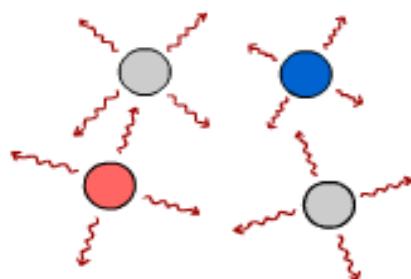
Conduction



Convection

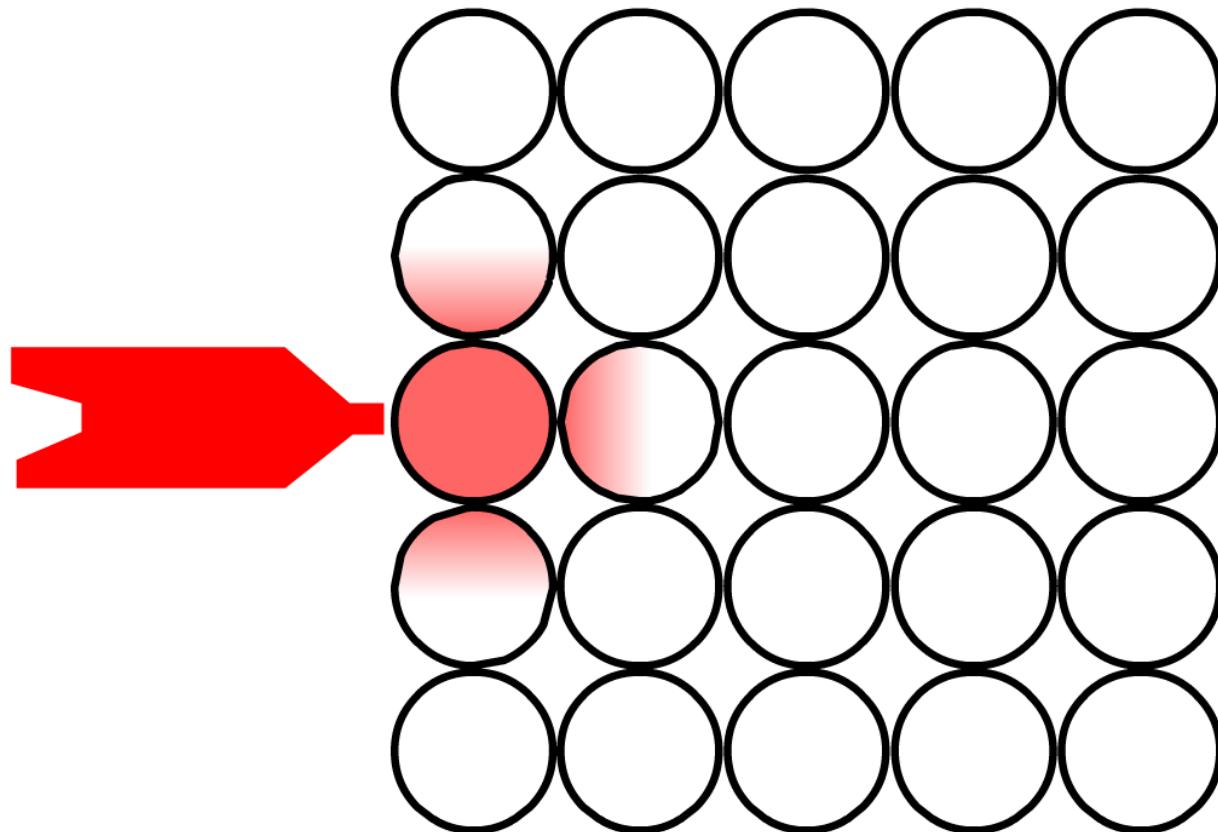


Rayonnement



Conduction, Convection & Rayonnement

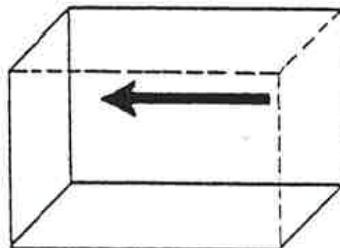
Transport de chaleur



Conduction thermique

Transport de chaleur

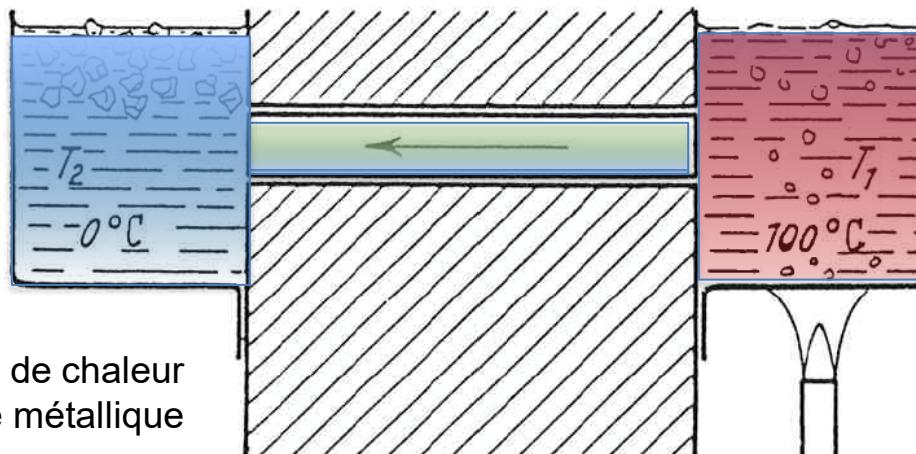
**Transmise par l'agitation
des atomes et des molécules.**



**Induite par une différence de
température (gradient ther-
mique).**

**Observable dans les solides,
les liquides et les gaz.**

**Pas de transport de matière
associé.**

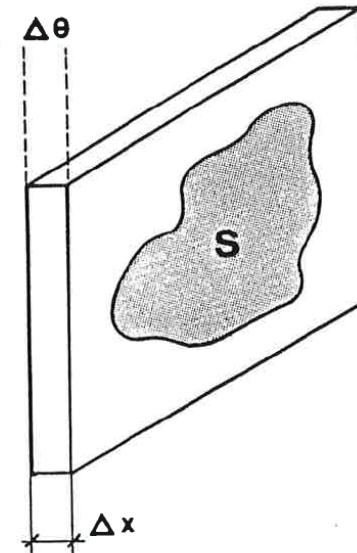
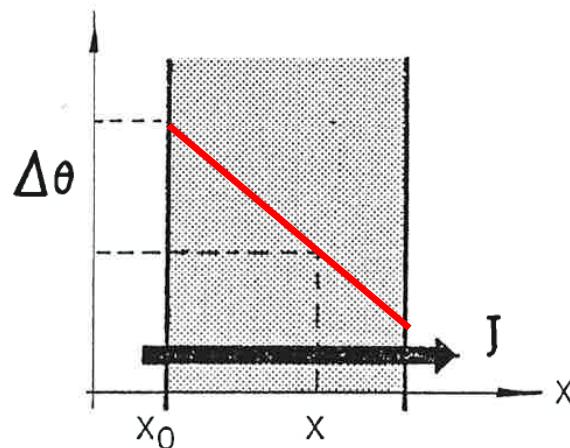


Conduction de chaleur
dans une barre métallique

Conduction thermique

Transport de chaleur

Difference de température \longrightarrow moteur de la conduction thermique
(\cong Gradient thermique)



Flux de chaleur J prop. à

conductibilité thermique
gradient thermique
surface

$$J = \lambda \cdot S \cdot \left(\frac{\Delta\theta}{\Delta x} \right)$$

Flux de chaleur (conduction)

Transport de chaleur

Flux de chaleur (équation de départ) :

$$J = \lambda \cdot S \cdot \frac{\Delta\vartheta}{\Delta x} = \lambda \cdot S \cdot \frac{\Delta\vartheta}{d} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{J}{S}$$

Résistance thermique surfacique :

$$R_{th} = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Densité de flux de chaleur :

$$I_{th} = \frac{J}{S} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Analogie électrique (équation finale) :

