

Compte rendu TP Mécanique Energétique - Rayonnement Thermique

Baptiste Fanget - Pezard Léo - ME3A

Contents

1	Préambule	1
1.1	Introduction	1
1.2	Notions clés	1
1.2.1	Loi de Planck (puissance spectrale)	2
1.2.2	Loi de Stefan-Boltzmann (flux total)	2
1.2.3	Loi de Wien (longueur d'onde maximale)	2
1.2.4	Approche expérimentale	2
1.2.5	Objectif	2
1.3	Travail préparatoire	4
2	Expériences	4
2.1	Approche qualitative	4

1 Préambule

1.1 Introduction

L'objectif de cette séance de travaux pratiques est d'explorer les mécanismes de transfert thermique par rayonnement et d'étudier les paramètres influençant le flux radiatif émis par une surface. Les variations du flux seront examinées en fonction de la nature du matériau, de son état de surface, de sa température, ainsi que de l'effet d'un écran en verre.

1.2 Notions clés

Tout corps à une température $T > 0K$ émet un rayonnement thermique, dû à la conversion de son énergie interne en énergie électromagnétique. Ce rayonnement, caractérisé par des longueurs d'onde de 1 à 100 μm inclut les domaines ultraviolet, visible et infrarouge. Contrairement à la conduction et à la convection, le transfert radiatif ne nécessite pas de support matériel et se propage en ligne droite.

1.2.1 Loi de Planck (puissance spectrale)

TODO : revoir l'unité de cette formule

- $M_{\lambda}^0(T) = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{e^{C_2/(\lambda T)} - 1}$

Où $C_1 = 3,741.18^8 W.m^{-2}.\mu m^4$ et $C_2 = 14388 \mu m.K$

1.2.2 Loi de Stefan-Boltzmann (flux total)

- $M^0(T) = \sigma T^4$ avec $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$

1.2.3 Loi de Wien (longueur d'onde maximale)

- $\lambda_m T = 2898 \mu m \cdot K$

1.2.4 Approche expérimentale

Ce TP s'appuie sur les dispositifs suivants :

- **Cube multi-faces chauffé** : avec des surfaces ayant des états différents (noire mate, blanche mate, aluminium poli et non poli) pour étudier l'influence de l'émissivité.
- **Lampe à filament de tungstène** : permettant d'atteindre des températures élevées, avec T déduit de la résistance R via :

$$T = -0.053 \cdot \left(\frac{\rho_a R}{R_a} \right)^2 + 36.1 \cdot \left(\frac{\rho_a R}{R_a} \right) + 125$$

- **Thermopile** : pour mesurer le flux radiatif net Φ_{net} à partir de la tension générée :

$$U = s \cdot \Phi_{net} \quad \text{avec} \quad \Phi_{net} = \Phi_{emis} - \Phi_{absorbé}$$

1.2.5 Objectif

En combinant théorie et expérimentation, cette séance vise à :

Vérifier les lois fondamentales du rayonnement thermique. Étudier l'influence des propriétés de surface et de la température sur le flux émis. Analyser l'effet d'un écran en verre sur les échanges radiatifs.

Les résultats obtenus seront comparés aux modèles théoriques pour mieux comprendre les limitations expérimentales.

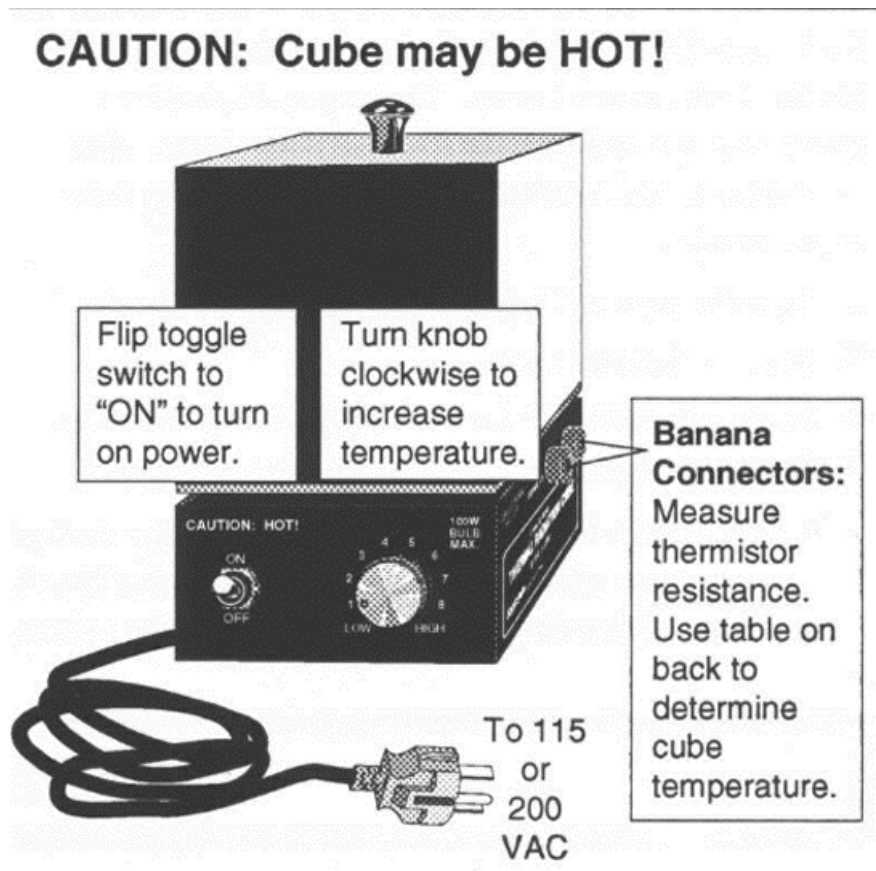


Figure 1: Schéma du cube multi-faces aux quatre faces latérales différentes chauffées par une ampoule centrale

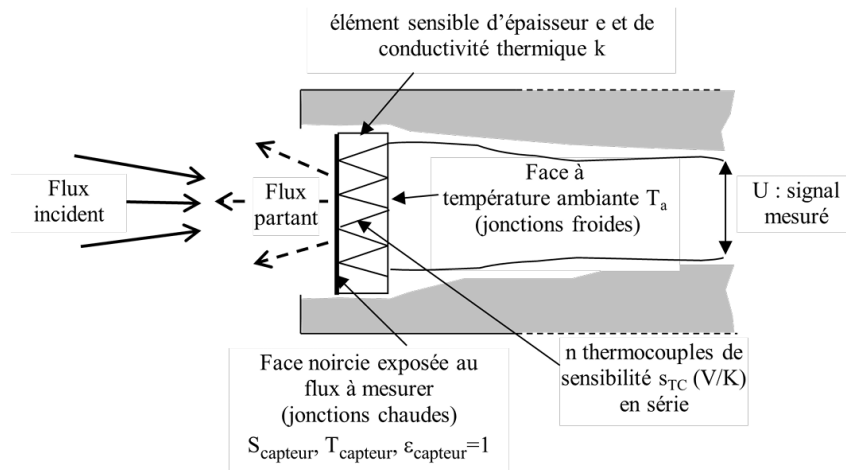


Figure 2: Fonctionnement schématique de la thermopile

1.3 Travail préparatoire

Réalisé sur Amétice

Notions principales abordées

2 Expériences

2.1 Approche qualitative

L'objectif est ici de se familiariser avec la notion d'émetteur et de récepteur de rayonnement ainsi que de dégager qualitativement des tendances de comportement de différentes surfaces.