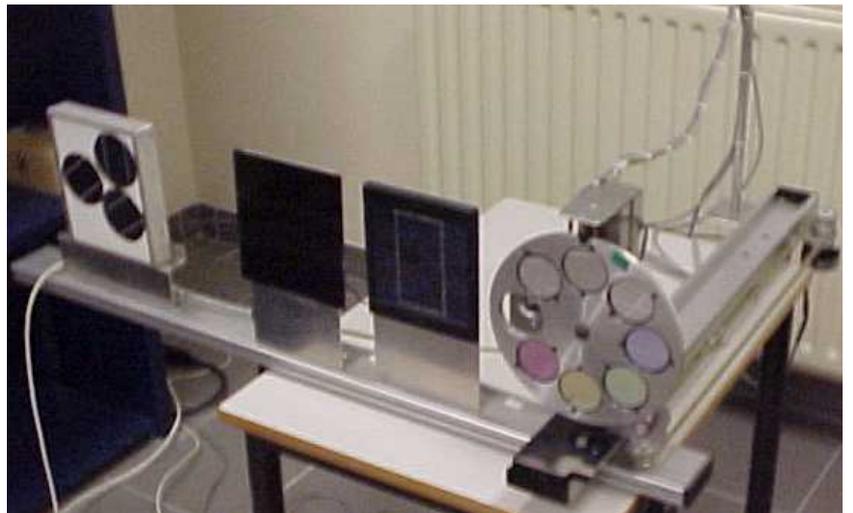
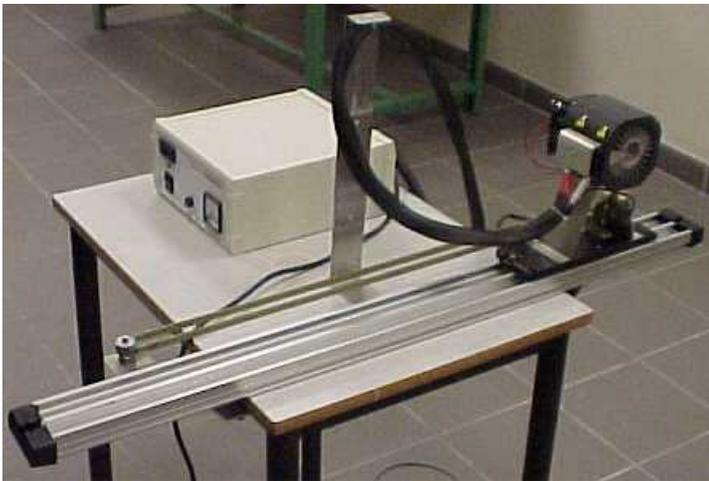


# Simulation solaire et photopiles

**Attention : Cette source lumineuse émet des ultraviolets (UV). Il est donc formellement interdit de pénétrer dans la pièce où se trouve la lampe lorsqu'elle fonctionne.**



# 1. Introduction

## 1.1. Objectif

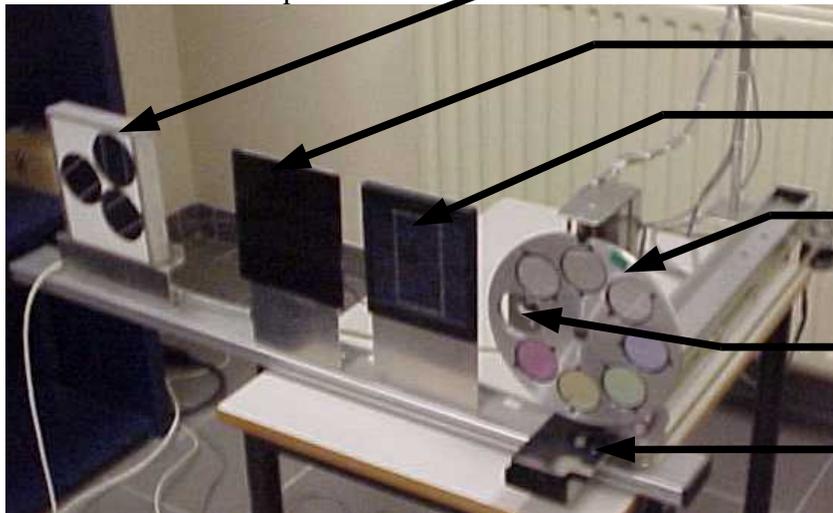
L'objectif de ce travail pratique est de quantifier le rendement énergétique de différentes photopiles (silicium amorphe, polycristallin, monocristallin).