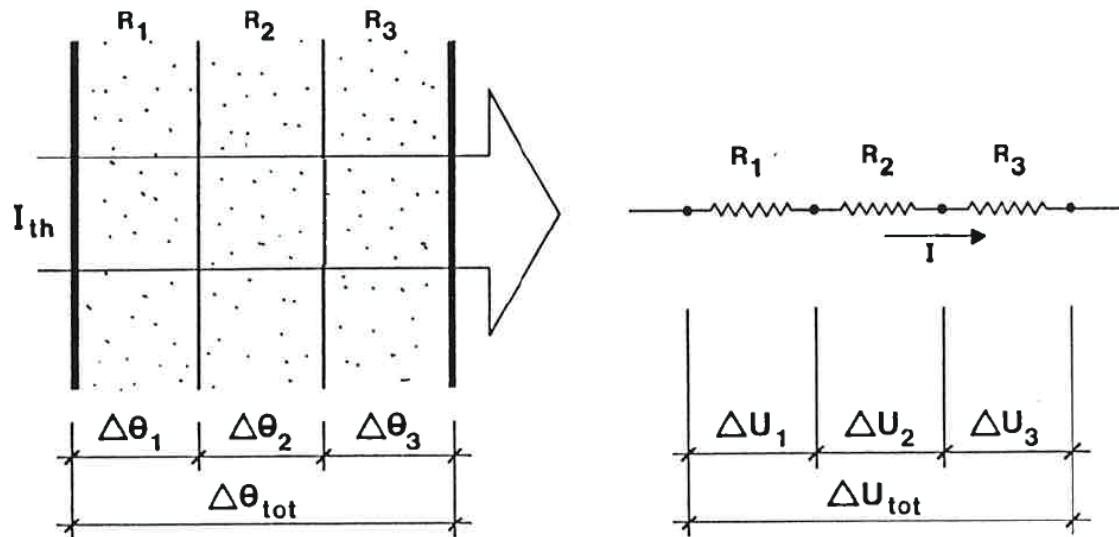
$$\Delta\theta = R_{th} \cdot I_{th}$$

Loi d'Ohm :

$$U = R \cdot I$$

Résistance thermique surfacique

Transport de chaleur



Résistance thermique surfacique d'un mur multicouches :

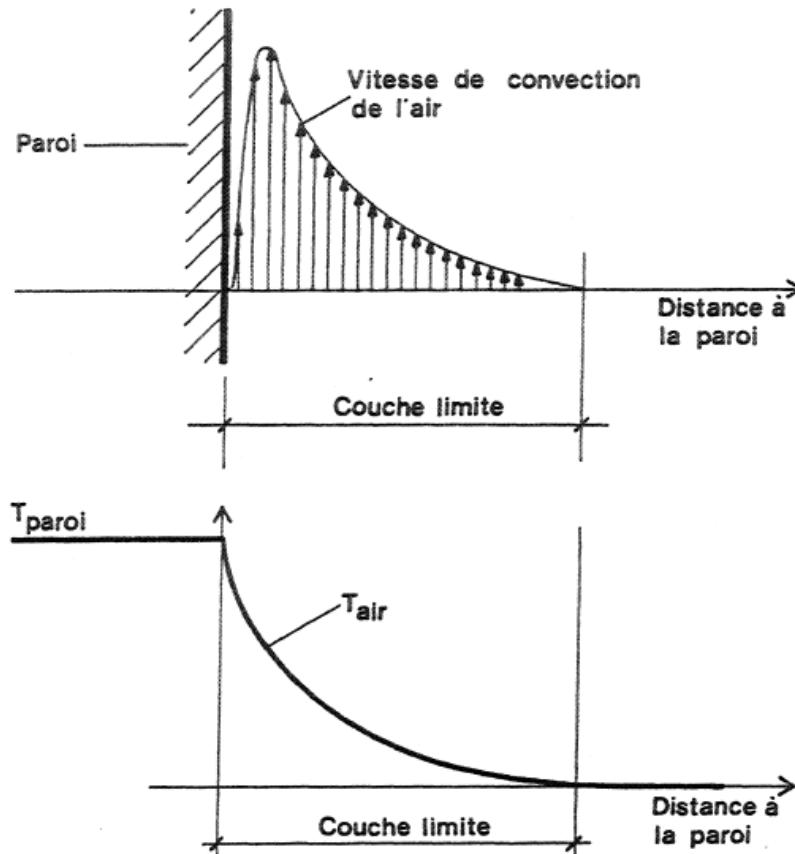
$$\begin{bmatrix} \Delta\theta_1 = R_1 \cdot I \\ \Delta\theta_2 = R_2 \cdot I \\ \Delta\theta_3 = R_3 \cdot I \\ \dots \\ \Delta\theta_n = R_n \cdot I \end{bmatrix}$$

