

Conduction thermique

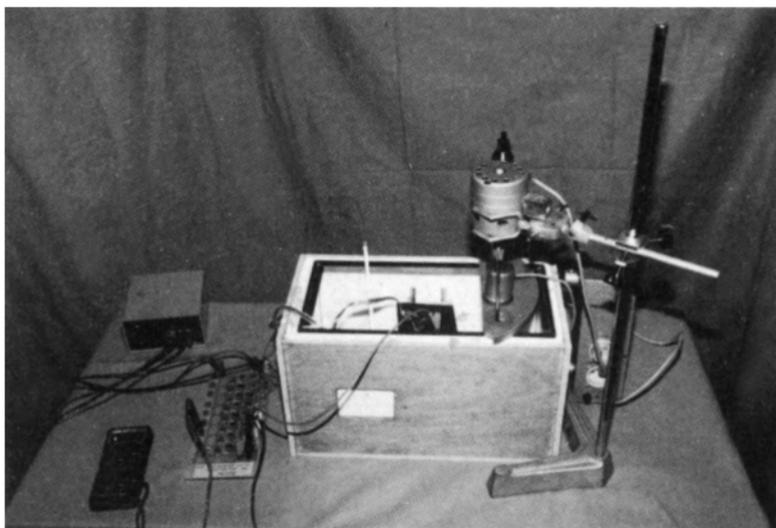
Réalisation pratique d'un T.P. de Math. Sup.

J. LEMAIRE

Lycée Champollion, attachée de Laboratoire 1989

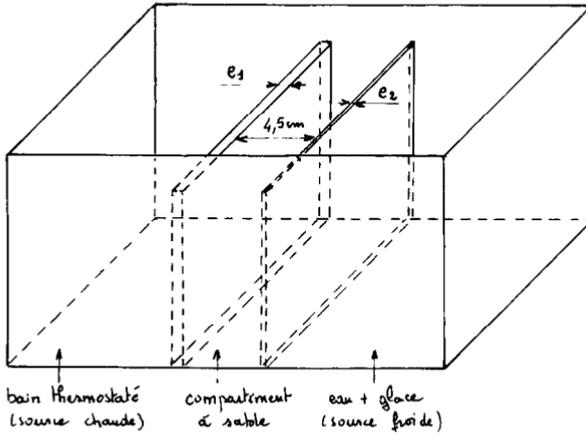
BUT DU T.P.

Il s'agit d'étudier la propagation de la chaleur dans un mur de sable et de comparer la conductivité thermique de trois matériaux : sable, verre (e_1), verre (e_2).

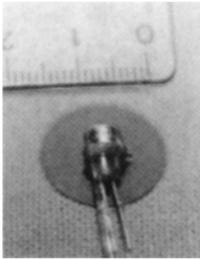


MATÉRIEL

Un aquarium avec 3 compartiments étanches séparés par des cloisons d'épaisseur et de matériaux différents, si l'on veut.



8 capteurs AD590 (source de courant ajustable) (Analog Device).



Temperature Transducers

AD590

Linear current output : $1 \mu\text{A/K}$

Wide range : -55°C to $+150^\circ\text{C}$

Probe compatible ceramic sensor package

Two-terminal device : voltage in/current out

Laser-trimmed to $\pm 0.5^\circ\text{C}$ calibration

accuracy (AD590M)

Excellent linearity : $\pm 0.3^\circ\text{C}$ over full range (AD590M)

Wide power supply range : $+4 \text{ V}$ to $+30 \text{ V}$

Sensor isolation from case

Specifications - Min or Max at $T_A = +25^\circ\text{C}$

Model (1)	Nominal current output μA	Temp. coefficient $\mu\text{A/K}$	Calibration error $^\circ\text{C}$	Nonlinearity $^\circ\text{C}$	Temp. range (2)	Volume* section Page
AD590IH(IF)	298.2	1	± 20	± 3.0	E	I-8-15
AD590JH(JF)	298.2	1	± 10	± 1.5	E	I-8-15
AD590KH(KF)	298.2	1	± 5.5	± 0.8	E	I-8-15
AD590LH(LF)	298.2	1	± 3.0	± 0.4	E	I-8-15
AD590MH(MF)	298.2	1	± 1.7	± 0.3	E	I-8-15

