

# Physique du Bâtiment II

## Phénoménologie

**Chapitre 4.4    Rayonnement**

**Chapitre 9**  
**(Ch 1)**            **Photométrie**  
                     **Propagation de la lumière**

**Chapitre 10**  
**(Ch 2)**            **Colorimétrie**  
                     **Perception des couleurs**  
                     **Diagramme chromatique**

**Chapitre 6**            **Propriétés des ondes sonores**  
                             **Superposition des ondes**  
                             **Propagation du son**  
                             **Acoustique            géométrique**  
   **ondulatoire**  
   **statistique**

# Résumé

## Transport de chaleur

### ○ Conduction

Liée à une propagation de la chaleur *dans la matière*

Equation de conduction de la chaleur :

$$J = \lambda S \Delta\theta / \Delta x \quad [W]$$

Résistance thermique :

$$R = d / \lambda \quad [m^2K/W]$$

Résistance totale (mur multi-couches) :

$$R_{TOT} = 1/\alpha_i + \sum R_j + 1/\alpha_e$$

### ○ Convection

Liée à un *déplacement de matière*

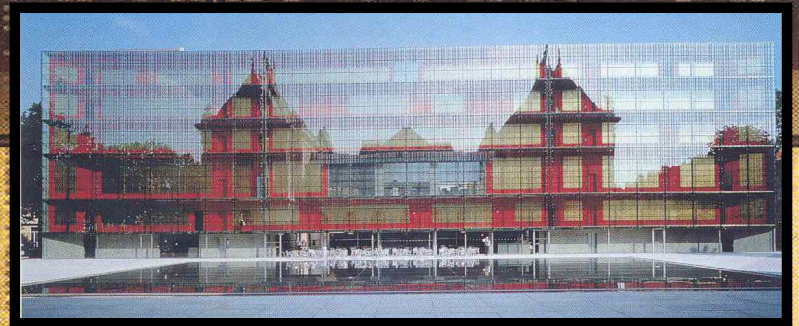
Taux de renouvellement d'air :  $n = D/V_0$

Pertes thermiques convectives :

$$P = D (\rho C_p) \Delta\theta \quad [W]$$



Administration Building, Palais des beaux arts, Lille, 1992-97, Arch. Ibos & Vitart.





## Architecture traditionnelle Ferme vaudoise



## Architecture Minergie



DecorFlou grey by OmniDecor - Ncc building, Aarhus, Denmark





**ISP - Institut für Spitalpharmazie, bâtiment Rossetti (pharmacie de l'hôpital). Basel-Spitalstr. 26, Kantonsspital -  
BASEL 1998 - J. Herzog, P. De Meuron**



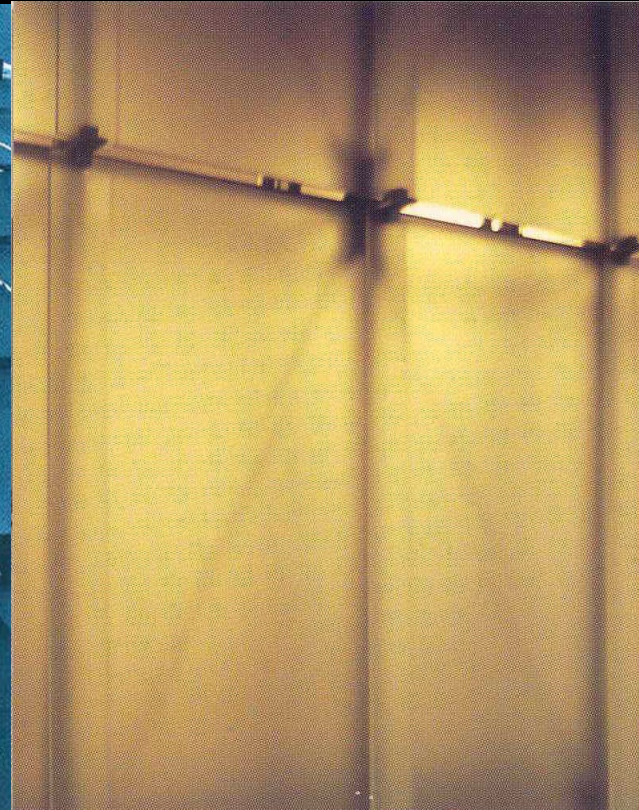
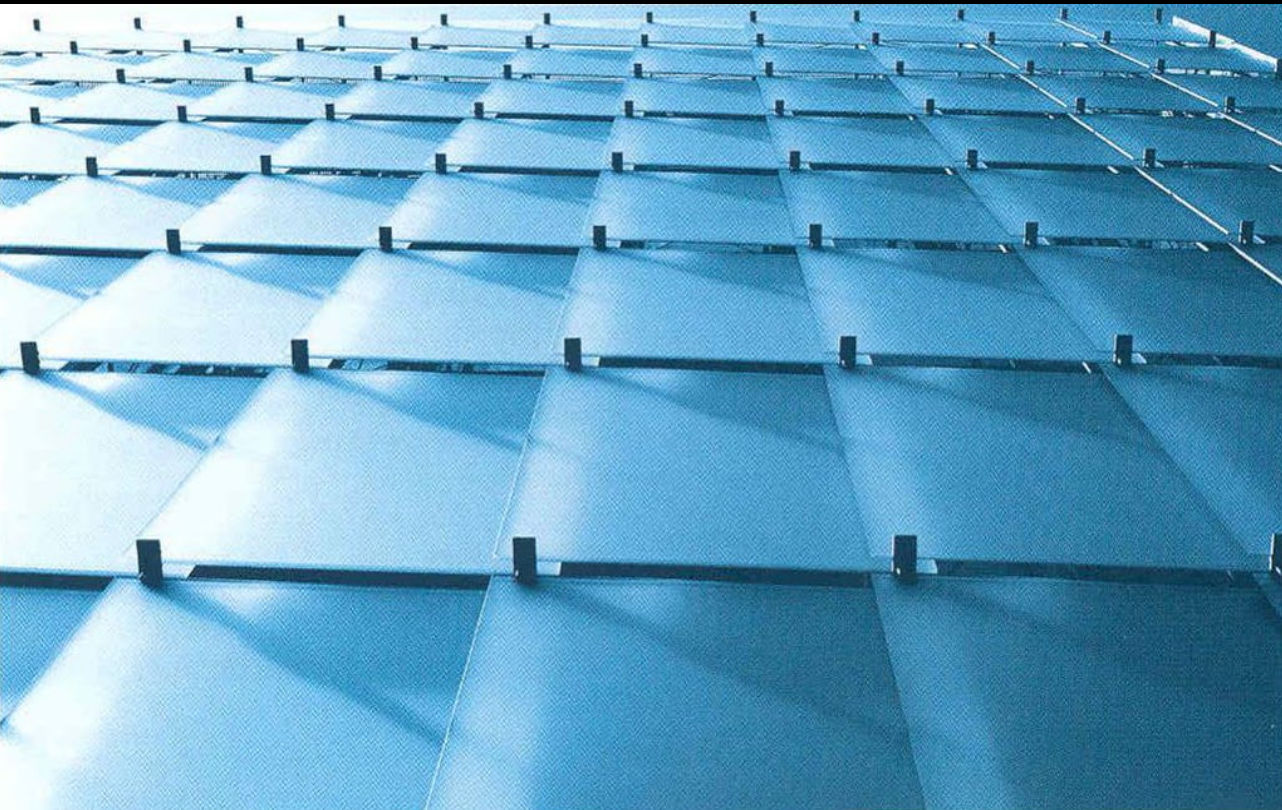


Bibliothèque universitaire Friedrich-Ebert-Str., Eberswalde, Germany 1999,  
Herzog & de Meuron Architects.



