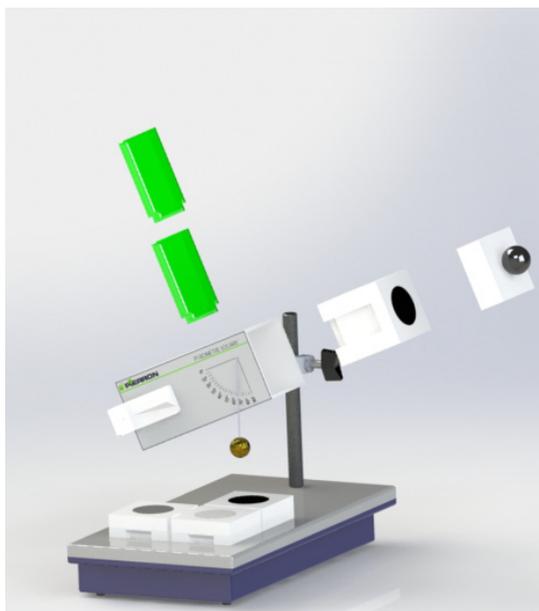




# Pyromètre solaire 15478

NOTICE



Retrouvez  
l'ensemble  
de nos gammes sur :  
[www.pierron.fr](http://www.pierron.fr)

 **PIERRON**  
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

**PIERRON - ASCO & CELDA** • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex France

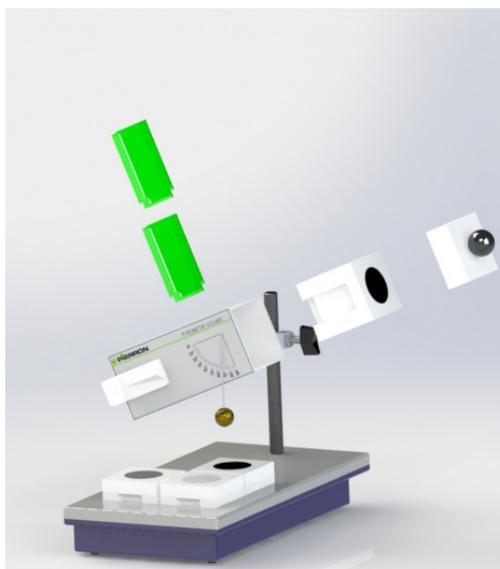
Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : [education-france@pierron.fr](mailto:education-france@pierron.fr)

## Introduction

Capteur expérimental destiné à :

- Evaluer la puissance solaire reçue au sol,
- Déterminer la constante solaire : calcul d'un albedo par mesures calorimétriques



## Composition

- Un boîtier métallique muni :
- D'une fente pour l'insertion éventuelle de filtre(s) anti-calorique(s);
- D'un viseur;
- D'une tige de fixation sur un support;
- D'une sérigraphie permettant de définir l'angle d'inclinaison du boîtier (par fil à plomb);
- D'un logement acceptant un bloc métallique (laiton ou aluminium) peint et inclus dans un isolant;
- D'un trou permettant l'insertion d'un thermomètre dans le bloc métallique.
- Quatre blocs métalliques peints (laiton : noir-gris-blanc, alu : noir) et insérés dans un isolant;
- Deux plaques de verre anti-calorique;
- Un obturateur;
- Un support stable permettant le rangement des blocs non utilisés.

## Montage

Une noix de fixation permet de positionner le pyromètre solaire, en face du soleil ou de la source de chaleur.

Pour placer un cylindre (contenu dans un cube isolant) dans le boîtier, il faut de l'insérer par l'avant de l'appareil.

Pour le retirer, on le pousse de l'intérieur du boîtier.

Le capteur de température se positionne dans l'orifice cité plus haut.

### Précautions d'installation

Afin d'éviter aux cylindres métalliques de s'échauffer pendant les réglages du boîtier du pyromètre, nous conseillons d'empêcher l'accès du soleil à l'aide de l'obturateur prévu à cet effet.

Attention! Ne jamais regarder le soleil en face.

## Mise en place

Pour obtenir une orientation perpendiculaire au soleil, il convient d'utiliser le viseur et l'écran comme repères.

Deux rotations sont nécessaires pour parfaire le positionnement : le support et le pyromètre. Une simple projection du soleil sur l'écran, à travers le viseur, suffit.

Extrait des programmes

## Sciences Physique

### Première S

#### 2 - Le Soleil, notre source d'énergie

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du Soleil. Cette énergie conditionne la température de surface de la Terre et détermine climats et saisons. Elle permet la photosynthèse des végétaux et se transmet par la nutrition à d'autres êtres vivants.

