

Généralités sur le rayonnement

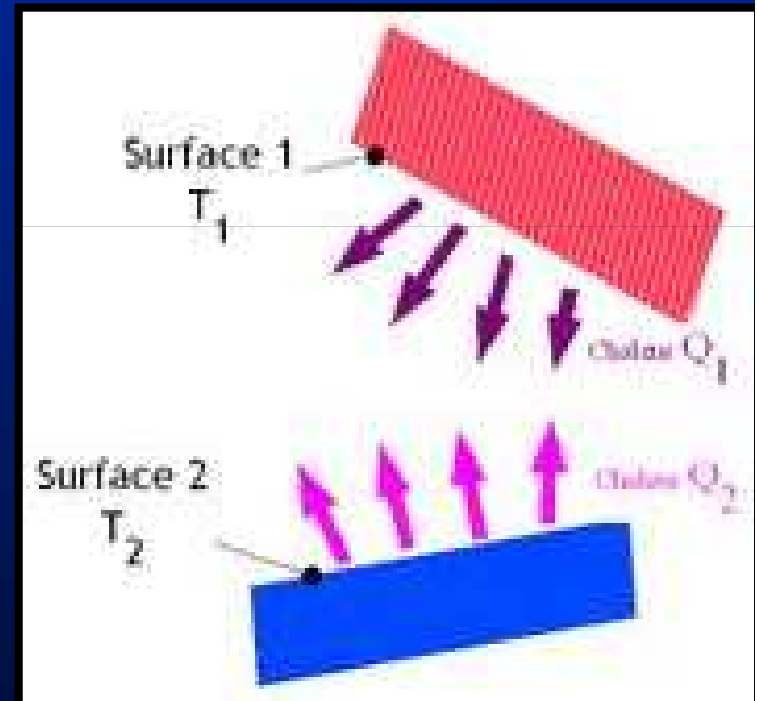
Définitions et Concepts. Émission,
Calcul du flux de chaleur émis par
rayonnement.

Definitions

- Le **rayonnement thermique** est un phénomène se caractérisant par un échange d'énergie entre deux surfaces par émission et absorption de radiations électromagnétique sans que le milieu intermédiaire ne participe nécessairement à cet échange.

Il se fait suivant le processus :

- **Emission**: Il y a conversion de l'énergie fournie à la source en énergie électromagnétique.
- **Transmission**: La transmission de cette énergie électromagnétique se fait par propagation des ondes avec absorption par le milieu traversé.
- **Réception**: A la réception, il y a conversion du rayonnement électromagnétique incident en énergie thermique (absorption).

