

# Physique du Bâtiment II

## Phénoménologie

# Chapitre 4.4 Rayonnement

# Chapitre 9 Photométrie

## (Ch 1) Propagation de la lumière

# Chapitre 10 Colorimétrie (Ch 2) 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 :

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

Résistance totale (mur multi-couches) :

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

- Convection

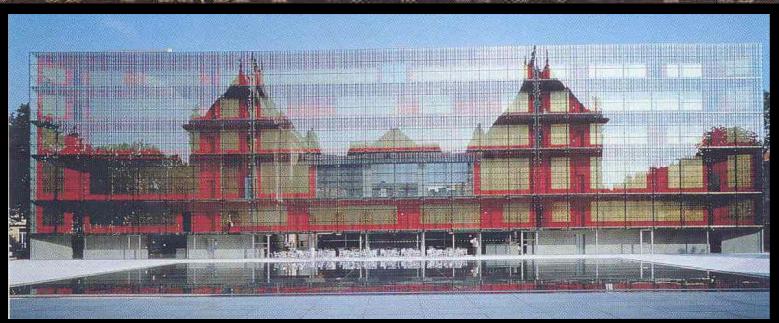
Liée à un *déplacement de matière*

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**



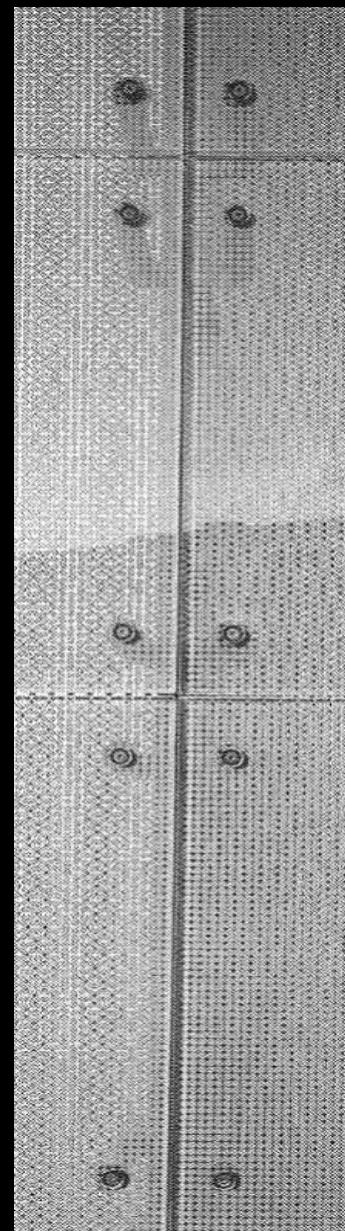
**Architecture Minergie**



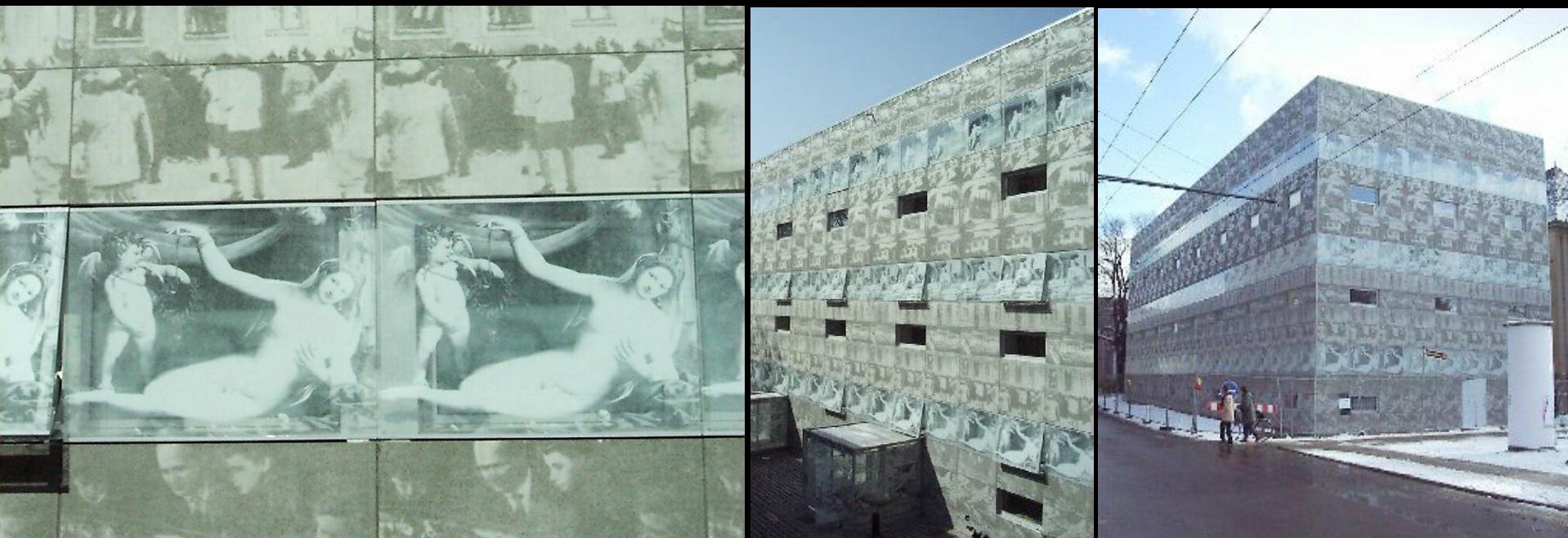
DecorFlou grey by OmniDecor - Ncc building, Arhus, Denmark



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



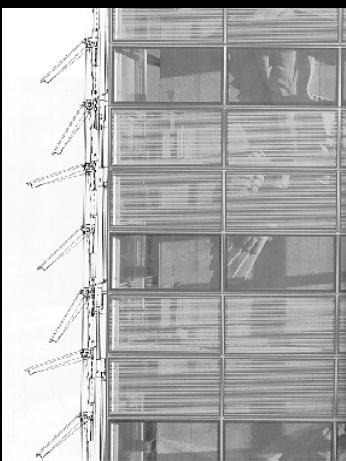
Bibliothèque universitaire Friedrich-Ebert-Str., Eberswalde, Germany 1999,  
Herzog & de Meuron Architects.