#### 2.2 - Le bilan radiatif terrestre

La Terre reçoit le rayonnement solaire et émet elle-même un rayonnement. Le bilan conditionne le milieu de vie. La compréhension de cet équilibre en classe de première permettra d'aborder sa perturbation par l'humanité en terminale.

#### Rappels théoriques

Un corps exposé à une source d'énergie s'échauffe. Cet apport d'énergie est directement lié à l'échauffement par la relation  $Q = m \cdot c (T_f - T_i)$ , où  $T_f$  et  $T_i$  sont les températures finale et initiale du corps,  $m$  la masse du corps,  $c$  la chaleur massique et  $Q$  la quantité de chaleur reçue.

La puissance solaire au sol, appelée éclairement  $E$ , est l'énergie reçue par unité de temps et par unité de surface.

Elle est liée à la quantité de chaleur par la relation  $E = Q/t.S$ , où  $t$  représente le temps d'exposition et  $S$  la section exposée.

#### Précautions d'emploi

Attention! Ne jamais regarder le soleil en face. Pour définir l'orientation du pyromètre, une simple projection du soleil sur l'écran, à travers le viseur, suffit.

#### Principe de fonctionnement de l'appareil

Le corps, cylindre en laiton ou en aluminium, de section  $S$  dont la face exposée est noire (pour absorber au mieux la lumière), est placé dans un bloc isolant.

Cette pièce est disposée dans un tube de section carrée équipé :

- D'une tige permettant sa fixation à un support par l'intermédiaire d'une noix double;

- D'un viseur;
- D'un rapporteur d'angle d'inclinaison.

Le viseur permettra un réglage optimum de l'inclinaison du support. En effet le plan du corps exposé doit être perpendiculaire aux rayons du soleil, l'angle lu avec le rapporteur est appelé "distance zénithale".

Cette dernière information va nous servir pour déterminer la constante solaire à partir d'un tableau de correspondance.

Un orifice de diamètre adéquat permet le positionnement d'une sonde thermométrique (ExAO ou autre).

Les mesures de températures pourront se faire avec le bloc de laiton, puis le bloc d'aluminium, nous comparerons les puissances obtenues.

Vous pourrez exploiter les mesures au-delà de cette situation, par exemple, déterminer la température de la photosphère solaire.

### Caractéristiques techniques

- Dimensions du support : 110 x 50 x 50mm
- Diamètre des corps cylindriques : 28 mm.
- Masse d'un bloc de laiton : 140 g.
- Masse du bloc d'aluminium : 47.5 g.
- Socle fourni : 240 x 137 x 37mm.

### Expériences

#### Exemples d'utilisation

- Evaluer la puissance solaire reçue au sol;
- Déterminer la constante solaire;
- Mesurer une réflectance : calcul d'un albédo;
- Température de photosphère...

par mesures calorimétriques.

### Environnement complémentaire

CAPTEURS :

- un thermomètre (classique ou électronique)
- ou une interface ExAO.

SOURCE DE CHALEUR :

- le soleil
- ou, pour certaines expériences, une source de lumière infrarouge 04491 + support 04247.

## Expérience 1 : évaluation de la puissance solaire reçue au sol

### Rappel théorique

Un corps exposé à une source d'énergie s'échauffe. Cet apport d'énergie est directement lié à l'échauffement par la relation:  $Q = m \cdot c (T_f - T_i)$ ,

où  $T_f$  et  $T_i$  représentent les températures finale et initiale du corps,  $m$  la masse du corps,  $c$  la chaleur massique ( $=418 \text{ J.Kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$  pour la laiton;  $=895 \text{ J.Kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$  pour l'aluminium),  $Q$  la quantité de chaleur reçue.

La puissance solaire au sol, appelée  $E$ , est l'énergie reçue par unité de temps et par unité de surface. Elle est liée à la quantité de chaleur par la relation :  $E = Q/\Delta t \cdot S$ ,  
où  $\Delta t$  représente le temps d'exposition et  $S$  la section exposée,  $\pi D^2/4$ .

### Mode opératoire

Pour effectuer cette mesure, on utilise indifféremment le corps en laiton, ou en aluminium peint en noir.

Insérez une sonde température dans le cylindre métallique.

Orientez le pyromètre de sorte que les rayons arrivent perpendiculairement à la surface exposée (voir la paragraphe "installation").

Mesurez pendant 10 minutes, en repérant la température de départ et la température au bout du temps conseillé.

On notera également l'angle d'inclinaison, qui nous donne la distance zénithale, qui sera utile pour déterminer la constante solaire.