Pour cela, vous devez déterminer:

- les caractéristiques de notre source lumineuse (spectre, intensité lumineuse et éclairement au niveau des photopiles) ;
- la réponse électrique des photopiles.

## 1.2. Matériels

Vous avez à votre disposition:



Photopile monocristalline

Photopile amorphe

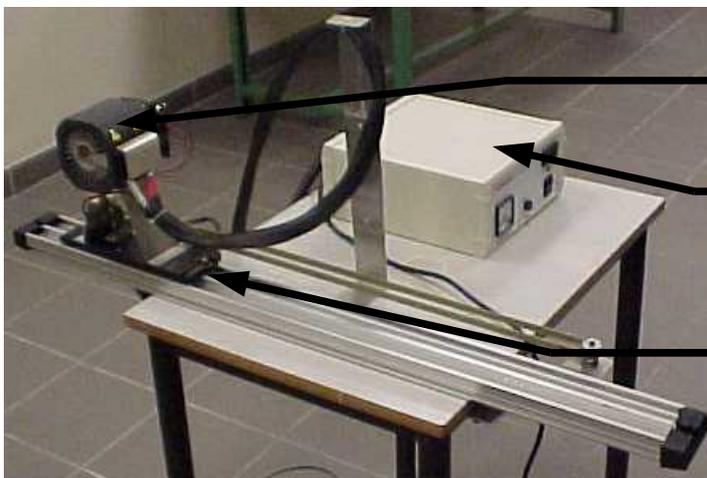
Photopile polycristalline

Plateau contenant 7 filtres interférentiels (rotation commandée par ordinateur)

Pyranomètre

Chariot commandé par ordinateur permettant d'éloigner le pyranomètre de la source

- un pyranomètre d'Eppley permet de mesurer l'éclairement global de tout l'hémisphère dans la bande de longueur d'onde  $0,3$  à  $3\mu\text{m}$ . La surface réceptrice comporte deux anneaux concentriques en argent; l'anneau intérieur est recouvert de noir, l'anneau extérieur est recouvert de blanc. La différence de température mesurée entre les deux anneaux par des thermocouples en contact thermique avec les surfaces intérieures des anneaux, mais isolés électriquement, peut-être enregistrée sous forme d'une tension de sortie de l'ordre du mV (voir document sur la table pour sa sensibilité  $\mu\text{V} / \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ).
- les filtres interférentiels permettent d'analyser le spectre de la lumière émise par notre source artificielle (voir document sur la table pour leurs caractéristiques) ;



Lampe Xénon

Alimentation de la lampe Xénon

Chariot commandé par ordinateur pour déplacer la lampe de façon que celle-ci puisse éclairer le pyranomètre ou l'une des photopiles

- une source lumineuse artificielle composée d'une lampe xénon de 300W (lampe qui simule le mieux le spectre du rayonnement solaire) ;



Un ordinateur et un logiciel pour commander le déplacement en translation de la lampe et du pyranomètre et le déplacement en rotation des filtres

Multimètres pour mesurer les caractéristiques électriques du pyranomètre ou des photopiles.

Un boîtier électrique pour mettre sous tension l'installation et pour accéder aux bornes du pyranomètre ou des photopiles

## 2. Rappel théorique

### 2.1. Sources Lumineuses

#### Rayonnement

Un rayonnement est une propagation d'énergie sous forme de photons auxquels sont associées des ondes électromagnétiques. Les photons (particule énergétique de masse et de charge nulles) se déplacent à la vitesse de la lumière ( $c_0=3.10^8$  m.s<sup>-1</sup> dans le vide).

#### Flux total énergétique rayonné émis ( $\phi(t)$ en W )

C'est la quantité d'énergie en Joule émis par une source de lumière pendant 1 seconde.