**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



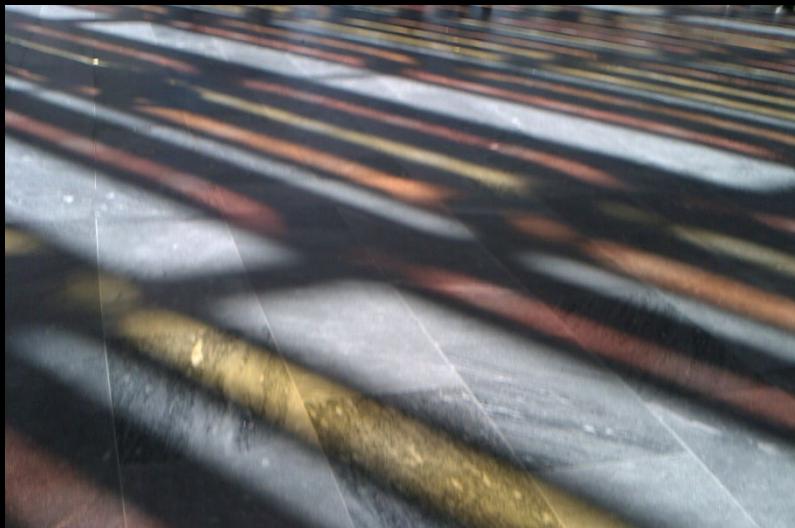
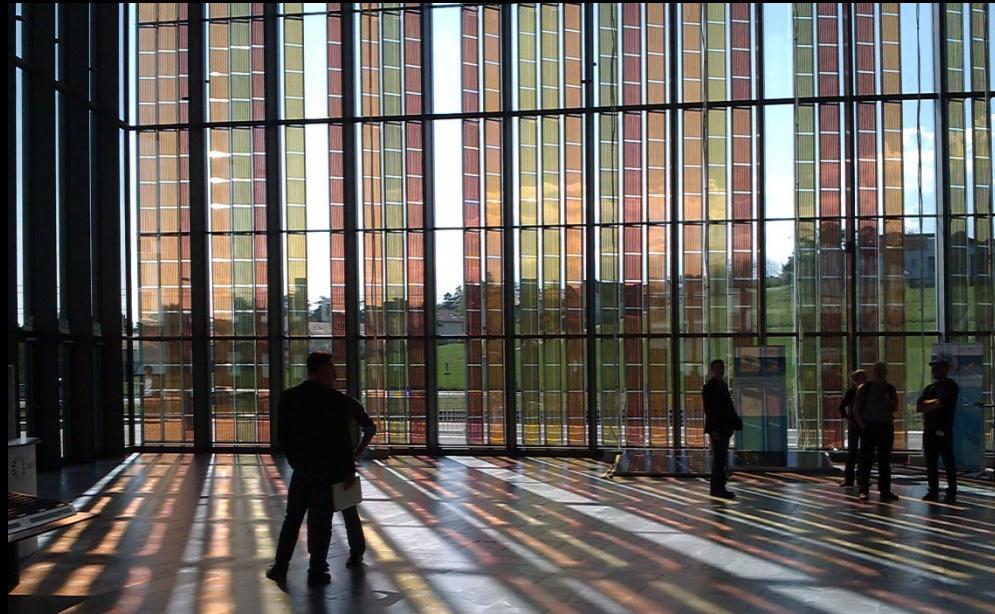
# Centre des congrès EPFL

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

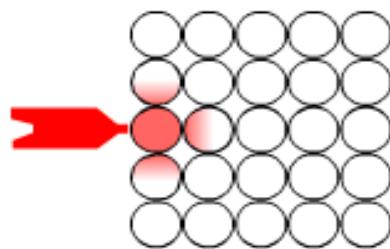
Partenaires industriels: SwissINSO, Emirates Insolaire, SolarLab, C.F Møller Architects