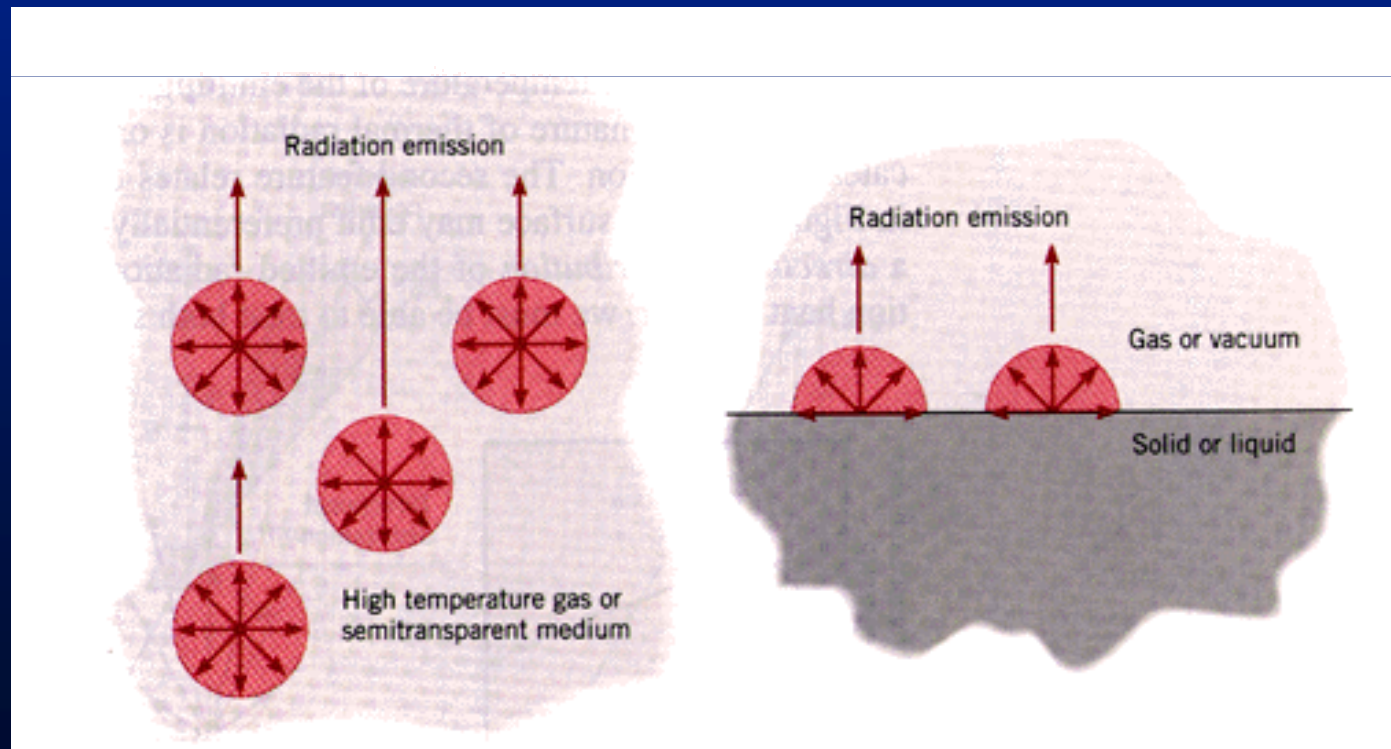


Concepts fondamentaux

- **Qu'est-ce qui émet de la radiation?**
 - Chaque molécule d'un solide ou d'un fluide possède des électrons pouvant quitter une orbitale vers une autre. De ce fait, ces molécules absorbent ou émettent un photon qui transporte l'énergie thermique radiante.
 - Tout corps a une température supérieure à 0 Kelvin émet un rayonnement thermique
- **Rayonnement thermique:** onde électromagnétique définie par :
 - une longueur d'onde λ
 - ou une fréquence $\nu = c / \lambda$
 - $c =$ vitesse de la lumière = $3 \cdot 10^8$ m/s

Concepts fondamentaux

- **Nature volumétrique du phénomène**
 - L'émission radiante est volumétrique, mais pour un solide ou un liquide on considère un phénomène surfacique.



Flux de Chaleur

La **loi de Stefan-Boltzmann** (ou loi de Stefan) permet de quantifier ces échanges. La **puissance rayonnée** par un corps est donnée par la relation :

$$\Phi = \varepsilon S \sigma T^4$$

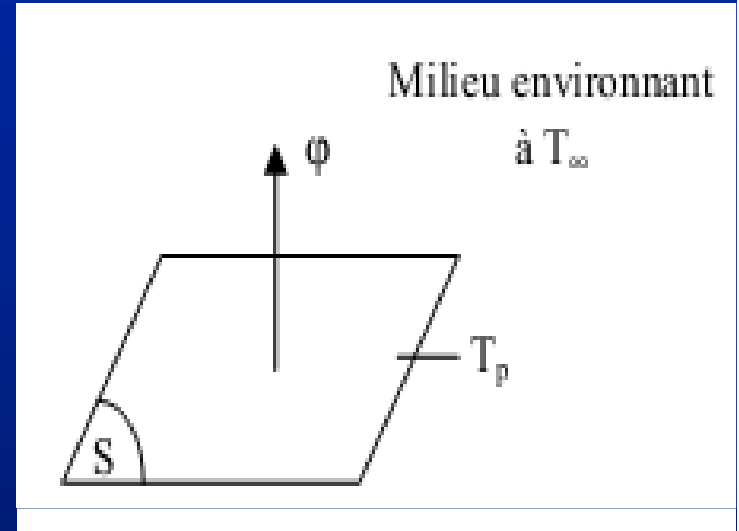


Schéma du transfert de chaleur radiatif

Avec; Φ : Flux de chaleur transmis par rayonnement (W)

σ : Constante de Stefan ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

ε : Facteur d'émission de la surface (*indice valant 1 pour un **corps noir** et qui est compris entre 0 et 1 selon l'état de surface du matériau*).