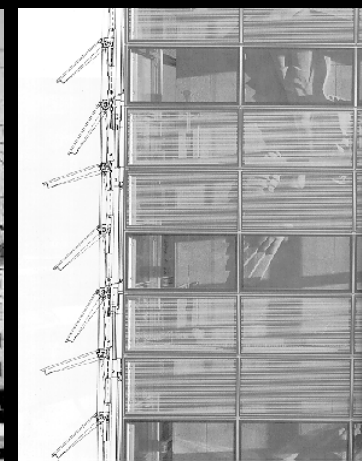


**Art Gallery Bregenz (A), Peter Zumthor 1997. Glass by Faellanderglass.**





**Restructuration, extension Suva, café Ikarus 1993 J. Herzog, P. De Meuron**  
angle St Jacobs-Str. 24, Gartenstr., proche gare centrale - BASEL





# Centre des congrès EPFL

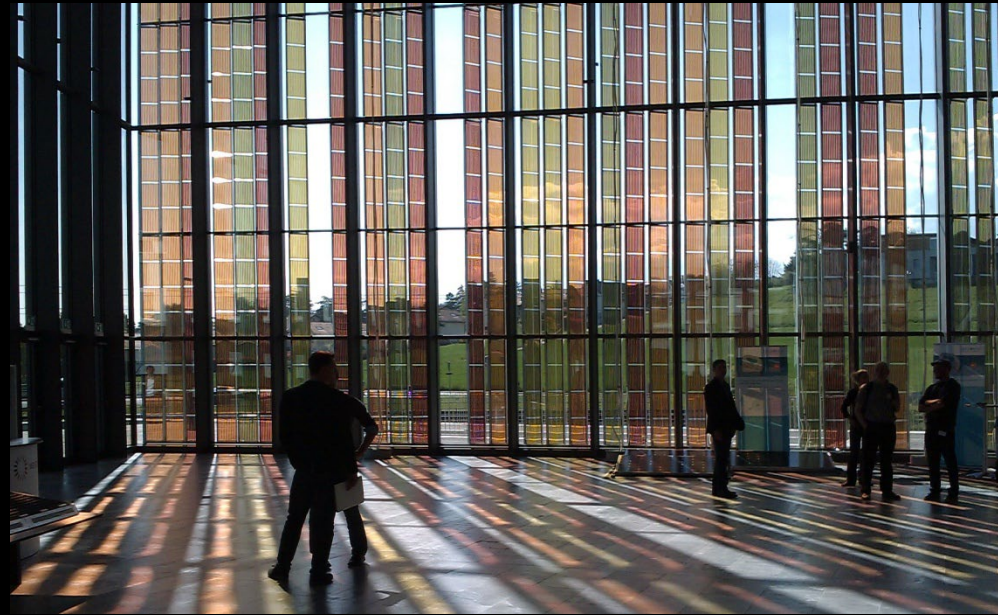
Architectes : Richter et Dahl Rocha Bureau d'architectes SA





# COLOURED SOLAR PANELS

---



## NOVEL FAÇADE WITH GRAETZEL CELLS

SwissTech Convention Center on EPFL campus  
300 m<sup>2</sup>, estimated 8'000 kWh/yr

Industrial partners:  
Solaronix, Romande Energie



# FAÇADE INTEGRATION

---

## COMING SOON: FAÇADE REFURBISHMENT AT EPFL



PV modules with selective outside treatment



PV modules with uniform outside treatment

Gauge: indication of the real-time production of Romande Energy solar park, installed on EPFL's roofs

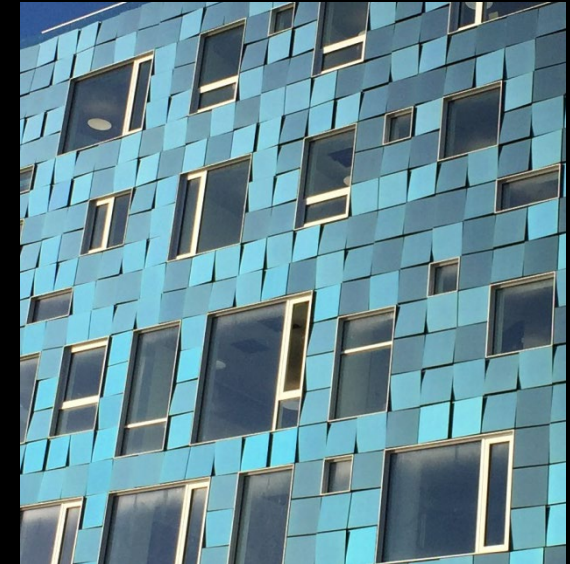
Non active elements



# ÉCOLE INTERNATIONALE DE COPENHAGUE

## La plus grande façade photovoltaïque au monde

Photographie: Pilippe Vollichard



6'600 m<sup>2</sup>, 13'000 modules,  
Puissance électrique 720 kWp

„l'un des 5 bâtiments à énergie solaire  
qui changeront l'architecture “

M. D'Estries, Mother Nature Network,  
[www.mnn.com](http://www.mnn.com), 14 Septembre 2016

Développement: LESO-PB, EPFL

Partenaires industriels: SwissINSO, Emirates Insolaire, SolarLab, C.F Møller Architects



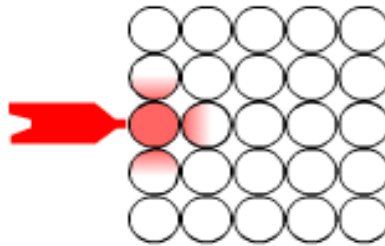


Transport de chaleur  
par rayonnement,  
Fenêtre et poêle  
(B. Paule)