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

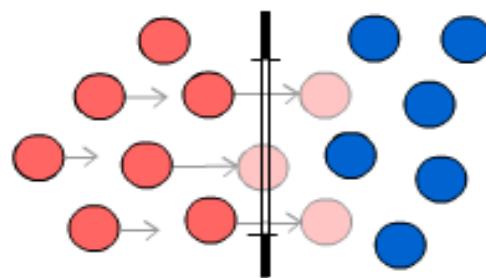


# Transport de chaleur

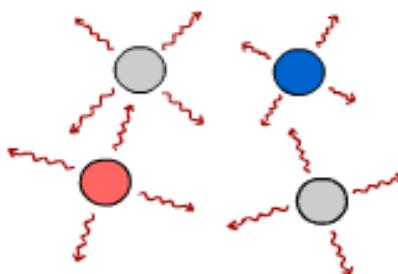
Conduction



Convection



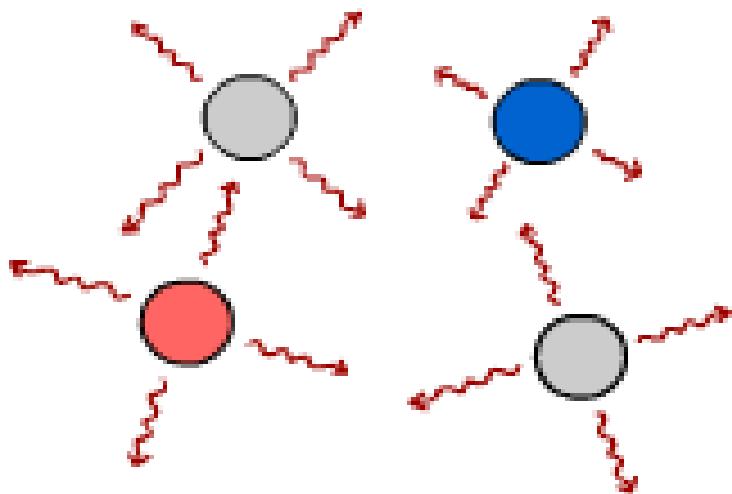
Rayonnement



Conduction, Convection & Rayonnement

