

## Laissons leur l'initiative

par Jean RIPERT  
Lycée Clément Marot - 46000 Cahors

---

Dans le B.O. n° 13 du 31 mars 1994, avez-vous lu l'article «Quand les sciences deviennent vraiment expérimentales» de Monsieur BECQUE-LIN, Doyen de l'Inspection Générale de Physique et chimie suivi de «Une expérience à L'Isle-Adam» de Gérard DOULSAN ? C'est attrayant.

J'ai envie de dire «Quand les sciences deviennent ENFIN expérimentales», car je crois que cet aspect de la physique et de la chimie est attendu et prisé par nos élèves.

Je ne veux pas dire que jusqu'à présent rien ne s'est fait. De nombreuses initiatives sont prises, chacun fait des efforts, nous nous battons, mais parfois nous succombons. Moi aussi j'ai parfois fait un «T.P. pour faire un T.P., j'ai organisé des «T.P. menés de mains de maître : «faites ceci... puis cela... et surtout pas ça». Et j'étais content d'avoir pu «boucler» mon T.P. Et les élèves ?

Ce qui serait souhaitable, c'est, comme le laisse entendre le titre (un peu provocateur), de laisser plus d'initiatives aux élèves.

J'ai entendu parler pour la première fois de l'expérience de L'Isle-Adam par Brigitte BERTHIER et Michèle NENAN lors de la réunion du 2 décembre à Paris sur l'option de Première S, organisée par l'Inspection Générale (voir la présentation de ces «T.P. top» dans les articles des B.U.P. n° 720 et 726 de 1990).

J'ai eu envie d'essayer dans le cadre de l'option de Première S. Ce fut une timide tentative, mais riche d'enseignements.

Avant d'aborder les textes proposés aux élèves sur la détermination de la température de la photosphère du Soleil, il faut situer ce travail dans la progression. Dans le thème rayonnement et couleurs, un travail

sur les rayonnements du corps noir a été fait auparavant (loi de Wien-loi de Stefan)<sup>1</sup>

Le T.P. top s'est déroulé de la façon suivante : la feuille (ci-contre) a été distribuée aux élèves qui travaillaient par groupe de 3 ou 4, et pendant trente minutes les enseignants n'ont apporté aucune indication et pendant trente minutes on a pu voir tous les élèves parler de physique (c'était déjà gagné). Chaque groupe a alors proposé un dispositif expérimental qui, après discussion avec les enseignants a été retravaillé pour être présenté à la fin. Les dix dernières minutes ont été utilisées pour essayer de répondre à la question : comment passer de la puissance reçue par  $m^2$  sur Terre, à la puissance totale produite par le Soleil et à la température de la photosphère de celui-ci ?

Tous les dispositifs étaient astucieux. Il n'est pas possible de rentrer dans le détail ici. Tous les groupes choisissent au départ un liquide, pensent à l'isolation et à noircir (la paroi ou choix de café noir). Les groupes qui ont du mal à démarrer sont ceux qui n'ont pas analysé la question. On découvre que le mot puissance n'évoque pas grand chose pour les élèves de Première S, si ce n'est UI ou  $RI^2$ . Nombreux sont ceux qui soutiennent que le Soleil est au zénith, évidemment à... midi solaire ; c'est plus facile pour faire arriver des rayons perpendiculaires à la surface d'un liquide, mais l'utilisation d'un miroir de renvoi est assez répandue. A la fin, certains ont du mal pour déterminer la température d'un solide... pensez donc, un trou dans un solide !

Certains pensent à l'effet de serre (pour les élèves le système a plus d'énergie qu'il n'en a reçu).

Dans l'ensemble, les élèves ont apprécié cette façon de travailler et les enseignants également. Mes collègues m'ont permis de tester le T.P. top avec les quatre groupes d'option. Un groupe n'avait jamais entendu parler de calorimétrie. Cela n'a pas posé de problème.

Je suis très satisfait de la méthode et je rejoins les collègues qui ont été des pionniers, pour dire que lorsque les élèves réfléchissent à un sujet, non seulement ils trouvent toujours des solutions, mais qu'ensuite la réalisation est plus rapide. Il n'y a pas eu de problème quand ils ont construit par groupe de deux le dispositif expérimental.