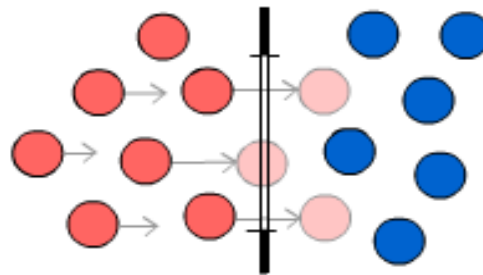


# Transport de chaleur

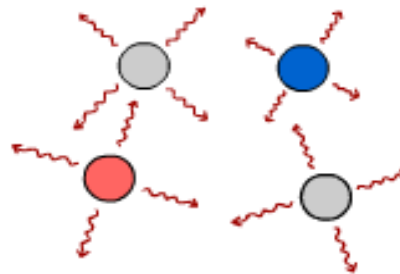
**Conduction**



**Convection**



**Rayonnement**

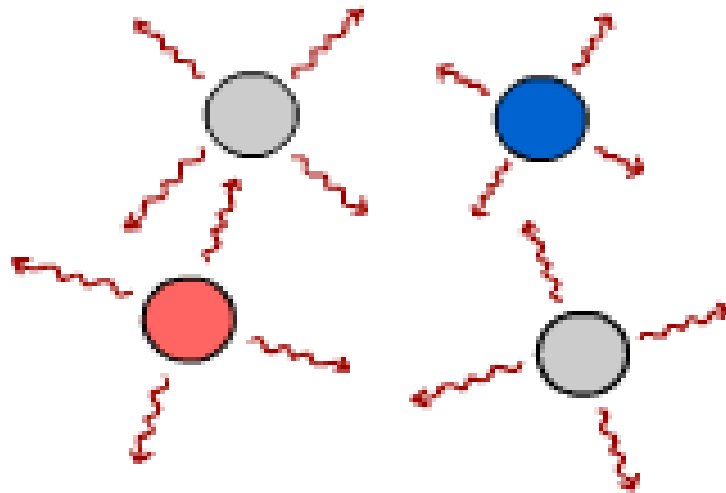


Conduction, Convection & Rayonnement



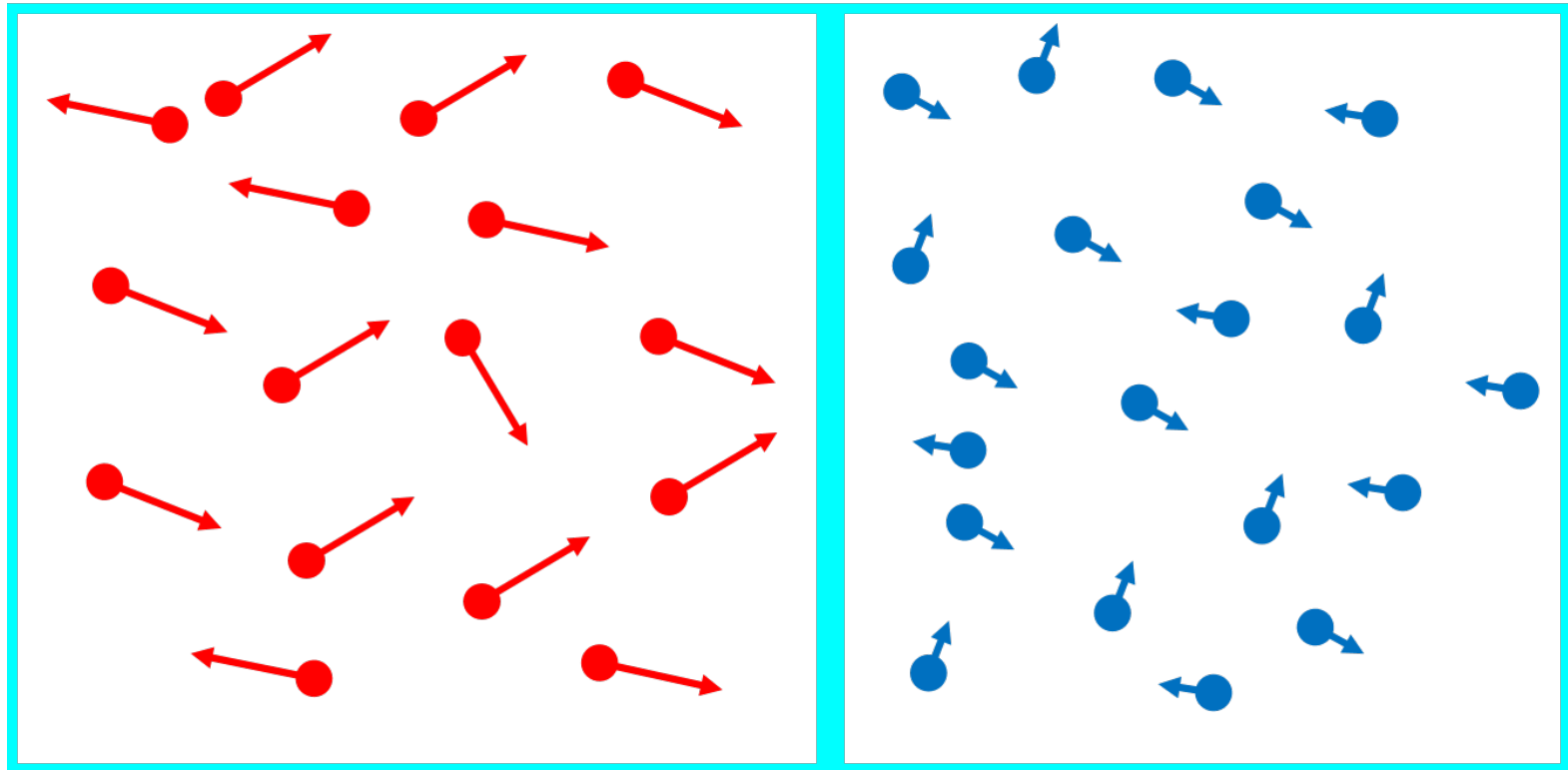