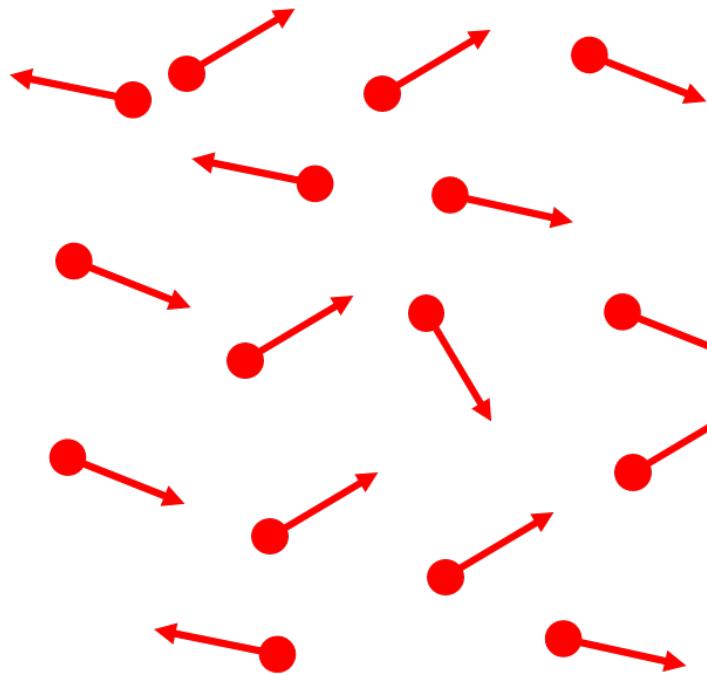
# Transport de chaleur

## Rayonnement

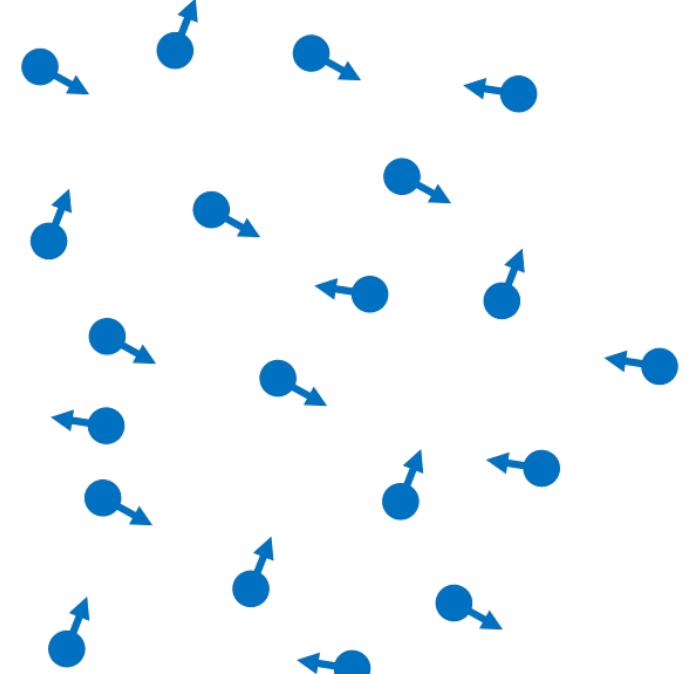


Rayonnement

# Agitation thermique

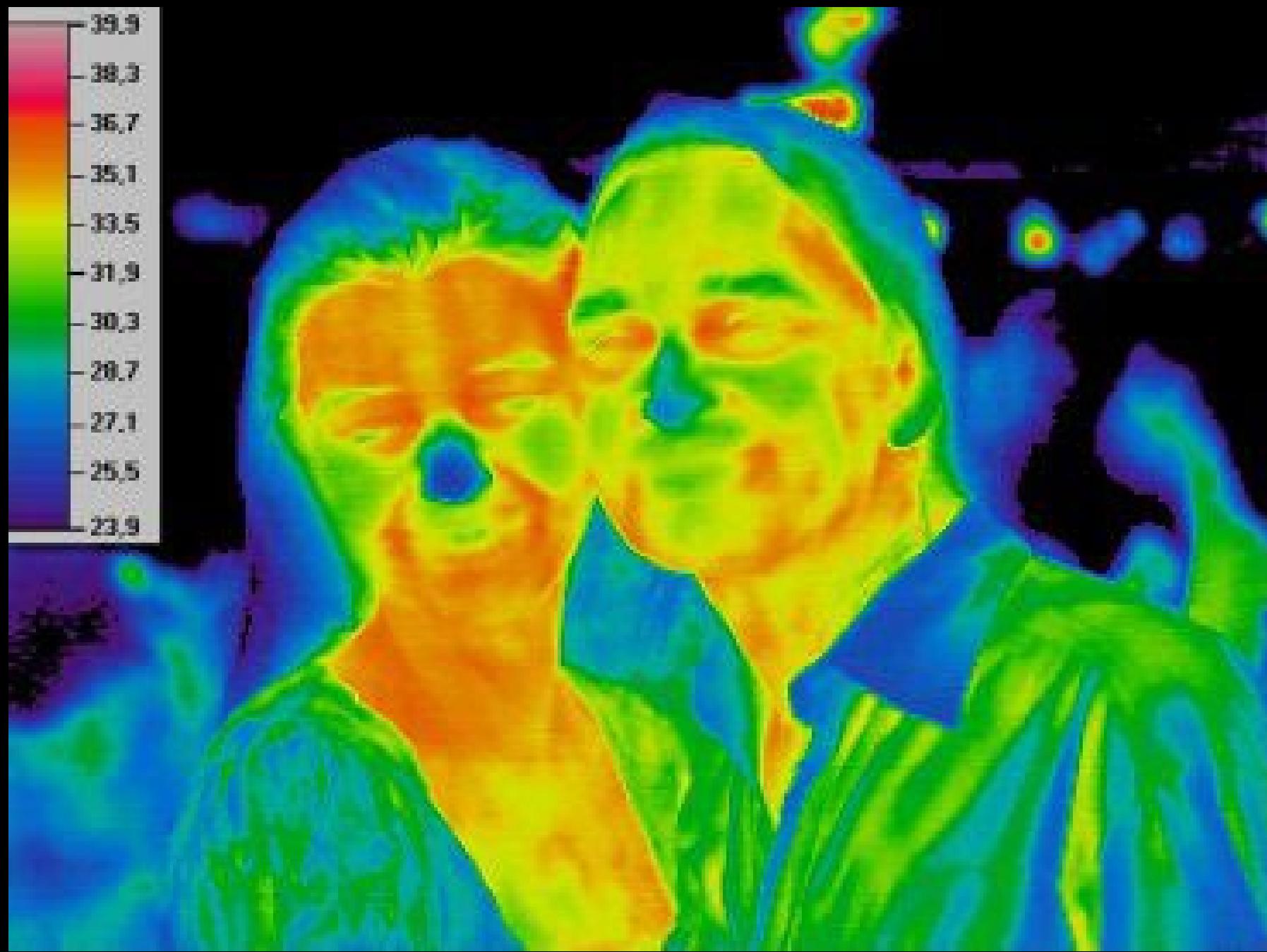


**CORPS CHAUD**  
 $E_{cmic}$  importante



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

