

Conductivité thermique

par M. VILLEDARY,
Lycée Saint-Louis, 75006 Paris.

La manipulation propose l'observation du régime permanent à travers un triple mur thermique et l'application à la comparaison des conductivités thermiques.

PRESENTATION.

Deux bains thermostatés imposent leur température de part et d'autre du mur (fig. 1).

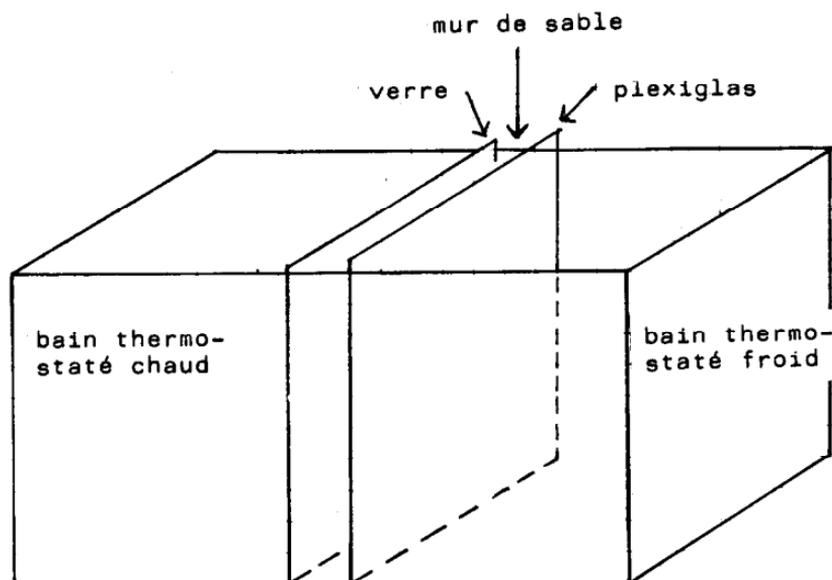


Fig. 1

Dans le mur central constitué de sable de Fontainebleau sec, huit sondes permettent de suivre l'évolution de la température et de repérer les températures d'équilibre.

Ces sondes sont des thermistances miniatures, elles sont regroupées par groupe de 4 sur deux boîtiers de raccord à un

ohmmètre. Un étalonnage permet de déduire rapidement la température à partir de la résistance.

RESULTATS.

Le régime permanent est obtenu en 75 minutes environ.

A partir de la fig. 2, il est possible de vérifier la linéarité de θ avec x . La méthode de régression linéaire appliquée aux 8 points expérimentaux permet de connaître par extrapolation $\theta(x = 0)$ et $\theta(x = 4,5 \text{ cm})$.

La loi de FOURIER exprime le débit de chaleur (ici suivant une seule dimension) à travers une section S :

$$\frac{dQ}{dt} = kS \frac{d\theta}{dx} \quad k \text{ est la conductivité thermique.}$$

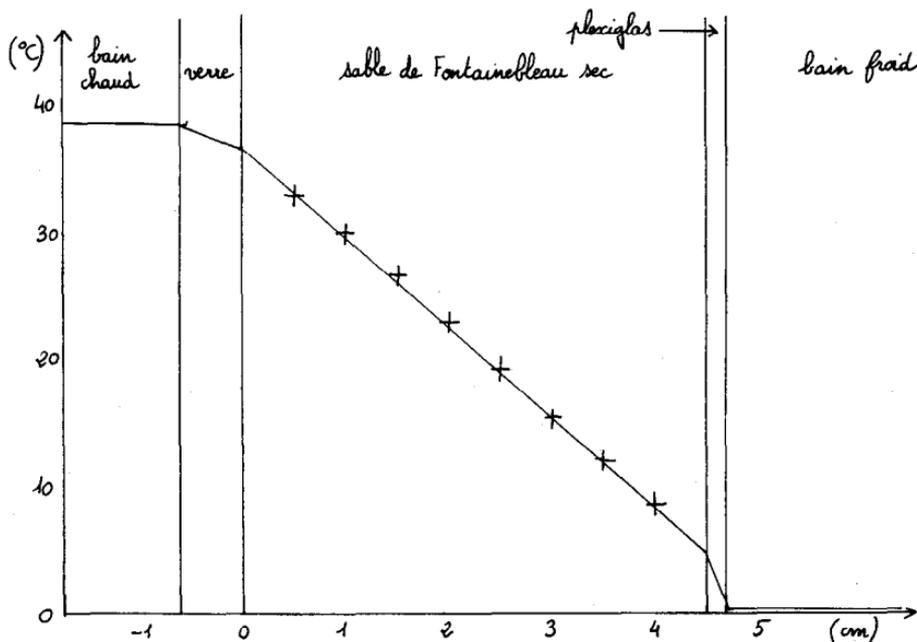


figure b

$$\theta_{\text{permanent}} = f(x)$$

Fig. 2

En régime permanent :