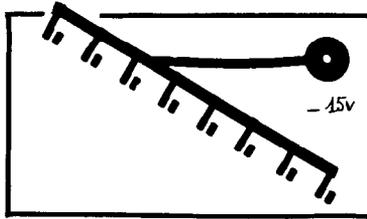
Note 1: Suffix «H» - metal header ; Suffix «F» - flat package ; Suffix «N» - plastic mini-DIP.

Note 2: I = -25°C to $+105^\circ\text{C}$; E = -55°C to $+150^\circ\text{C}$.

* : I = Volume 1 - Integrated circuit ; II = Volume 2 - Modules & Subsystems ;

S = This volume.

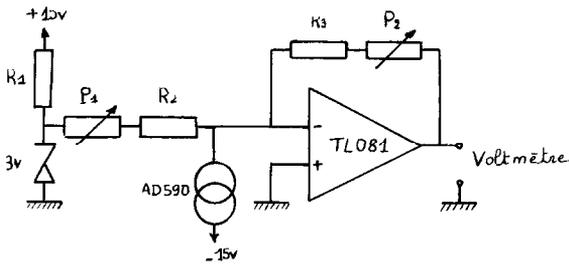
On pourrait utiliser le LM334, LM335, LM336 (N S). Les capteurs sont fixés sur un circuit imprimé.



Électronique :

Chaque capteur est relié à un thermomètre électronique qui est un montage sommateur-amplificateur.

Thermomètre électronique



- P1 Réglage du zéro
P2 Réglage de l'échelle

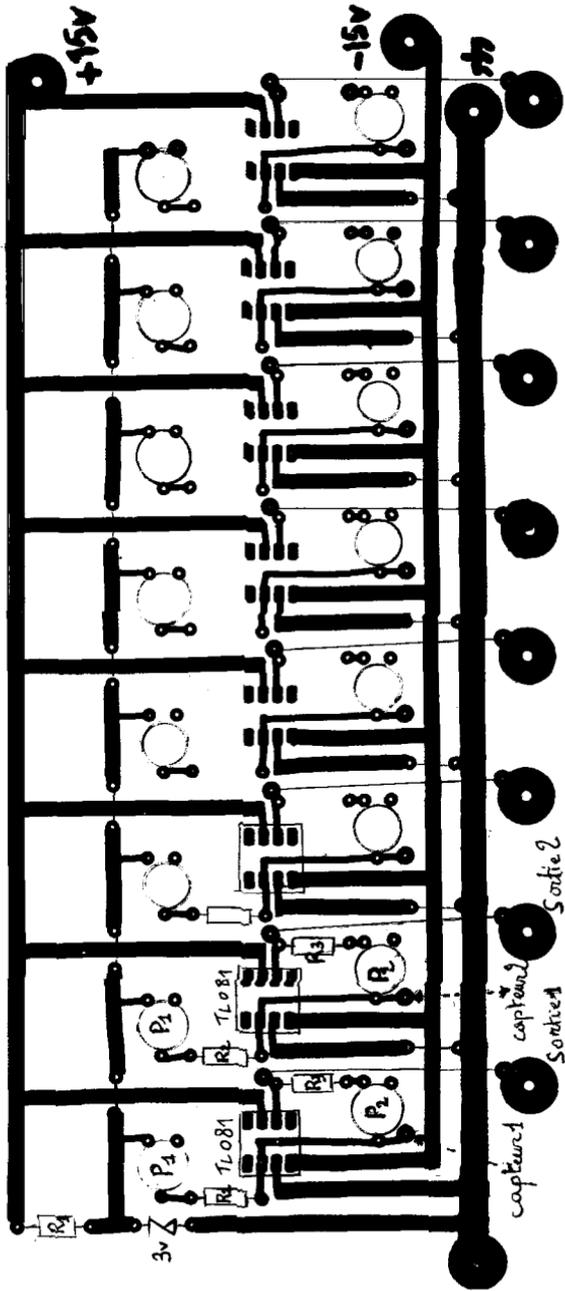
Circuit imprimé avec implantation (voir page suivante)