$$\Delta\theta_{tot} = \sum_{j=1}^n \Delta\theta_j = \sum_{j=1}^n R_j \cdot I$$

$$\begin{aligned} \Delta\theta_{tot} &= R_{tot} \cdot I \\ R_{tot} &= \sum_{j=1}^n R_j \end{aligned}$$

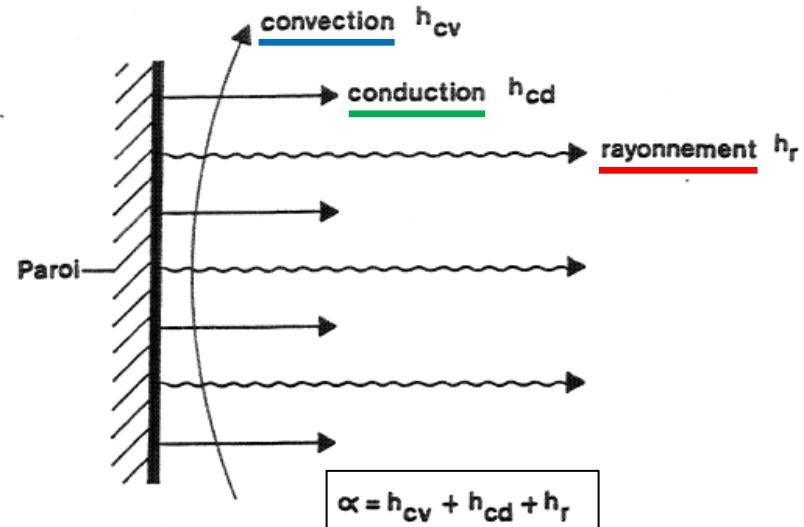
Résistance thermique (mur multicouches)

Transport de chaleur



Couche limite.

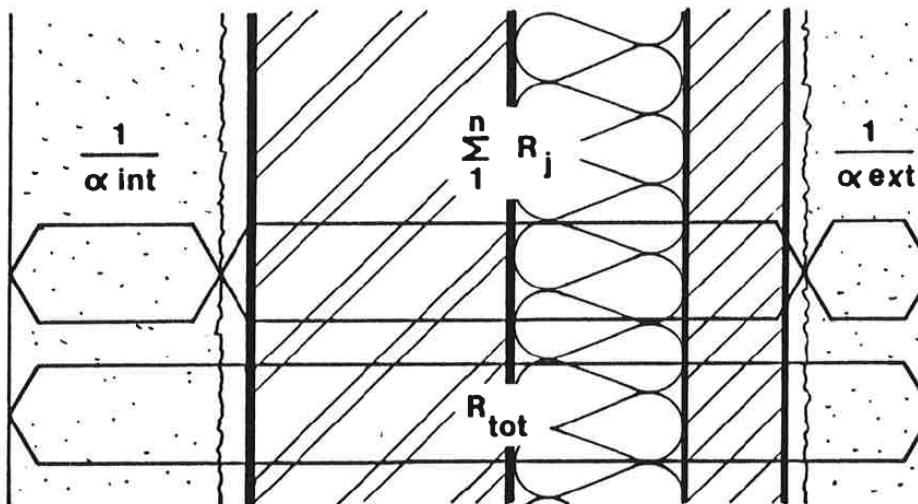
A l'intérieur de la couche limite, la vitesse et la température de l'air varient rapidement en fonction de la distance à la paroi.