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dQ}{dt} = \text{cste} \\ S = \text{cste.} \end{array} \right\} k(\text{matériau } i) \times \left(\frac{d\theta}{dx} \right)_{\text{matériau } i} = \text{cste}$$

On obtient :

$$\frac{k(\text{sable})}{k(\text{verre})} = 0,46 \quad \text{et} \quad \frac{k(\text{plexiglas})}{k(\text{verre})} = 0,14.$$

$$\text{Si } k(\text{verre}) = 0,6 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1} \quad k(\text{sable}) = 0,3 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}, \\ k(\text{plexiglass}) = 0,08 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

LIMITATIONS ET CONCLUSION.

Quelle est la précision des mesures ?

Celle des températures est de l'ordre du degré, d'une part à cause du regroupement des étalonnages effectués pour les thermistances et d'autre part à cause de la qualité des thermistances au 1/10^e qui présentent une forte dispersion.

Il faut veiller à placer soigneusement les thermistances dans le sable si l'on veut limiter l'erreur sur leur position.

Ce matériel reste d'un coût raisonnable, le principal poste est celui de thermistances (en 1986, 700 F les 10, livrées sans support).

Ce matériel est en partie spécialisé et nécessite une préparation : cloisons de l'aquarium, boîtes de raccord et liaison aux thermistances.

ANNEXE :

LISTE DU MATERIEL ET INDICATIONS

A) Matériel non spécialisé pour 2 binômes :

- 1 thermostat pour maintenir à 40 °C 7 l d'eau.
- 1 agitateur pour le bain de glace.
- 2 ohmmètres à lecture directe 20 000 points (calibre 2 M, courant de mesure 3 A).
- 2 thermomètres au 1/10^e de degré pour les bains thermostats.
- 8 thermistances CTN miniatures R (25 °C) = 22 k Ω , coefficient B, 3 850 K (RTC - THOMSON), 700 F T.T.C. les dix sans support (fig. 3).
Etendue de variation des résistances de 0° à 40 °C :
50 à 10 k.

B) Matériel spécialisé pour 2 binômes :

- 1 plaque en PVC supportant les thermistances (fig. 3 et 4).
 - 1 entonnoir pour remplir le mur de sable.
 - 2 boîtes de raccord et fils nécessaires permettant à chaque ohmmètre d'adresser 4 thermistances.
 - 1 aquarium 40 × 20 × 24 cm en verre et joints au mastic silicone.
 - 1 plaque de verre de 6 mm (19 × 24 cm).
 - 1 plaque de plexiglas de 2 mm (19 × 24 cm).
Attention lors de la fixation, le plexiglas adhère moins bien au mastic que le verre, rayer les parties qui seront recouvertes de mastic.
mastic silicone.
 - 1 boîte en bois abritant l'aquarium, servant à fixer agitateur et thermostat et laissant la place pour un matelas de 8 mm de polystyrène entre l'aquarium et la boîte.
-