---

1. L'ensemble de l'article a été publié dans les Cahiers Clairaut (CLEA) n° 65, Printemps 94.

tal<sup>2</sup>. Je l'ai fait démontable pour que tous les groupes puissent le construire : le cylindre est coincé, par l'arrière avec du polystyrène contre les ergots du manchon de P.V.C. et le verre est collé avec une colle peu efficace.

Les mesures faites juste après le montage du dispositif ont été très mauvaises : le Soleil était très bas distance zénithale  $72^\circ$  et l'équilibre thermique n'était pas atteint au début de la manip (il faisait  $10^\circ\text{C}$  à l'extérieur). Par contre les mesures faites par les élèves au cours de la semaine ont été très correctes.

En conclusion je dirais : faites des T.P. top (ce n'est pas facile quand on débute, en particulier la formulation des questions n'est pas toujours aisée), vous entendrez tous les élèves parler de physique (ou de chimie), même les plus timorés défendent leurs arguments, et en les écoutant ou en discutant avec eux, vous verrez que même s'ils savent utiliser des formules, ils ont des idées très particulières sur les concepts de physique (ou de chimie). Et ceci est important pour les enseignants. Je terminerai en disant que cette option est un régal. On ne peut lui souhaiter que longue vie.



2. Le dispositif est décrit dans «18 fiches d'astrophysique» CLEA-Belin, option Première S, publié chez Belin.

## ET VOUS QU'EN PENSEZ-VOUS ?



## ET POURTANT :

Proposez un dispositif expérimental qui, basé sur une méthode calorimétrique, vous permettra de mesurer la puissance solaire reçue par  $m^2$  à la surface de la Terre.

Comment à partir de cette mesure pourra-t-on déterminer la puissance totale émise par le Soleil... et sa température de surface ?

### Prévoir :

- une démarche expérimentale,
- tout le matériel nécessaire.

**Soumettre** votre projet pour approbation.

**Réaliser** la manipulation.

**Faire** un compte rendu détaillé.

Vous disposez de livres de physiques.

## *Température du Soleil*

---

Vous avez recherché un dispositif expérimental permettant de déterminer la puissance reçue par  $m^2$  à la surface de la Terre en provenance du rayonnement solaire.

Nous vous proposons un dispositif qui en est dérivé.

1. Mesurer la masse **m** et le diamètre **d** du cylindre métallique

$$\mathbf{m} = \quad \quad \mathbf{d} =$$

Calculer l'aire de la surface exposée aux rayonnements solaires.

$$\mathbf{s} =$$

Rechercher la valeur de la chaleur massique du métal.

$$\mathbf{c} =$$

2. Mesures

Durée de l'exposition  $\Delta t =$

Température initiale  $\theta_i =$

Température finale  $\theta_f =$

Distance zénithale  $z =$

3. Détermination de la puissance reçue par  $m^2$

*a* - La quantité de chaleur reçue est donnée par la relation :

$$\mathbf{Q} =$$

*b* - La puissance reçue est donnée par la relation :

$$\mathbf{P}' =$$

*c* - La puissance reçue par mètre carré est donnée par la relation :

$$\mathbf{P} =$$

*d* - Calcul de cette puissance :

4. Avant d'arriver à la surface de la Terre, le rayonnement du Soleil a été absorbé en partie par l'atmosphère terrestre. Cette absorption

dépend de la présence d'humidité dans l'air (ciel pur ou laiteux) et de l'épaisseur d'atmosphère traversée (qui dépend de l'inclinaison des rayons solaires : distance zénithale).

Le tableau ci-dessous permet de passer de la puissance reçue par  $m^2$  sur Terre à la puissance reçue par  $m^2$  hors atmosphère, appelé **constante solaire**.

Distance zénithale	70°	60°	50°	40°	30°	25°
Ciel bleu foncé limpide	2,50	2,00	1,70	1,50	1,35	1,30
Ciel moyen	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

Calcul de la puissance reçue hors atmosphère par  $m^2$  :

$$P_{CS} =$$

5. Détermination de la puissance totale émise par le Soleil :

$$P_S =$$

6. Détermination de la puissance émise par  $m^2$  de surface solaire, cette grandeur est appelée :

$$M =$$

7. Détermination de la température de surface du Soleil (photosphère solaire) :

$$T =$$

## *Recherche et réflexion*

---

### 1. Sur l'utilisation d'une peinture noire

- Celle-ci doit-elle être mate ou brillante ?
- Est-il normal de négliger la quantité de chaleur absorbée par la peinture ? Faire le calcul.