Conductance thermique de la couche limite.

Le coefficient de transfert thermique surfacique α est la somme de trois termes : conduction, convection et rayonnement.

Transport de chaleur



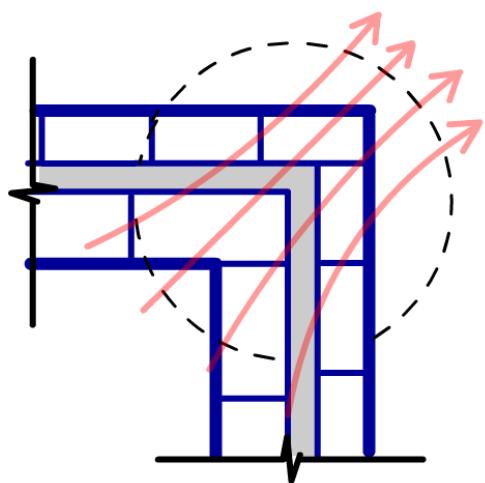
Résistance thermique surfacique :

$$R_{tot} = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{j=1}^n R_j + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

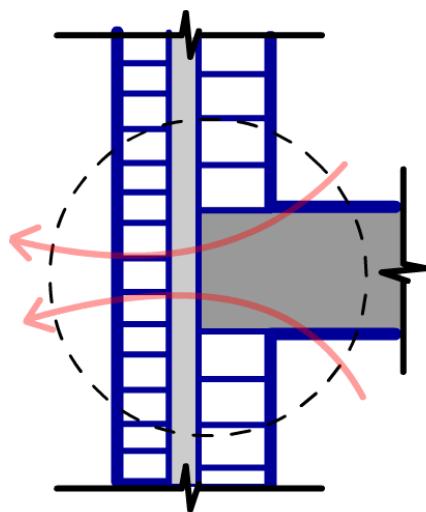
Conductance thermique surfacique :

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \quad \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

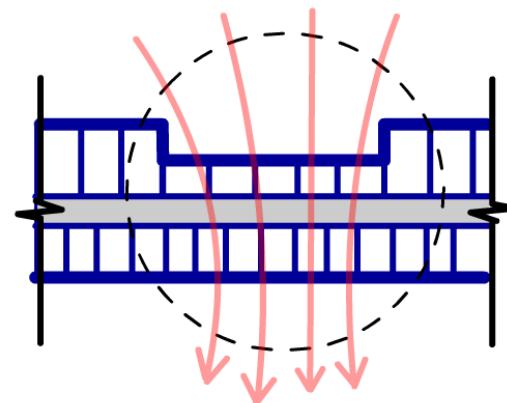
Résistance & Conductance thermique



COIN



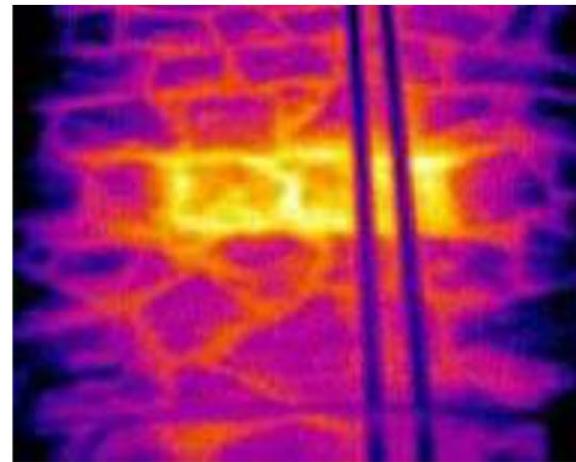
TETE DE DALLE



VARIATION EPATISSEUR



Cette image thermographique souligne bien que cette section de pierres n'est pas isolée par l'intérieur.



Transport de chaleur



Dégats causés par un "pont froid"



Pont de froid (conduction)



Transport de chaleur par conduction, pont thermique
Maison Farnsworth, Piano, Illinois USA (L. Mies van der Rohe, 1945-1951)