T: Température de la surface (K)

S : Aire de la surface (m²)

Soit une source



Elle émet un **flux énergétique**
ou **puissance thermique** Φ

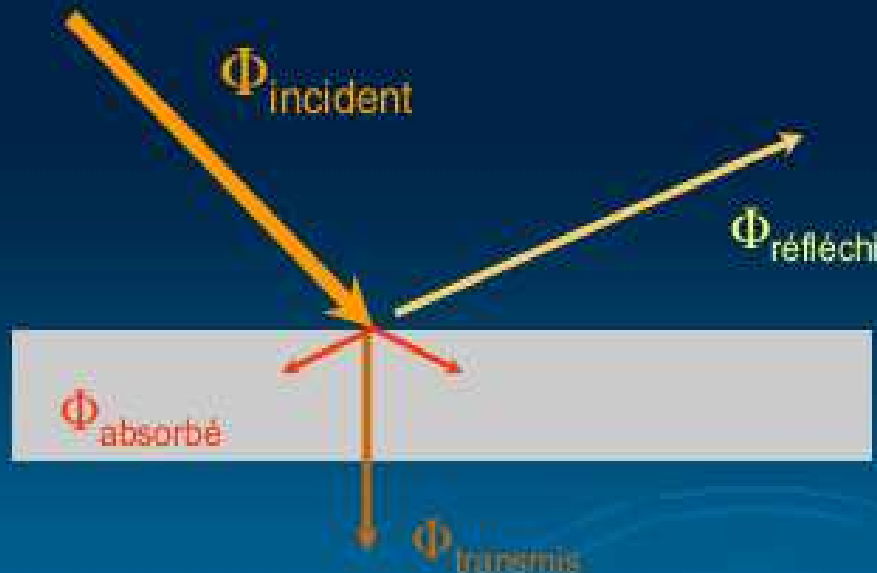
- Le flux n'est pas le même selon la direction D
- Le flux est émis dans un cône plus ou moins ouvert.

L'intensité énergétique caractérise la puissance rayonnée par toute la surface source, dans la direction D , l'angle solide $d\omega$

$$I = d\Phi / d\omega$$

Interaction du rayonnement avec les milieux matériels

- Que devient ce rayonnement reçu par dS' ?
 - Une partie est réfléchi,
 - Une partie est transmise,
 - Une partie est absorbée.



$$\Phi_{\text{incident}} = \Phi_r + \Phi_a + \Phi_t$$

Concepts fondamentaux

- **Echange Thermique par rayonnement**

- Les échanges par rayonnement thermique sont donnés par la relation suivante.