## Expérience 2 :détermination de la constante solaire

Pour déterminer la constante solaire, nous avons besoin des paramètres figurant sur le tableau suivant. Celui-ci nous donne les rapports :

$E_0/E = \text{constante solaire/puissance reçue au sol par m}^2$

en fonction des caractéristiques du ciel au moment de la mesure.

Distance Zénithale z	70°	60°	50°	40°	30°	25°
Ciel bleu foncé limpide	2.50	2.00	1.70	1.50	1.35	1.3
Ciel moyen(bleu)	4.2	3.5	2.6	2.1	1.8	1.6
Ciel laiteux	5.3	4.3	3.2	2.5	2.2	2.0

### Expérience 3 : température de photosphère

#### Détermination de la puissance totale émise par mètre

La puissance  $E_0$  est reçue sur une surface de  $1\text{m}^2$  à une distance Terre-soleil telle que  $d=149.6 \times 10^6\text{km}$ .

Toute la puissance  $P$  émise par le soleil est transmise à une sphère d'aire  $4\pi \cdot d^2 \cdot E_0$ .

La puissance émise par mètre carré de photosphère est :

$$M = P/4\pi \cdot R_s^2 = 4\pi \cdot d^2 \cdot E_0 / 4\pi R_s^2 = (d/R_s)^2 \cdot E_0,$$

Où  $R_s = 696\,000\text{km}$ .

#### Détermination de la température de la photosphère du soleil

La température  $T$  de la photosphère est donnée par la loi de Stefan :

$$M = \sigma \cdot T^4,$$

où  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ , donc  $T = (M/\sigma)^{0.25}$

### Expérience 4 : Influence de l'atmosphère sur la température de la surface terrestre

L'atmosphère absorbe une partie du rayonnement incident, dans le visible et dans le proche IR. Nous utilisons cette fois-ci les filtres anti-caloriques fournis, et allons mesurer la température d'un corps, noir de préférence, soumis au rayonnement solaire.

Nous disposons entre le corps et le soleil (ou la source infra-rouge) un filtre, puis deux filtres ou aucun filtre anticalorique.

A chaque fois, on mesure la température d'équilibre.

Les filtres proposés sont transparents à la lumière, mais protègent de la chaleur.

## Expérience 5 : mesure d'une réflectance : calcul d'un albédo

Des interactions existent entre le soleil et la Terre. L'une d'elle, consiste en ce que la Terre renvoie le tiers de l'énergie qu'elle reçoit du soleil.

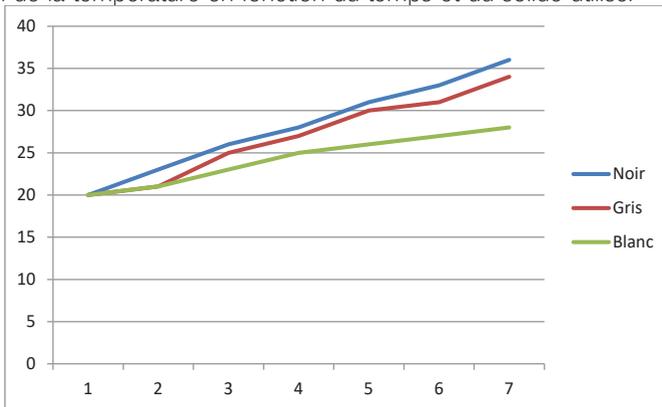
### Principe de manipulation

L'énergie solaire absorbée par un corps, dépend de la surface éclairée. Nous pouvons donc mesurer la puissance solaire au sol en modifiant la surface (sa couleur) du corps exposé. Dans notre cas, nous disposons de 3 corps identiques en laiton, mais dont les couleurs sont:

- Noir, le corps absorbe beaucoup
- Gris, le corps absorbe moins
- Blanc; la lumière est réfléchiée en grande partie.

L'albédo est déterminé par le rapport de l'énergie réfléchiée sur l'énergie incidente. Ceci étant valable pour des mesures réalisées dans la même gamme de longueurs d'onde. Les courbes superposées ci-dessous ont été réalisées une l'interface ExAO

Évolution de la température en fonction du temps et du solide utilisé.



### Approche expérimentale

30% de l'énergie solaire sont réfléchis vers l'espace. Cette proportion dépend de la surface terrestre, de l'atmosphère, des conditions climatiques (nuages).

### Exemples d'albédo terrestres (%)

Forêt sombre : 12%

Sable : 27%

Océan : 7%.

## Entretien

Un papier d'essuyage souple sera utilisé pour nettoyer les surface exposées des blocs métalliques. Il convient de ranger le produit à l'abri de la poussière et du soleil.

## Garantie

Les matériels livrés par PIERRON sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel. Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia. Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire. Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit. Vices apparents : nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. A l'export, ce délai est porté à un mois. La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