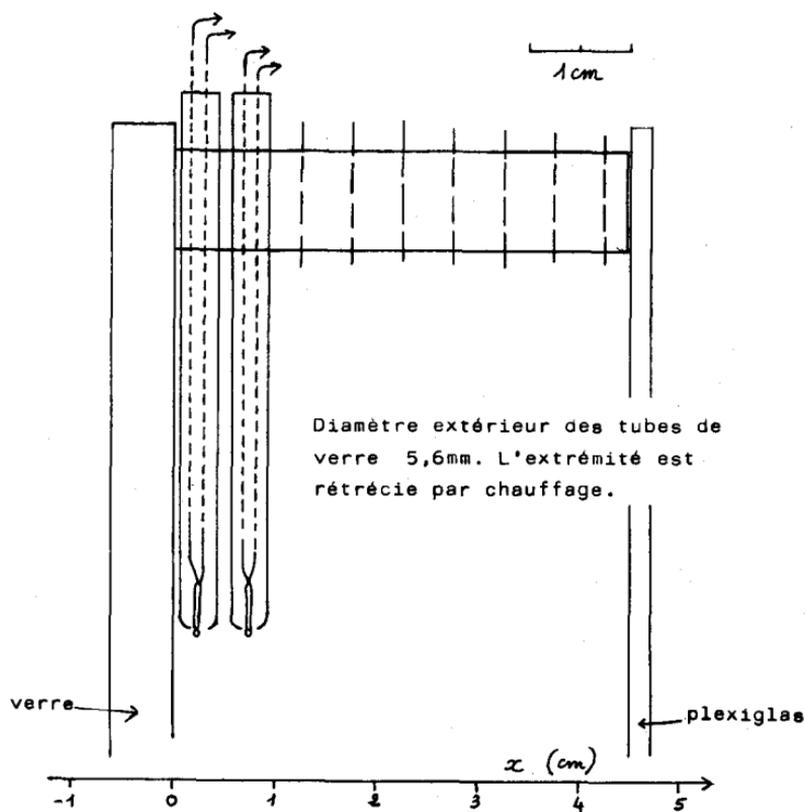


Fig. 3. — Coupe verticale dans un plan perpendiculaire au mur. Deux thermistances seulement sont représentées.

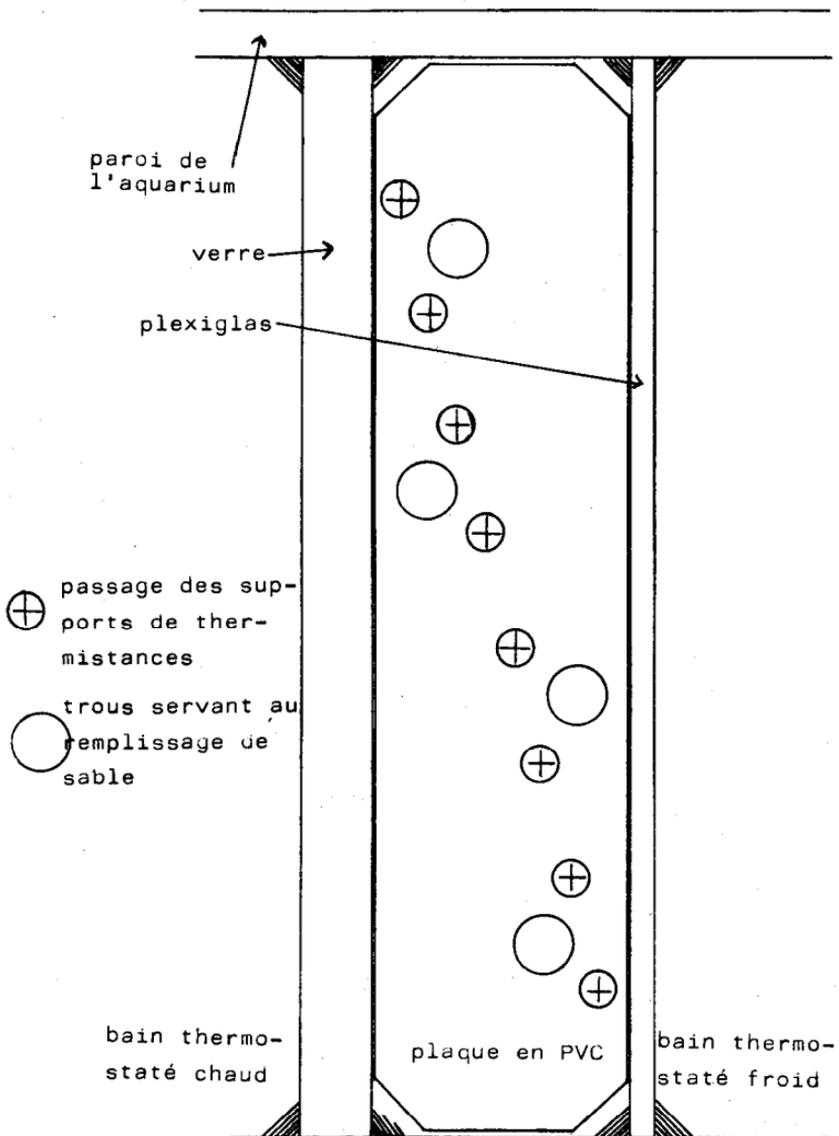


figure d partie centrale vue de dessus

Fig. 4