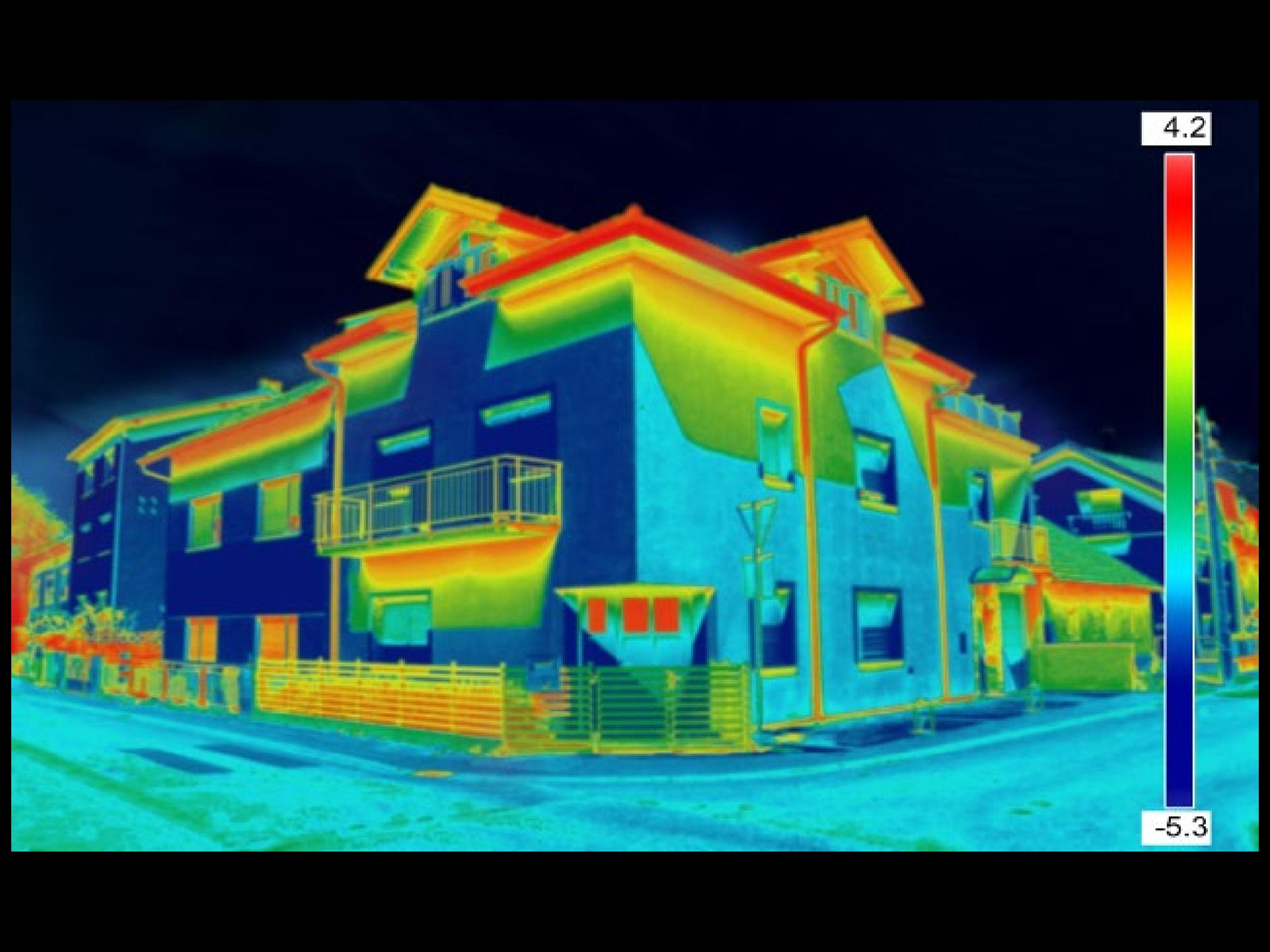




°C







4.2

-5.3





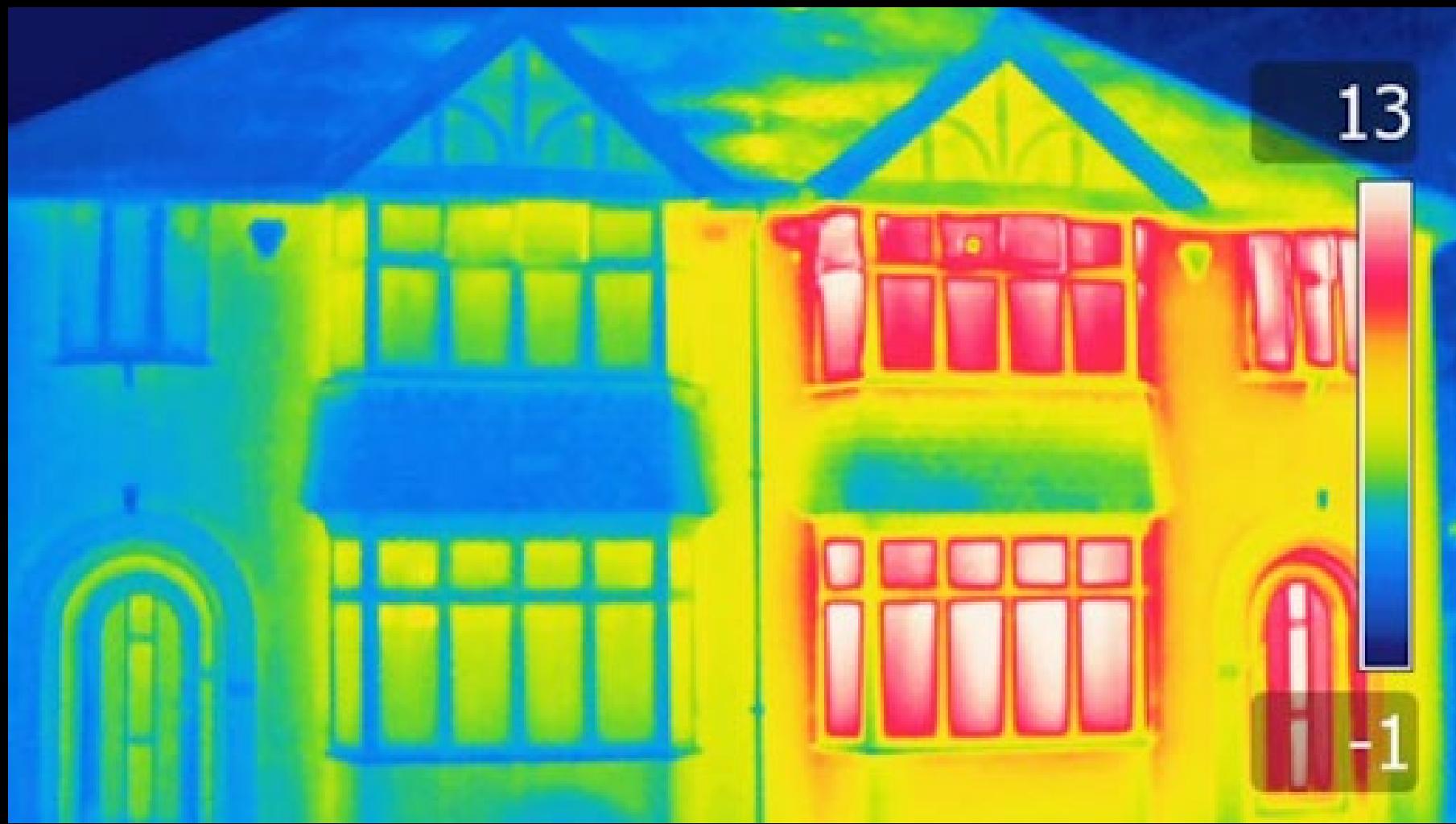




14.9 °C



@ACM103

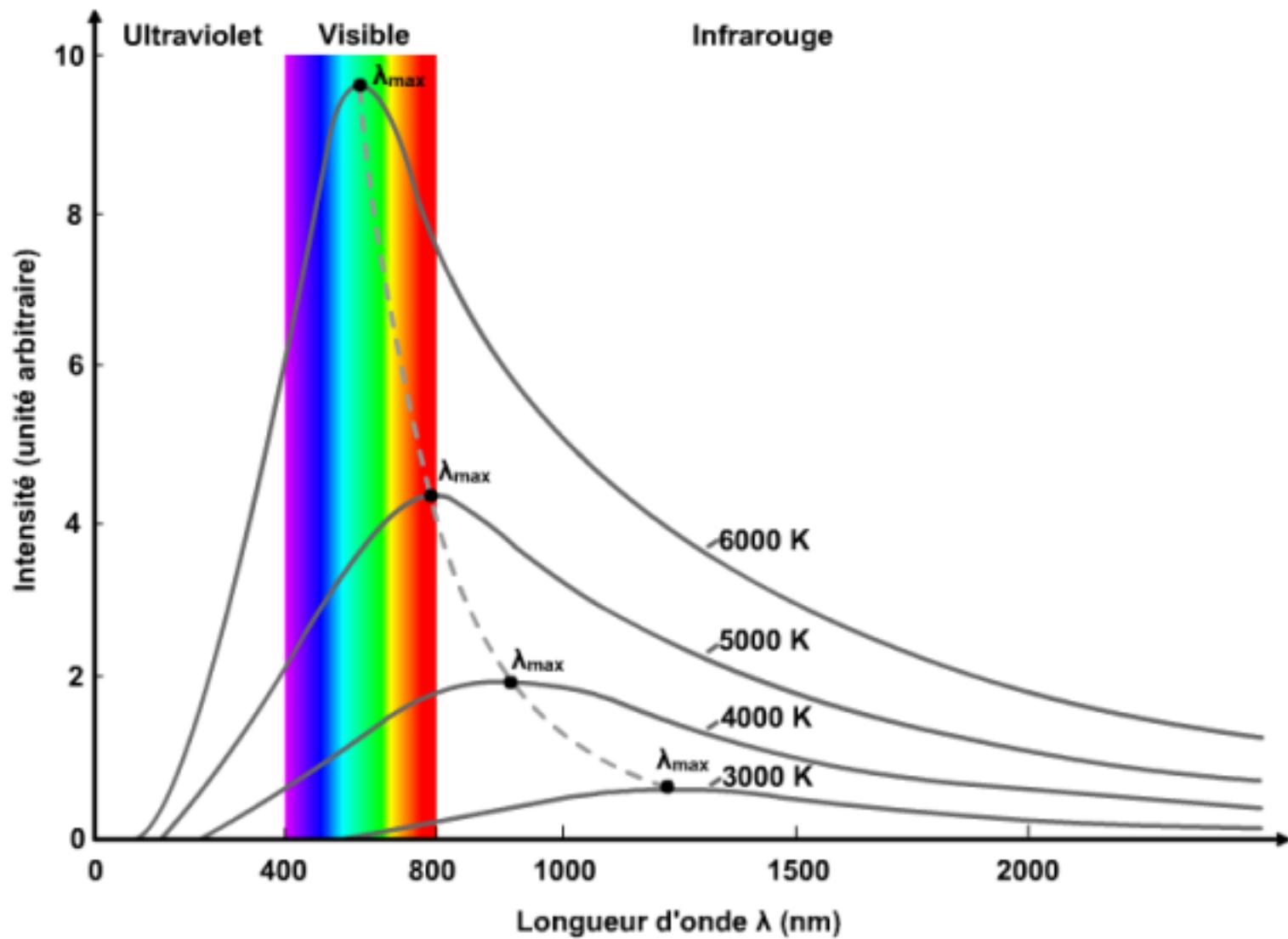


5,5°C

-4,3°C



# Spectre du corps noir



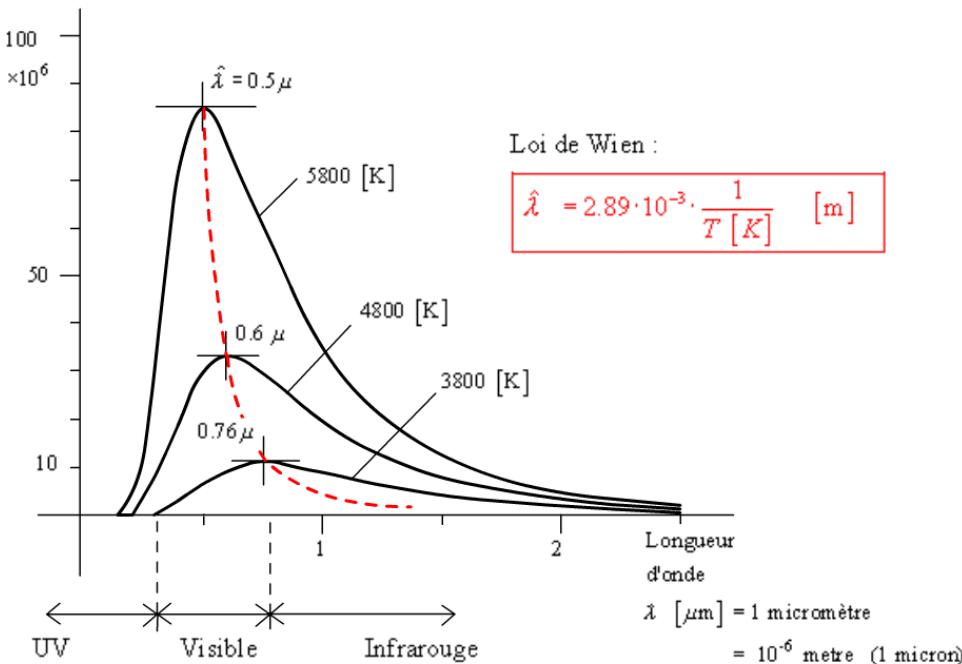
### Spectre du corps noir à différentes températures.