### 2. Sur les dimensions du cylindre

A-t-on intérêt à augmenter la masse du cylindre en conservant la même surface exposée au Soleil ? (réfléchir à partir de la relation  $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$ ).

### 3. Sur le choix du matériau

On cherche évidemment à avoir l'élévation de température la plus importante possible ; faut-il donc choisir de l'aluminium ou du laiton pour un cylindre de mêmes dimensions ?

Chaleur massique du laiton  $c_{\text{la}} = 380 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Chaleur massique de l'aluminium  $c_{\text{Al}} = 920 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

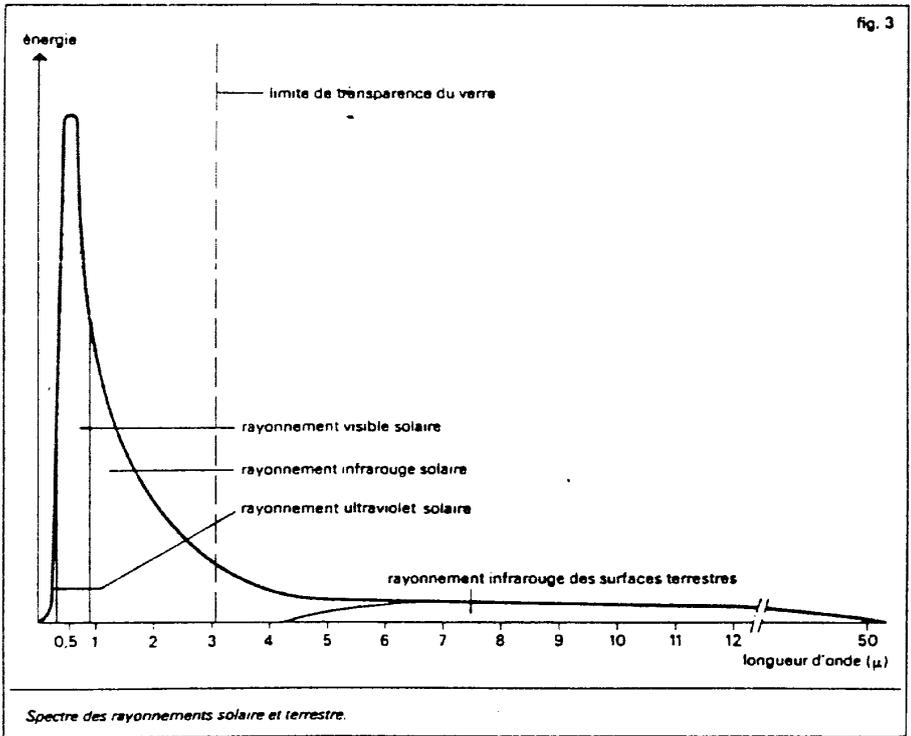
Masse volumique du laiton  $\rho_{\text{la}} = 8,9 \text{ g.cm}^{-3}$

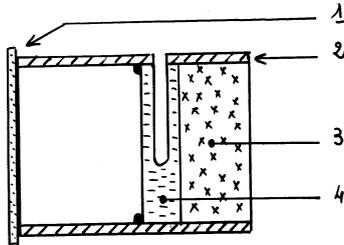
Masse volumique de l'aluminium  $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g.cm}^{-3}$

### 4. Sur l'intérêt de placer une plaque de verre à l'avant du dispositif

- Cette plaque ne va-t-elle pas arrêter tout le rayonnement infrarouge venant du Soleil ?
- Le cylindre va s'échauffer, supposons qu'il soit porté à 40°C, il va donc émettre un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda$ . Ce rayonnement ne va-t-il pas s'échapper en traversant le verre ? (calculer par la loi de Wien la longueur d'onde du maximum du rayonnement du cylindre et conclure).

fig. 3





- |   |                      |    |              |
|---|----------------------|----|--------------|
| 1 | plaque de verre      | 6  | collier lyre |
| 2 | manchonPVC Ø50mm     | 7  | tube PVC     |
| 3 | polystyrène expansé  | 8  | écran        |
| 4 | cylindre d'aluminium | 9  | rapporteur   |
| 5 | thermomètre          | 10 | fil à plomb  |