# Transport de chaleur

**Rayonnement**



Rayonnement

# Agitation thermique



**CORPS CHAUD**  
 **$E_{\text{cmic}}$  importante**

**CORPS FROID**  
 **$E_{\text{cmic}}$  faible**





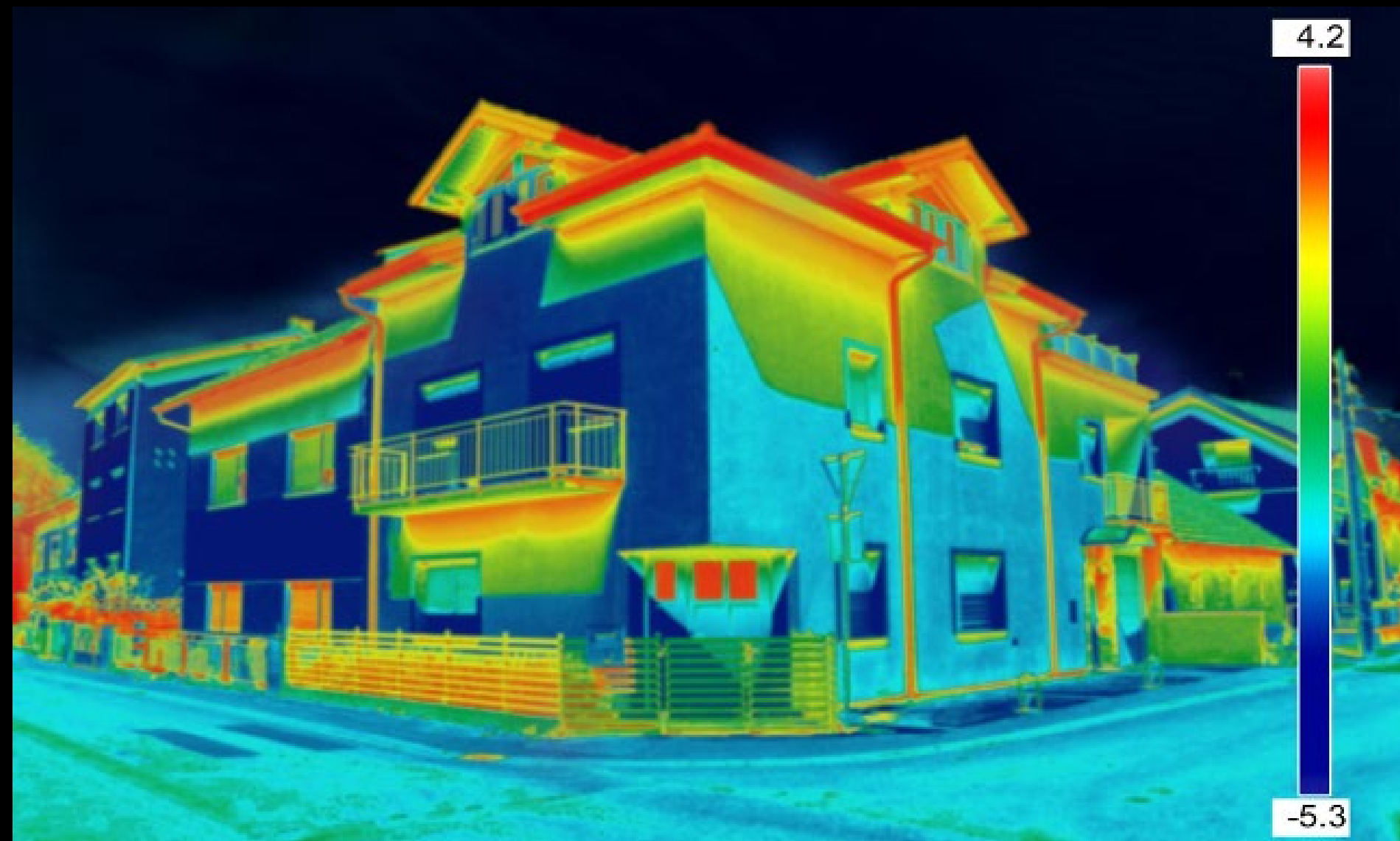


















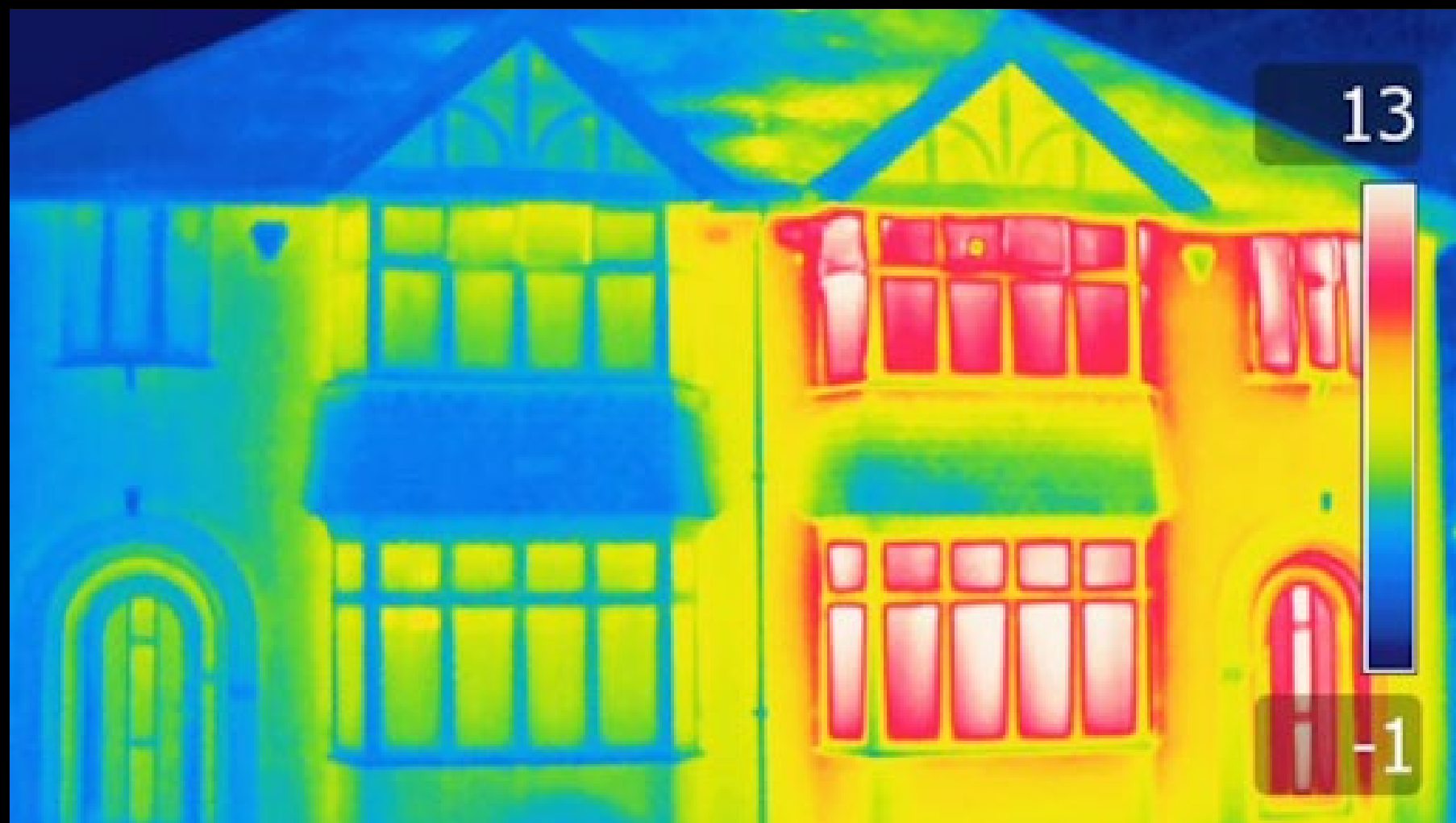








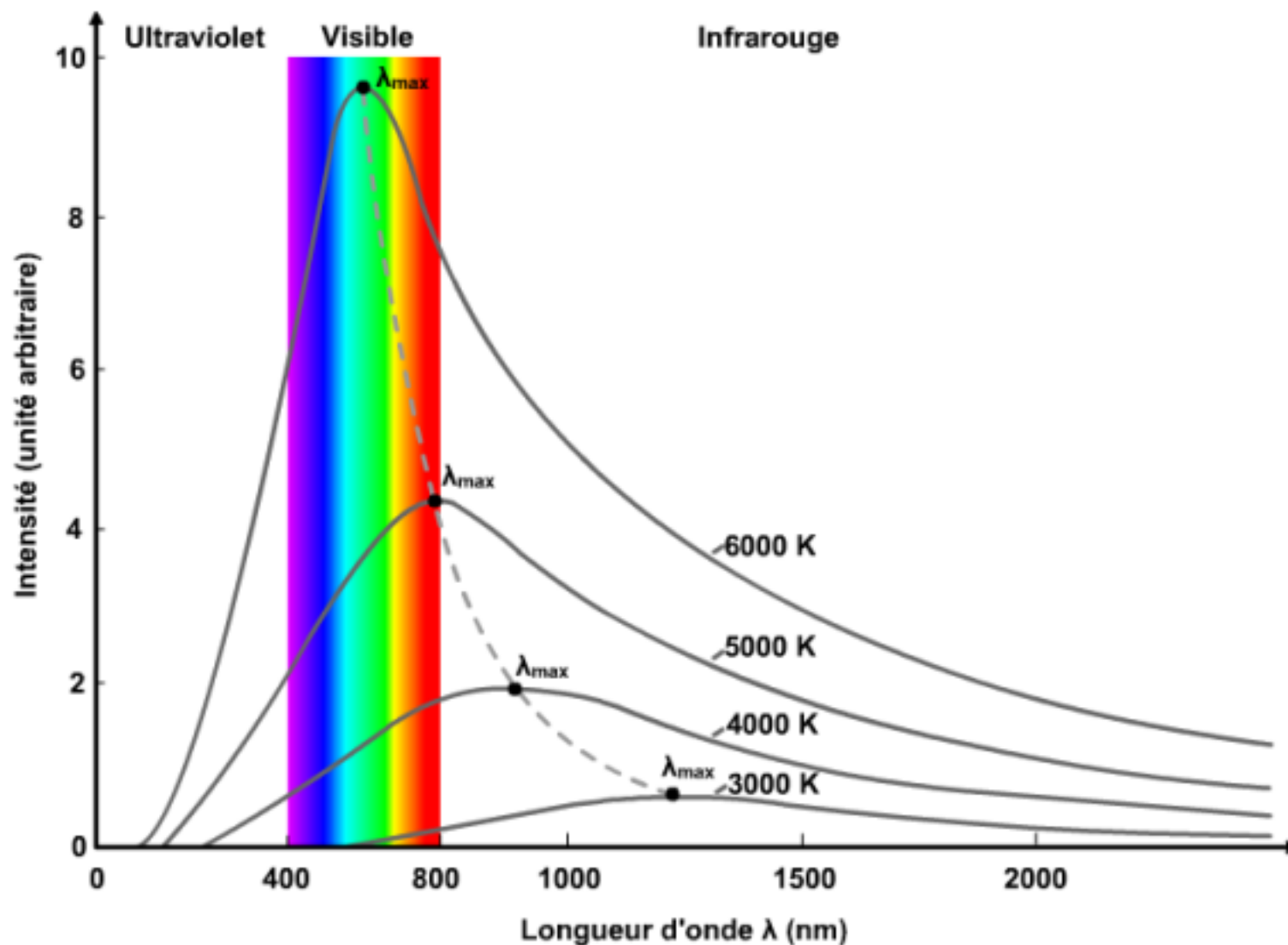