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

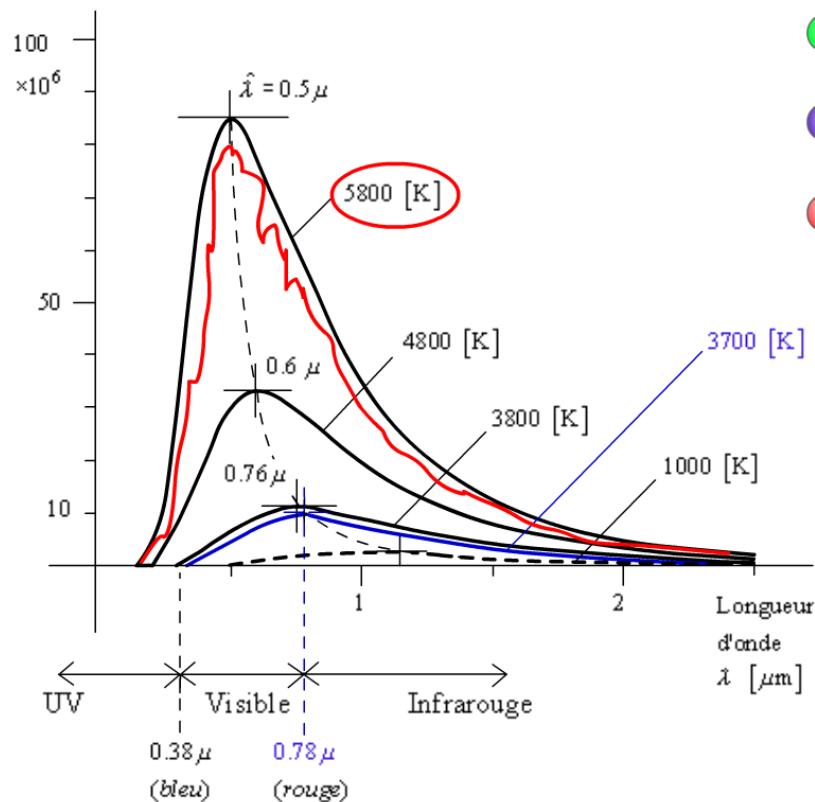
d'énergie rayonnée

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

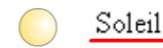


Densité spectrale  
d'énergie rayonnée

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



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1



Lampe halogène 2

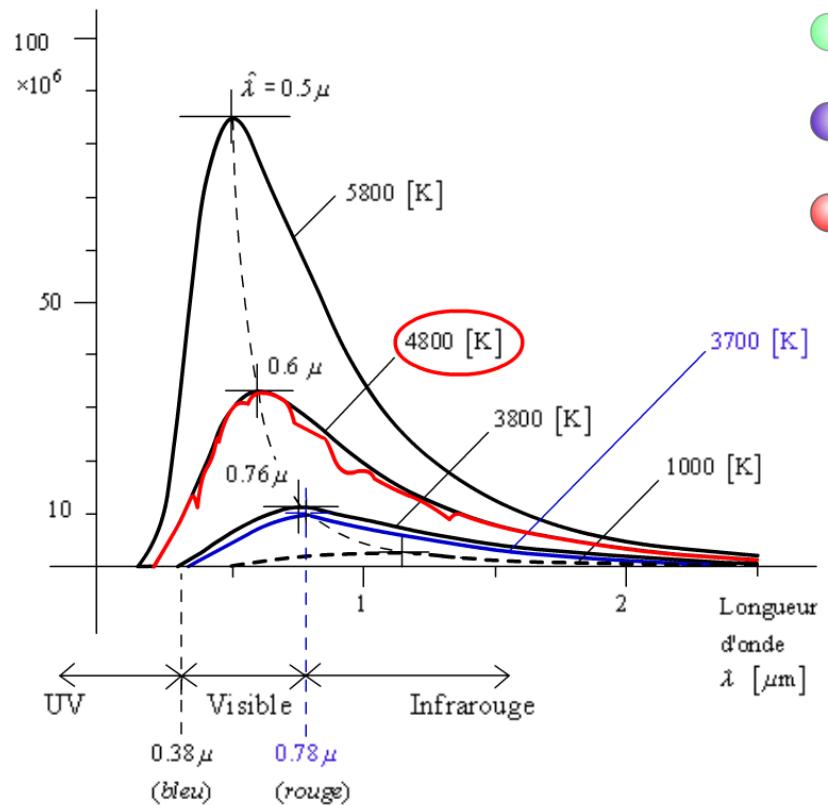


Metal chauffé à blanc

→ 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

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



### Quelques spectres de corps réels:



Soleil



Lampe halogène 1

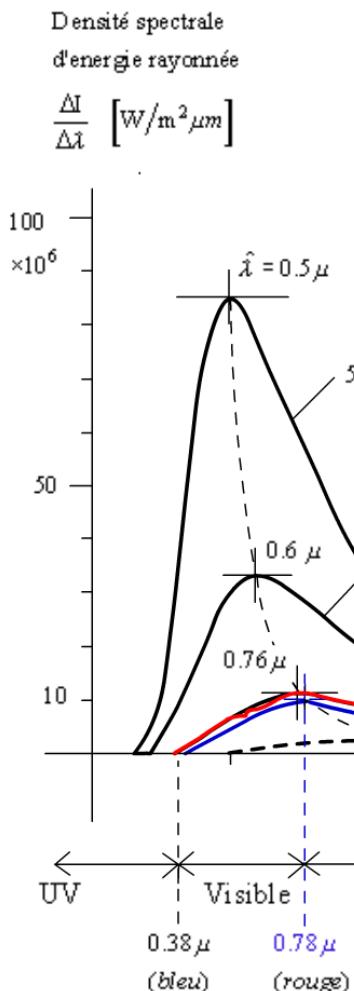


Lampe halogène 2



Metal chauffé à blanc

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



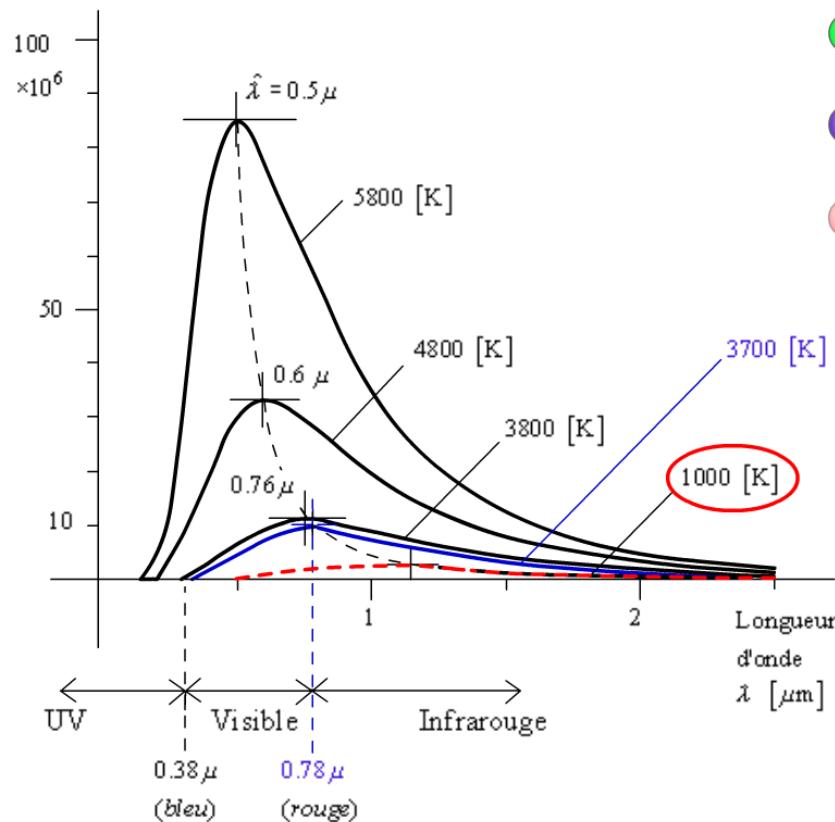
### Quelques spectres de corps réels:

- 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

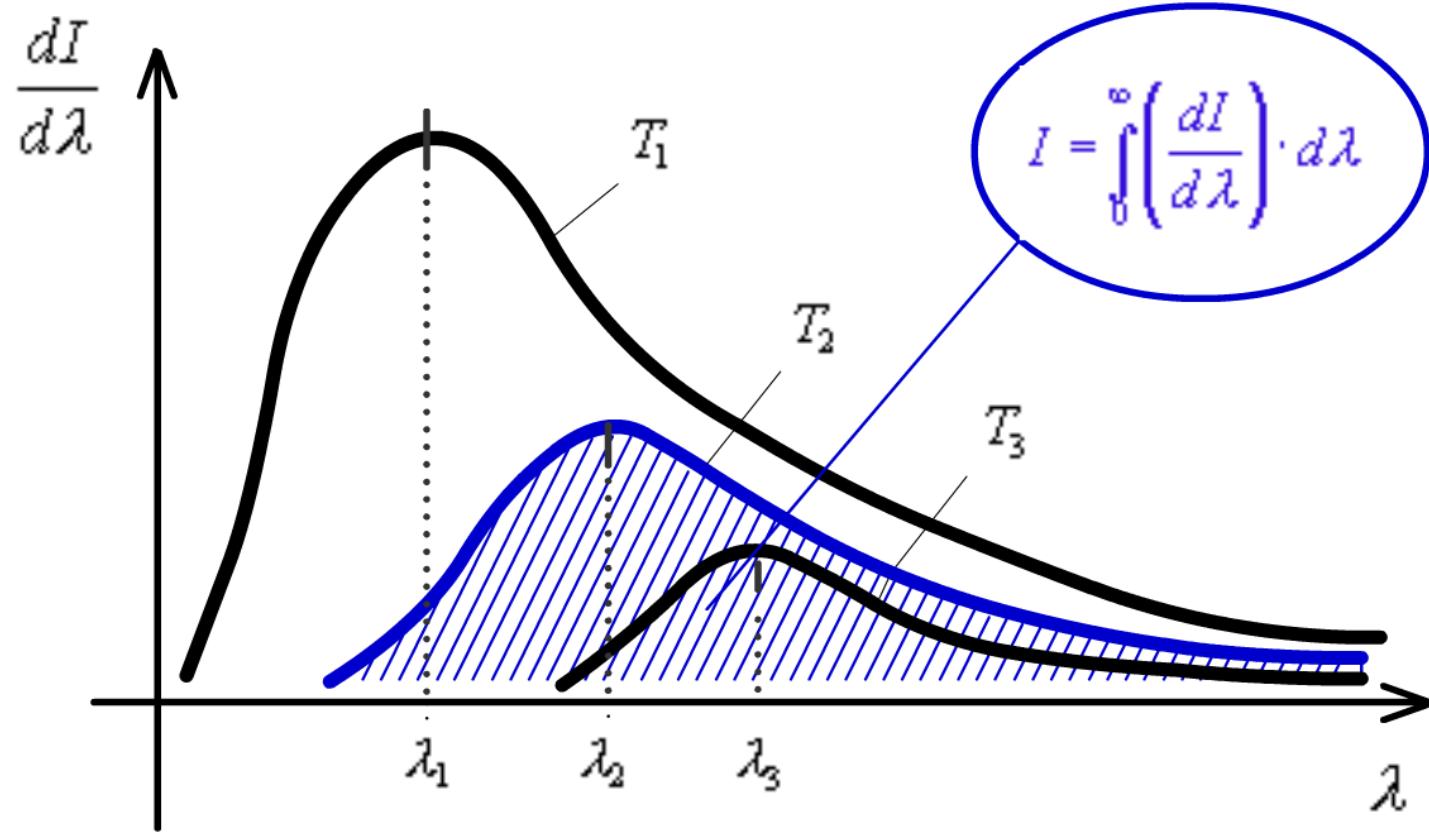
$$\frac{\Delta I}{\Delta \lambda} \quad [\text{W/m}^2 \mu\text{m}]$$



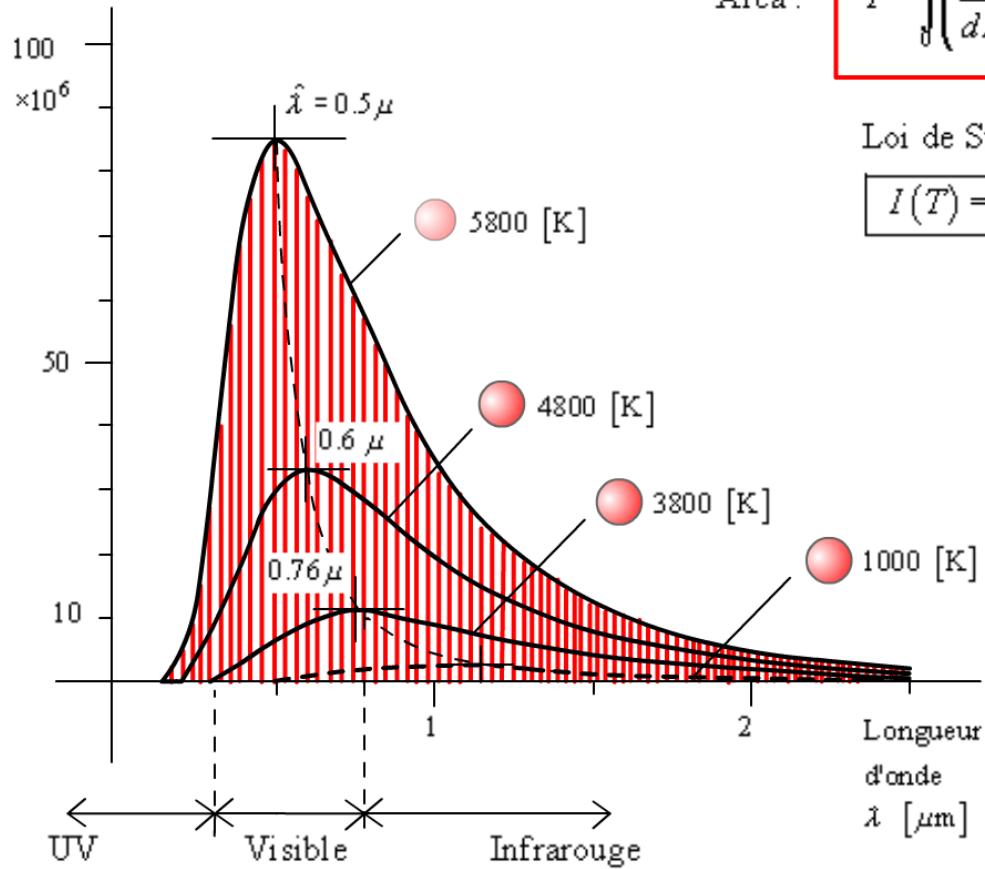
### Quelques spectres de corps réels:

- 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  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda}$  [W/m<sup>2</sup>μm]



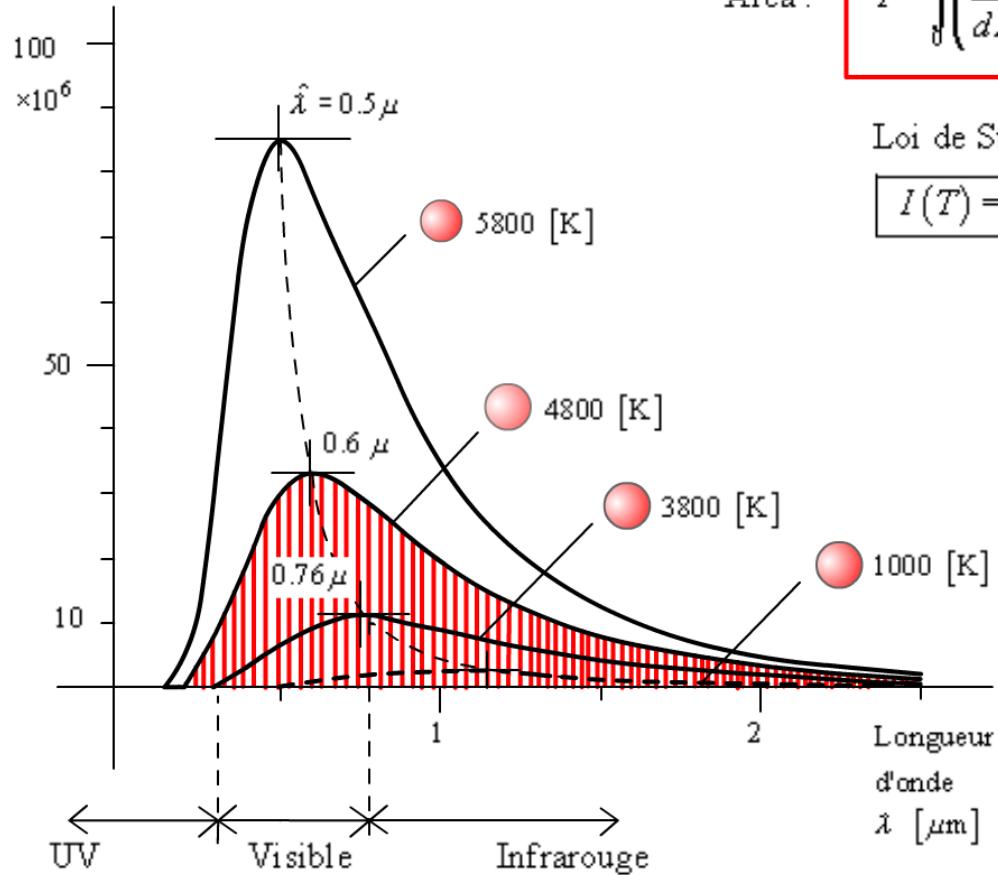
Area :

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

Loi de Stefan-Boltzmann :

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

Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda}$  [W/m<sup>2</sup>μm]



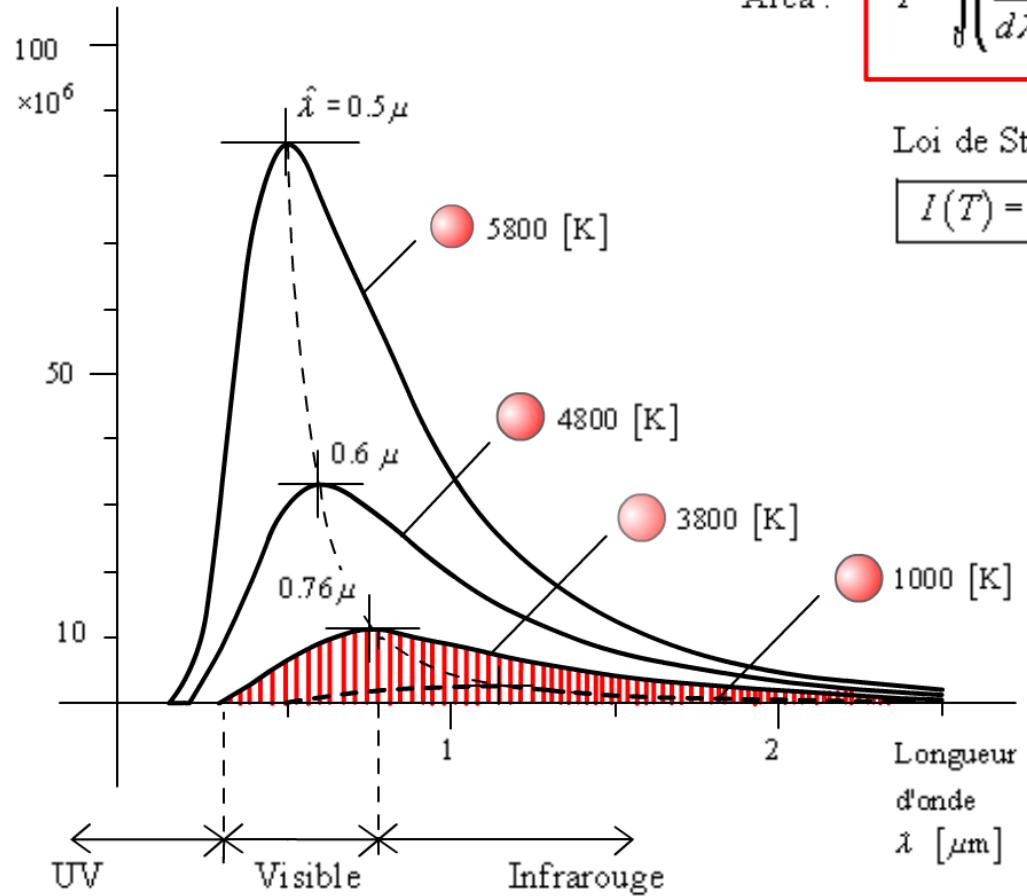
Area :

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

Loi de Stefan-Boltzmann :

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

Densité spectrale  
d'énergie rayonnée  $\frac{\Delta I}{\Delta \lambda}$  [W/m<sup>2</sup>μm]



Area:

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

Loi de Stefan-Boltzmann :

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