La lecture des températures se fait avec un voltmètre numérique successivement sur les sorties 1 2 ... 8.

RÉALISATION

Aquarium :

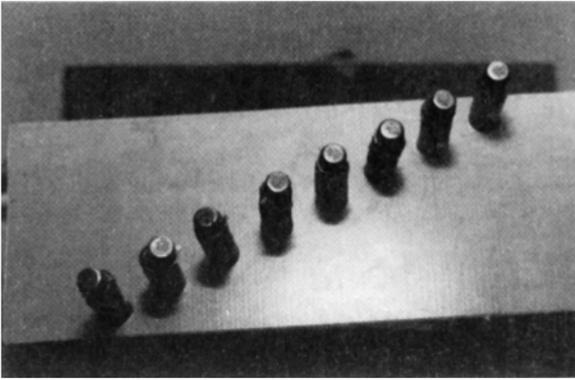
– Les compartiments extérieurs doivent être d'une dimension suffisante pour réaliser l'étanchéité avec un joint de silicone, mais pas trop grands, auquel cas la régulation en température poserait des problèmes.



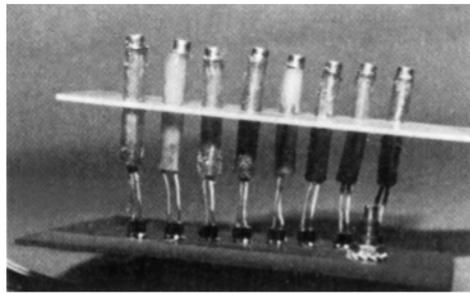
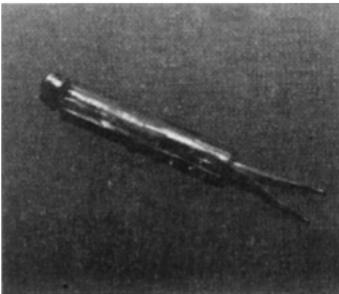
- La largeur est d'environ le double de l'encombrement des capteurs de façon à éviter les effets de bord.
- La surface libre de l'eau des bains thermostatés doit être plus haute que la surface libre du sable.

Capteurs :

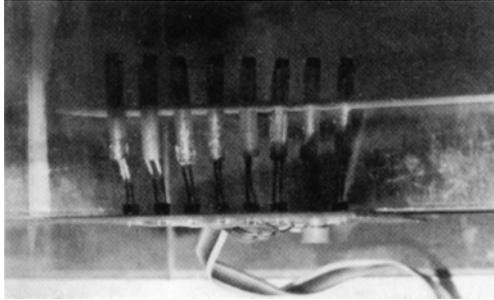
- Pour obtenir des mesures significatives, les capteurs doivent être positionnés avec précision et à une profondeur optimum. Ils sont répartis tous les 5 mm, espacés en diagonale de 1 cm.



- L'ensemble doit être rigide avec la possibilité de changer facilement les capteurs.
- Les capteurs sont collés à l'extrémité d'une gaine rigide et la liaison électrique au niveau du circuit imprimé (schéma 3) est assurée par des picots en barette.