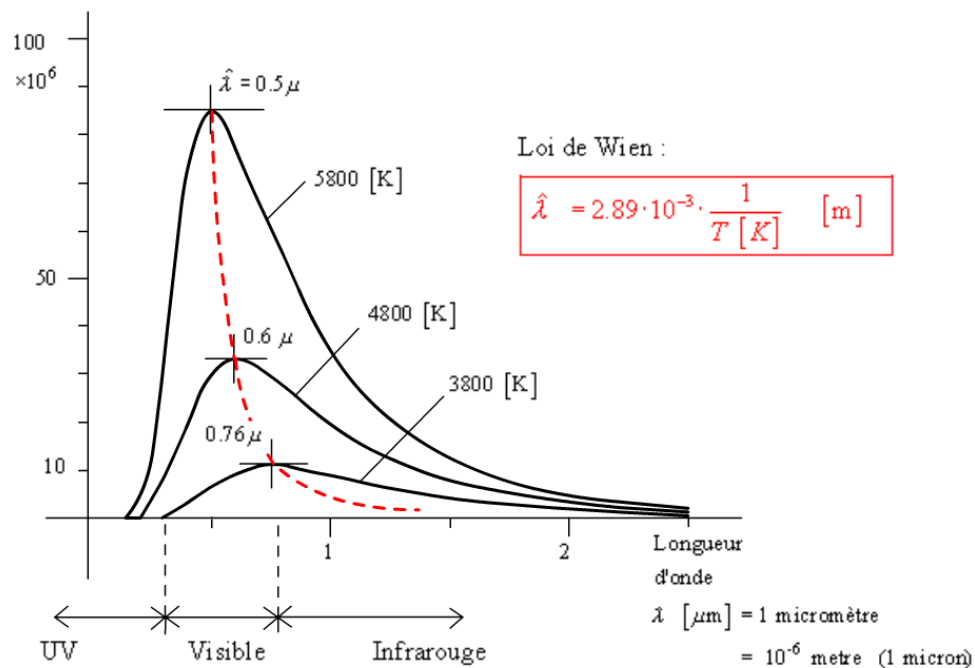
# Spectre du corps noir



### Spectre du corps noir à différentes températures.

Le spectre du corps noir présente un maximum prononcé à une longueur d'onde  $\hat{\lambda}$  qui est d'autant plus petite que la température absolue T du corps noir est élevée.