#### Flux élémentaire énergétique rayonné émis ( $d\phi$ en W )

C'est la quantité d'énergie en Joule émis par un point de la source pendant 1 seconde.

#### Intensité totale énergétique d'une source lumineuse (I en W.sr<sup>-1</sup>) $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$

C'est la quantité d'énergie en Joule émis par un point de la source pendant 1 s dans un angle solide de 1sr.

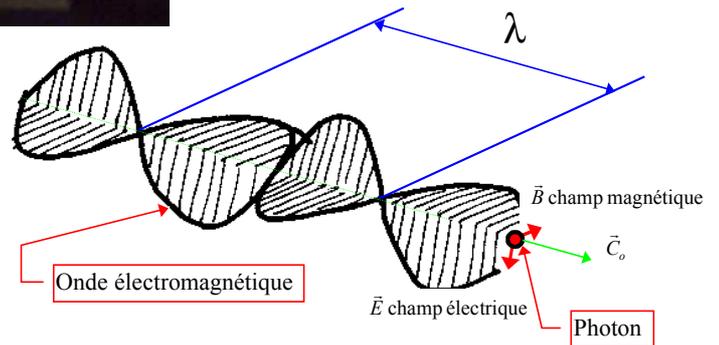
#### Eclairement total énergétique (E en W.m<sup>-2</sup>) $E = \frac{d\Phi}{dS}$

C'est la quantité d'énergie en Joule reçu par 1m<sup>2</sup> du récepteur pendant 1 seconde.

#### Relation de Boucher

$$E = \frac{I \cdot \cos(i)}{d^2}$$

avec  $i$  angle d'incidence (angle entre la normale du récepteur et le rayon lumineux incident) et  $d$  la distance entre la source et le récepteur. Pour que cette relation soit vérifiée, il faut que la source soit ponctuelle ou que la distance entre la source et le récepteur soit très supérieure à la longueur caractéristique de la source lumineuse.





### 3. Manipulations et travaux demandés

#### 3.1. Caractéristique des photopiles

Nous utiliserons la lampe xénon et les photopiles.

Avant de mettre sous tension la lampe, mesurer la surface de silicium des photopiles.

Faire les opérations suivantes pour les trois photopiles :

- Mettre la lampe sous tension et relier aux bornes d'une des photopiles un voltmètre.
  - Régler la position de la lampe de telle sorte que la tension soit maximum (lampe en face de la photopile).
1. Mesurer l'intensité en court circuit et la tension en circuit ouvert de la photopile. Relier aux bornes de la photopile une résistance variable. Mesurer la tension et l'intensité du courant traversant cette résistance en faisant varier la valeur de la résistance. Tracer la caractéristique des photopiles  $i=f(U)$  sur un même graphe.
  2. Déterminer la puissance reçue par la photopile connaissant sa surface et l'éclairement reçu. En déduire et tracer le rendement énergétique en fonction de la tension.
  3. En déduire les caractéristiques nominales de cette photopile (tension, intensité et puissance).
  4. Comparer ces photopiles

#### 3.2. Caractéristiques de la lampe xénon

Nous utiliserons la lampe xénon, le pyranomètre et les filtres.

**Attention : Mettre sous tension le boîtier électrique avant d'exécuter le programme.**

Avant de mettre sous tension la lampe, mesurer la distance entre la lampe et le pyranomètre (lorsque celui-ci est au même niveau que les photopiles).

1. Mettre sous tension la lampe. Mesurer l'éclairement énergétique total, à l'aide du pyranomètre, pour différentes distances entre la lampe et le pyranomètre.
2. Éteindre la lampe puis tracer le  $\log(\text{éclairement})$  en fonction du  $\log(\text{distance})$  sur du papier millimétré. Comparer les résultats obtenus à la théorie (relation de Bougher). En déduire l'intensité lumineuse de la lampe.
3. Déterminer les bandes passantes ainsi que le coefficient de transmission de chacun des filtres lorsqu'on les modélise par des filtres rectangulaires.
4. Mettre sous tension la lampe et positionner le pyranomètre au même niveau que les photopiles. Mesurer l'éclairement pour chacun des filtres. Éteindre la lampe. Représenter graphiquement le spectre de notre lampe. Comparer à celui du soleil.