$$e = h\nu = (hc)/\lambda$$

h est la constante de Planck

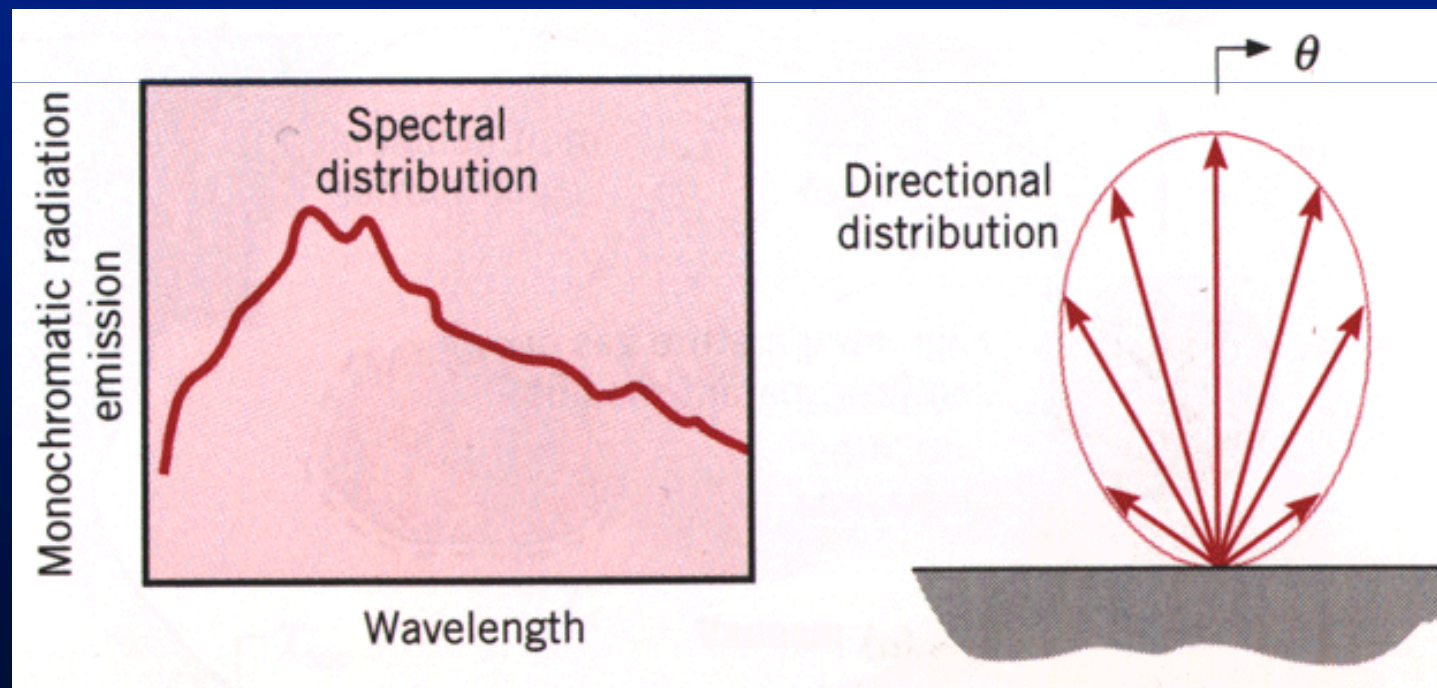
ν est la fréquence de la radiation

λ est la longueur d'onde de la radiation

c est la vitesse de propagation de la radiation

Concepts fondamentaux

- Émission de radiations
 - *Spectrale*: l'émission dépend de la longueur d'onde
 - *Directionnelle*: l'émission dépend de la direction de propagation

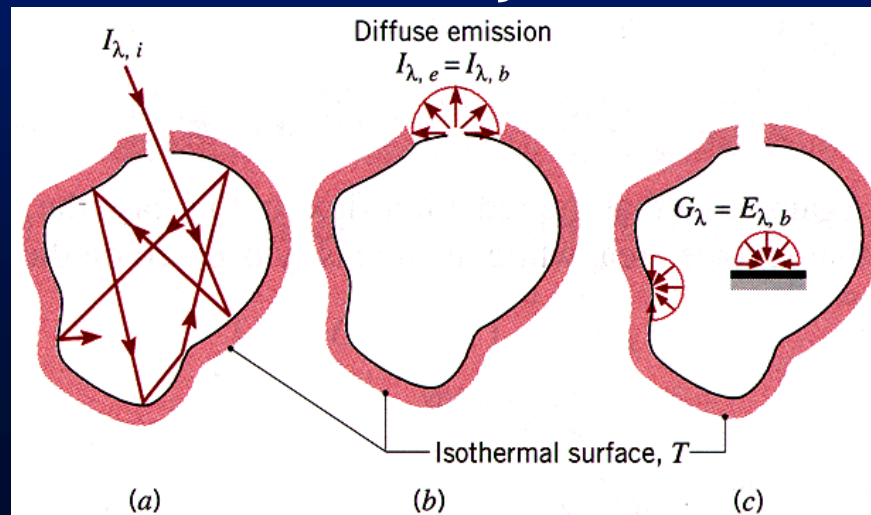


Corps noir

- Le corps noir

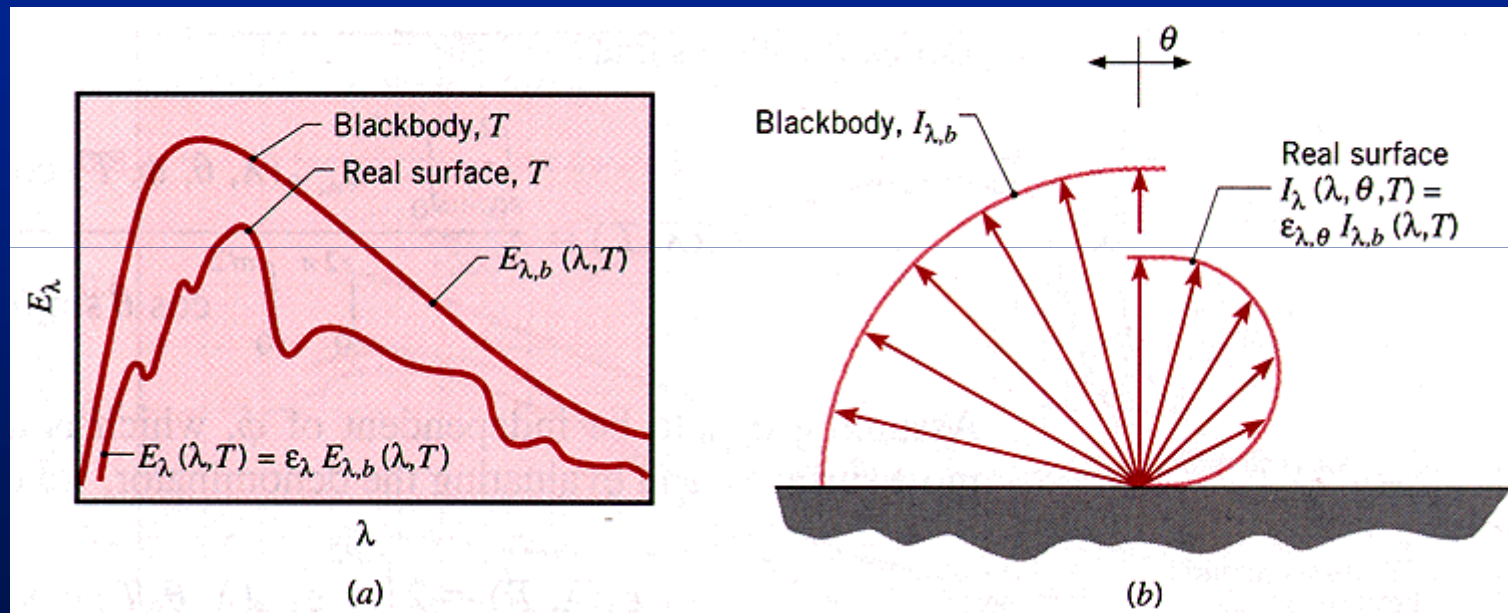
- Propriétés:

- Absorbe toute radiation de toutes fréquences et de toutes directions;
- Pour une température et longueur d'onde données aucun corps ne peut émettre plus d'énergie qu'un corps noir;
- Le corps noir émet de façon diffuse.



Surfaces réelles

- Comparaisons entre l'émission d'un corps noir et d'une surface réelle



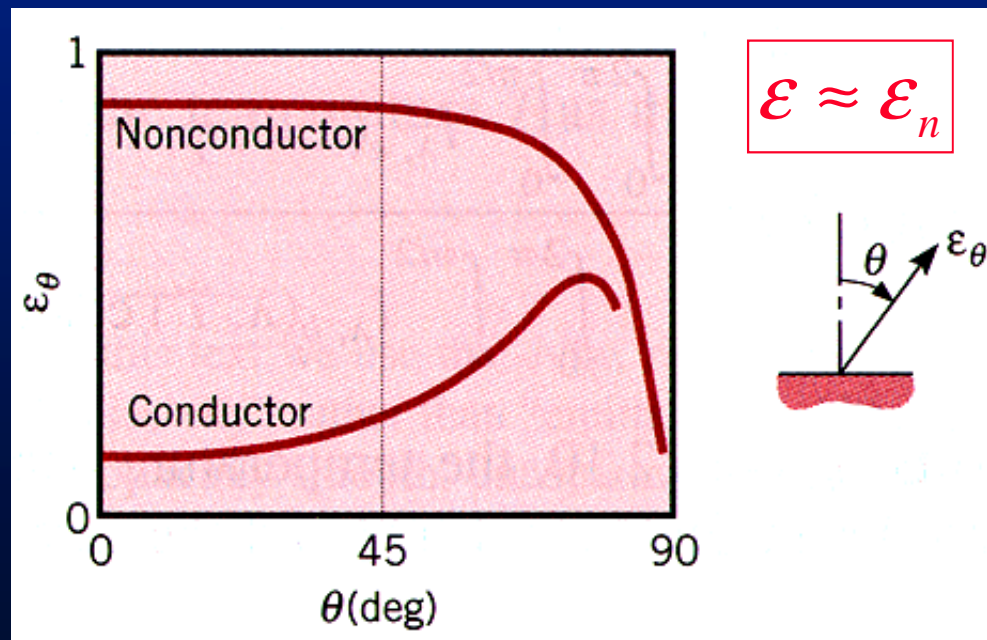
Distribution spectrale

Distribution directionnelle

Surfaces réelles

- Émissivité

- L'émissivité de surfaces métalliques est généralement petite: jusqu'à 0.02 pour les surfaces d'or polies.
- L'émissivité des non-conducteurs est grande comparée à celle des métaux, généralement plus de 0.6



Combinaison des modes de transfert thermique

- Le transfert d'énergie par chaleur se réalise généralement par une combinaison de plusieurs modes:
- Par exemple, le système **chauffage central**, combine:
 - la convection (en général forcée) pour chauffer le fluide dans la **chaudière**,
 - la conduction pour chauffer les parois du radiateur et
 - la convection (en général naturelle) pour chauffer l'air autour du radiateur.
- Dans le cas du chauffage d'un solide par radiation, la transmission de chaleur sera une combinaison de radiation et de conduction.
- C'est le cas du **verre** d'une vitre chauffée par le rayonnement solaire; le transfert étant combiné avec une convection naturelle de l'air, derrière la vitre d'une pièce.

Les 3 Modes de transfert

Conduction

Convection

Rayonnement