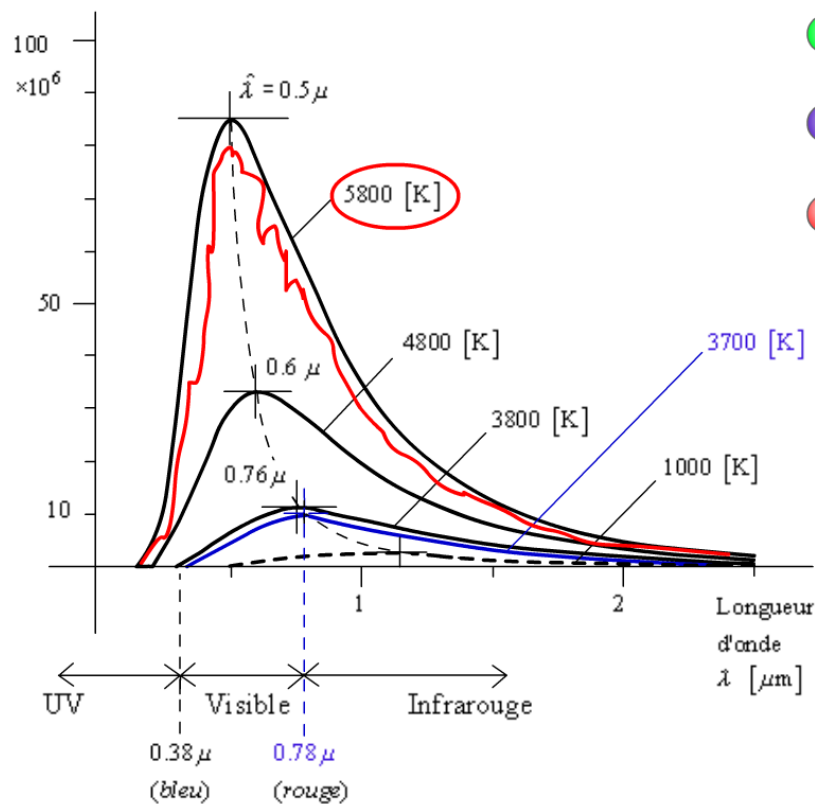
Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  
 $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \quad [\text{W/m}^2 \mu\text{m}]$





Densité spectrale  
d'énergie rayonnée

$$\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$$



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1



Lampe halogène 2

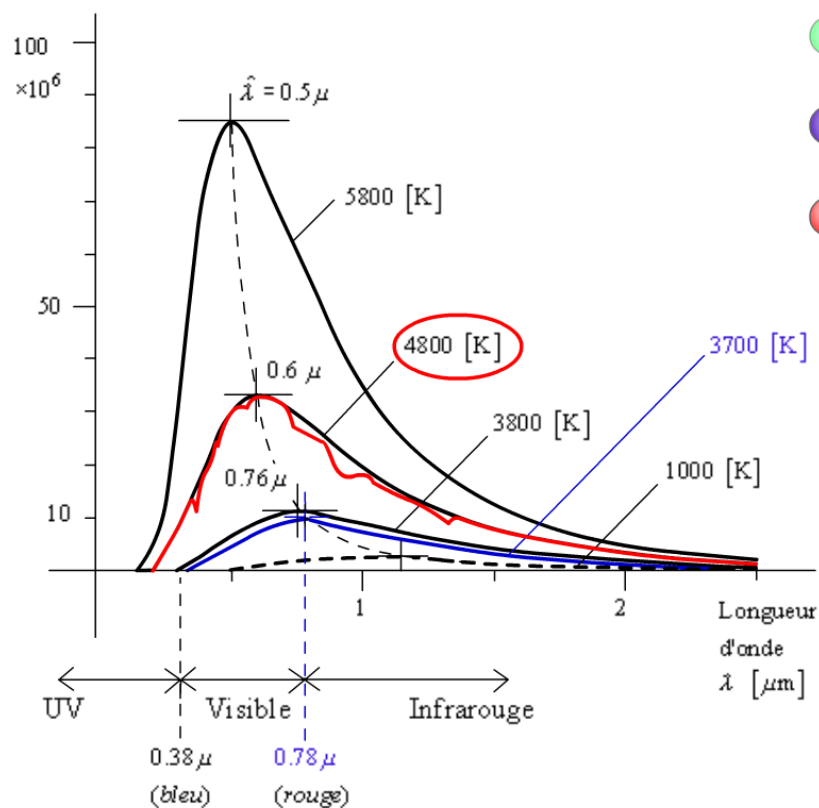


Metal chauffé à blanc

→ A cette température, le corps noir présente un maximum d'émission à la longueur d'onde  $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$  (rouge), bien qu'il émette aussi dans le reste des longueurs d'onde visibles et l'infrarouge proche.

Densité spectrale  
d'énergie rayonnée

$$\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$$



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1



Lampe halogène 2



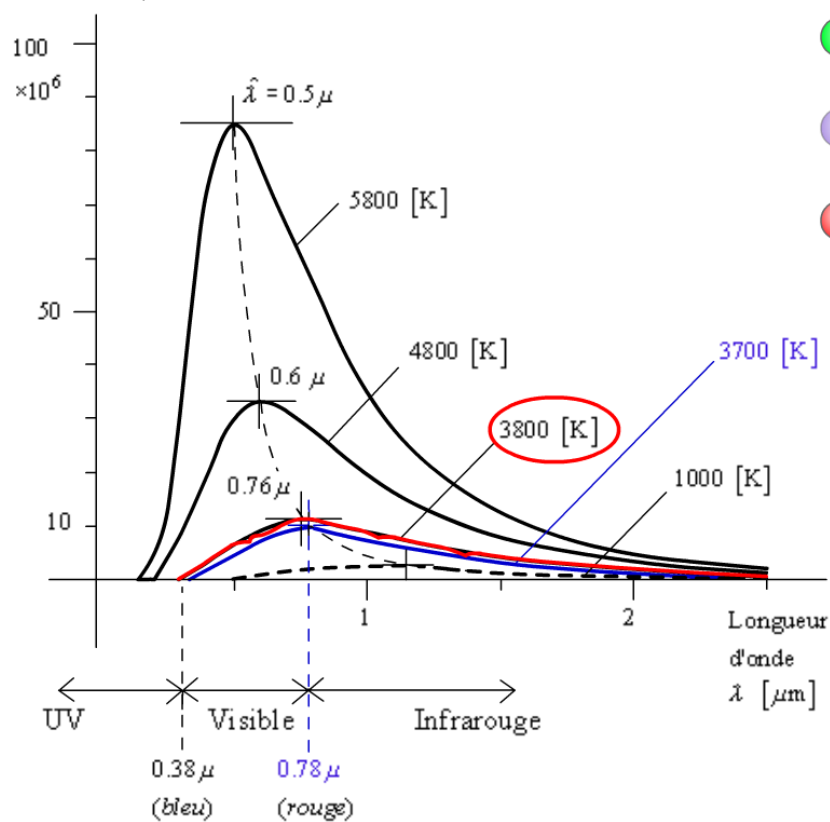
Metal chauffé à blanc

→ A cette température, le corps noir présente un maximum d'émission à la longueur d'onde  $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$  (rouge), bien qu'il émette aussi dans le reste des longueurs d'onde visibles et l'infrarouge proche.