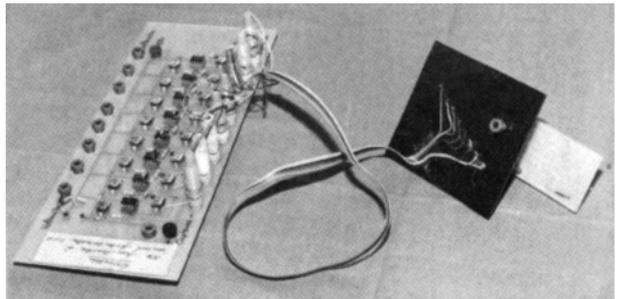
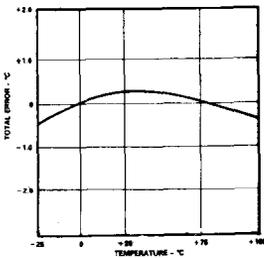
- Le positionnement est assuré par un gabarit de 4,5 cm de largeur et de longueur la largeur de l'aquarium.



Électronique :

Pour chaque capteur, il faut régler le zéro avec le potentiomètre P_1 et la pleine échelle avec le potentiomètre P_2 :

- Il faut obtenir un courant de $273,2 \mu\text{A}$ dans R_2 pour avoir, à 0°C un courant nul dans R_3 .
- On a choisi la valeur de R_3 pour avoir une échelle de 10 V pour 100°C , on peut modifier cette valeur pour une saisie informatisée à l'aide d'une interface ORPHY ou Candibus.
- La difficulté des réglages est d'avoir une source de température stable.
- La précision des mesures est $< 0,5^\circ\text{C}$, elle peut être améliorée par le choix d'un capteur ayant une plus faible dissipation et une meilleur linéarité.

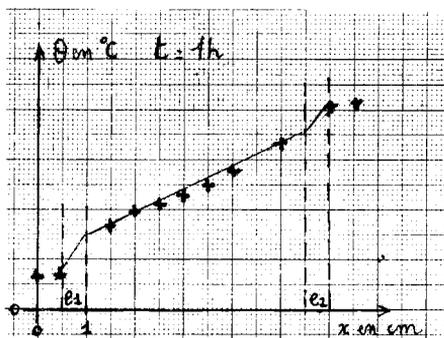
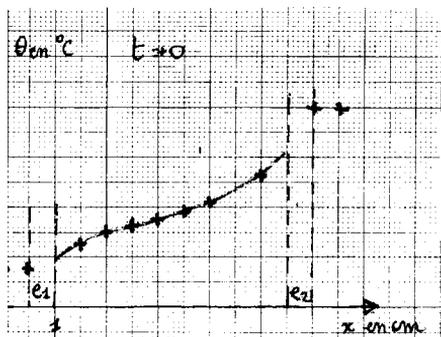


PROBLÈMES RENCONTRÉS À L'UTILISATION

- Les vagues dues à l'agitation des bains thermostatés ; l'eau peut passer par dessus bord et mouiller le sable.
- L'humidité entraine une oxydation des pistes du circuit imprimé, support des capteurs, qui court-circuite parfois des capteurs ; le remède est de vernir le circuit.

RÉSULTATS OBTENUS

Courbes $\theta = f(x)$ à des t différents.



AMÉLIORATIONS À APPORTER

Aquarium :

Faire 3 bacs indépendants en aluminium de faible épaisseur :

- 1 bac source chaude,
- 1 bac source froide,
- 1 bac sable (ou autre) d'étude.

en les accolant avec des plaques d'épaisseur et de matériaux variés, on aurait plus de possibilités d'études à l'équilibre thermique.

On pourrait, en plongeant brutalement le bac de sable dans une source chaude ou froide, étudier l'évolution dans le temps de la température à l'intérieur du sable.

Électronique :

En réglant la pleine échelle pour avoir une tension de sortie $\leq 5\text{v}$, on peut se brancher soit sur une interface 8 entrées soit par un multiplexeur sur une interface 1 entrée et faire un suivi informatisé dans le temps et l'espace de la température, couplé à une étude théorique par tableur.

BIBLIOGRAPHIE

B.U.P. n° 709 - page 1289 - Décembre 1988.