Densité spectrale  
d'énergie rayonnée

$$\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$$



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1



Lampe halogène 2

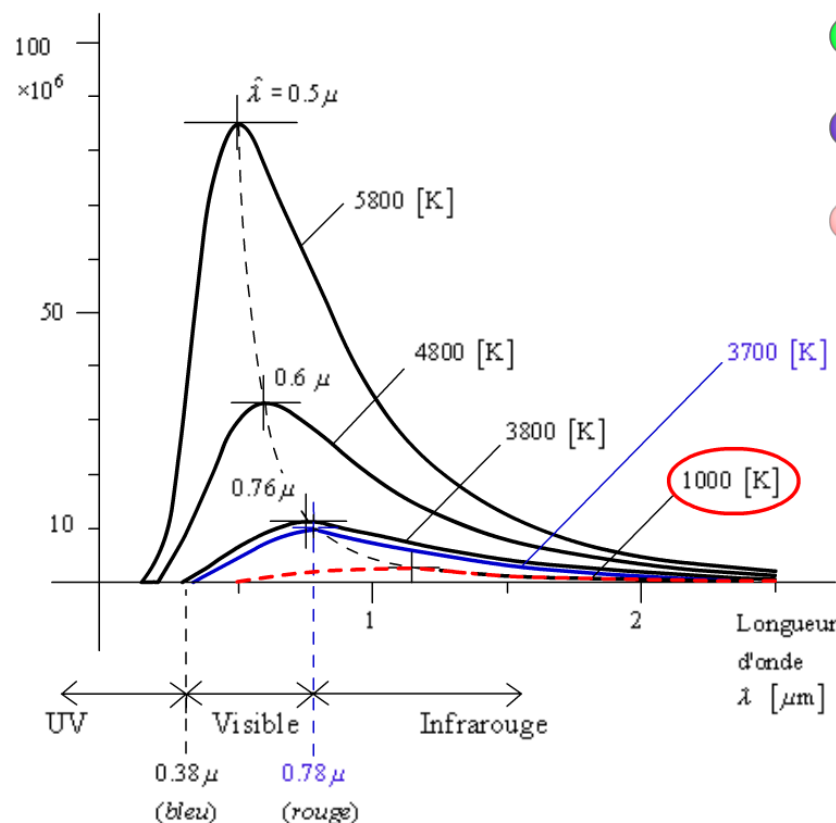


Metal chauffé à blanc

→ A cette température, le corps noir présente un maximum d'émission à la longueur d'onde  $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$  (rouge), bien qu'il émette aussi dans le reste des longueurs d'onde visibles et l'infrarouge proche.

Densité spectrale  
d'énergie rayonnée

$$\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$$



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1



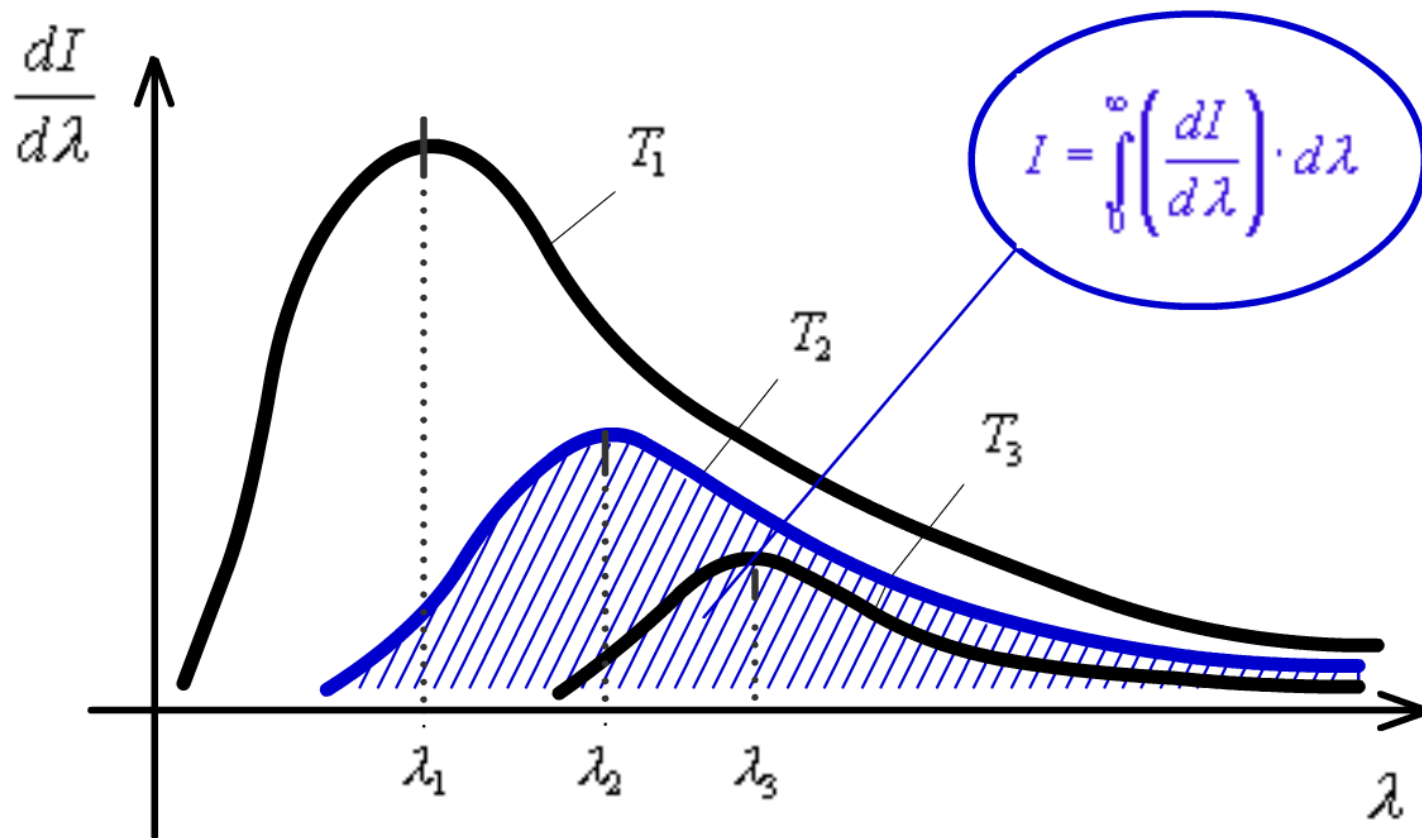
Lampe halogène 2



Metal chauffé à blanc

→ A cette température, le corps noir présente un maximum d'émission à la longueur d'onde  $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$  (rouge), bien qu'il émette aussi dans le reste des longueurs d'onde visibles et l'infrarouge proche.





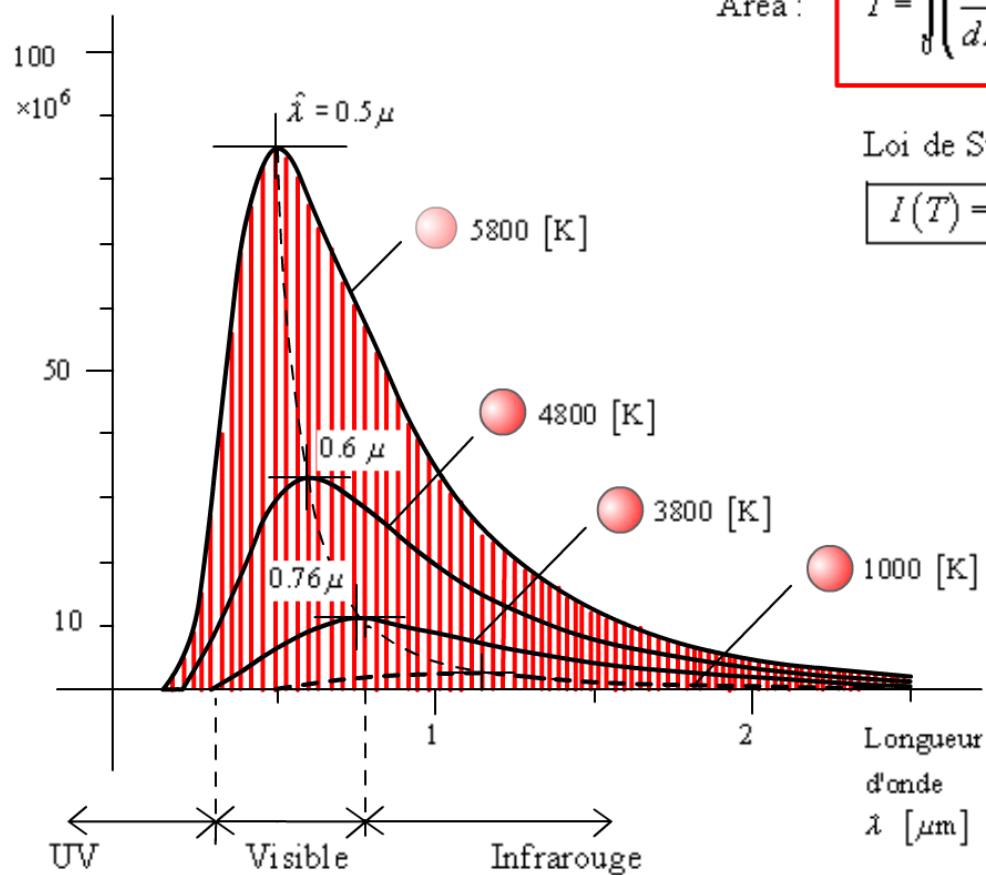
Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$

Area :

$$I = \int_0^{\infty} \left( \frac{dI}{d\lambda} \right) \cdot d\lambda$$

Loi de Stefan-Bolzman :

$$I(T) = \sigma \cdot T^4$$



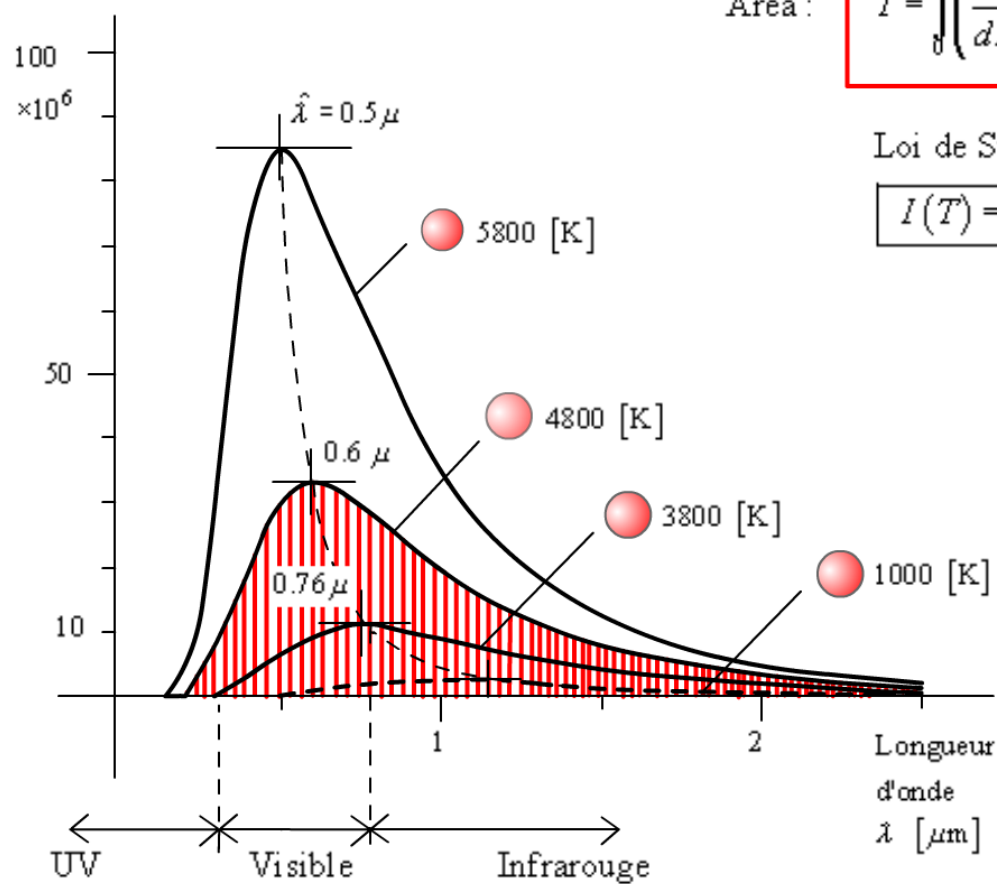
Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \text{W/m}^2 \mu\text{m} \right]$

Area :

$$I = \int_0^{\infty} \left( \frac{dI}{d\lambda} \right) \cdot d\lambda$$

Loi de Stefan-Bolzman :

$$I(T) = \sigma \cdot T^4$$





Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \mu\text{m}} \right]$

Area :

$$I = \int_0^{\infty} \left( \frac{dI}{d\lambda} \right) \cdot d\lambda$$

Loi de Stefan-Bolzman :

$$I(T) = \sigma \cdot T^4$$

