



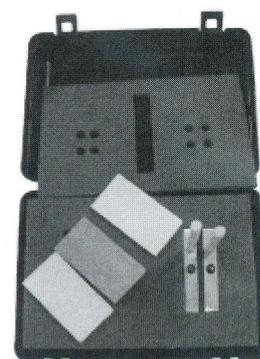
## Dispositif d'étude de la résistance thermique

Référence : 253115

### Introduction

### Descriptif

Le dispositif d'étude de la résistance thermique est composé de deux compartiments. L'un (à <sup>droite</sup> gauche de la photo) accueille les blocs de façon à ce que leurs surfaces communes soient en contact étroit. Cette première situation permet d'étudier le transfert de chaleur par conduction et de comparer distinctement la différence de résistance thermique entre l'aluminium et l'acier. Le second (à <sup>gauche</sup> droite de la photo) est conçu de façon à laisser un filet d'air entre le bloc chaud et le froid. Dans ce deuxième cas, l'élève étudie le rayonnement. Cet espace permet également d'insérer des plaques de différentes matières isolantes, couramment utilisées dans l'habitat, pour établir une classification quantitative de leurs résistances thermiques. Ces échantillons (2 plastiques de la même matière mais de densités différentes, 1 bois et 1 polystyrène) ont été spécifiquement dimensionnés pour obtenir des résultats comparatifs notables. Les plaques de plastique étant de densités différentes, l'analyse comparative de leur transfert thermique permet à l'élève de comprendre pourquoi dans les tables de données des fabricants, la valeur de la résistance



thermique, pour un matériau donné, est exprimée sur une fourchette de valeur. L'utilisation de l'aluminium permet d'obtenir un flux thermique élevé entre les deux blocs et donc de réaliser une série d'acquisition au cours de la même séance de T.P. La mesure de la température s'effectue grâce à un orifice placé au cœur des blocs. Celui-ci permet d'accueillir les sondes de température de diamètre 3 ou 6 mm. Des tiges plastiques permettent de disposer le bloc préalablement chauffé dans le logement en mousse, ce qui sécurise ainsi les manipulations effectuées par l'élève.

### **Avantages et points forts:**

Étude de trois paramètres : conduction, rayonnement et résistance thermique.

Mise en oeuvre simple.

Équipement élève économique.

Utilisable en ExAO ou avec des appareils de mesure classiques.

Parfaitement adapté à la démarche d'investigation.

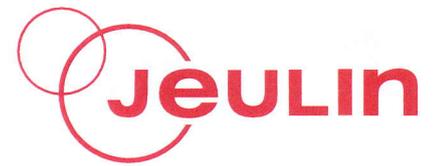
### **Composition:**

Mallette adiabatique (170 x 120 x 50 mm) :

- 2 blocs acier (30 x 55 x 10 mm),
- 2 blocs aluminium (30 x 55 x 10 mm),
- 2 tiges en plastique, *avec un côté fileté M3*
- 4 plaques de matériaux de résistances thermiques différentes.

### **Caractéristique technique:**

Thématiques	Conduction / convection
-------------	-------------------------



**Propriétés de la matière**

***Material properties***

**Ref :  
253 080**

Français – p 1

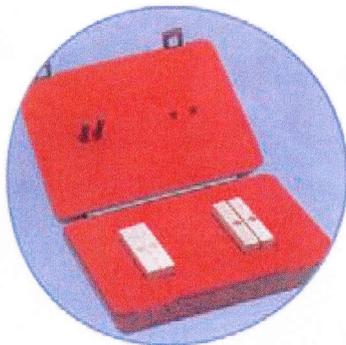
English – p 5

Version : 6010

**Transfert d'énergie thermique**

***Thermal energy transfer kit***

## 1 Description



Ce dispositif est destiné à l'étude du transfert d'énergie thermique par conduction et par rayonnement. Il se compose d'une mallette en matière plastique qui sert à la fois au rangement du matériel et à l'expérience.

La mallette contient les éléments suivants disposés dans une mousse isolante préformée :

- 2 blocs en acier inox de même taille,
- 2 blocs parallélépipédiques en aluminium, également de même taille.
- 2 tiges filetées en plastique servant au déplacement des blocs (en particulier lorsqu'ils sont chauds).

Chaque bloc est percé d'un trou dans lequel on insère une sonde thermométrique (non-fournie).

La mallette peut être complétée par deux thermomètres **réf. 251 040**, un chronomètre **réf. 351 037** et un bain-marie 20-80°C **réf. 591 004**.

## 2 Caractéristiques techniques

- Dimensions mallette : 170 x 120 x 50 mm
- Dimensions blocs métalliques : 30 x 55 x 10 mm
- Orifices pour sondes de température : = Ø 3 ou 6 mm

## 3 Objectifs

Deux types de transfert sont réalisables :

- transfert d'énergie thermique par conduction lorsque les deux blocs sont placés au contact l'un de l'autre.
- transfert d'énergie thermique par rayonnement (et dans une faible mesure par convection dû à la présence d'air lorsque les deux blocs sont séparés par une mince épaisseur d'air (environ 2 mm)

Les blocs sont placés dans une enceinte adiabatique (du au fort pouvoir isolant de la mousse), leurs températures initiales étant différentes.

Un transfert d'énergie thermique s'établit entre eux, celui dont la température est la plus élevée cède une partie de son énergie au second. Les températures des deux corps tendent vers une limite commune qui est leur température d'équilibre.

## 4 Manipulations

L'expérience peut se faire de deux façons : manuellement ou par informatique.

### 4.1 Expérience manuelle

#### 4.1.1 Mise en oeuvre

L'un des deux blocs métalliques est chauffé en le plongeant dans de l'eau très chaude, à une température de 80°C pendant quelques minutes pour que la température du bloc soit bien uniforme.

La sonde du thermomètre doit également être portée à 80°C pour réaliser des premières mesures correctes.

L'autre bloc est déjà mis en place dans le logement prévu dans la mousse de la mallette à température ambiante.



#### Transfert par conduction :

On dispose les deux blocs d'acier inox côte à côte dans le logement de ~~gauche~~ *droite* de la valise. Ils y entrent par frottement afin que leurs faces soient bien au contact l'une de l'autre.

#### Transfert par rayonnement :

On dispose les deux blocs d'aluminium dans le logement de ~~droite~~ *gauche* de la valise. Ils sont séparés par 2 mm d'air. On peut les bloquer à l'aide de 2 allumettes pour maintenir leur écartement constant.

Dans les 2 cas, les blocs sont recouverts de cache isolant, percé pour le passage des thermomètres.

Après quelques secondes (pour laisser aux thermomètres le temps de se porter à la température des blocs), on procède aux relevés des températures à des intervalles de temps égaux, par exemple 10 s pour le transfert par rayonnement qui est plus lent.

Les mesures des deux températures sont faites « au vol » simultanément puis reportées dans un tableau. L'équilibre thermique est atteint après environ 3 min pour le transfert par rayonnement.

#### 4.1.2 Données et mesures

Dans un binôme chaque élève est responsable du relevé d'une température ; l'un surveille en plus le chronomètre et donne le signal de lecture toutes les 10 s ; l'autre est responsable de la copie des valeurs lues dans un tableau.

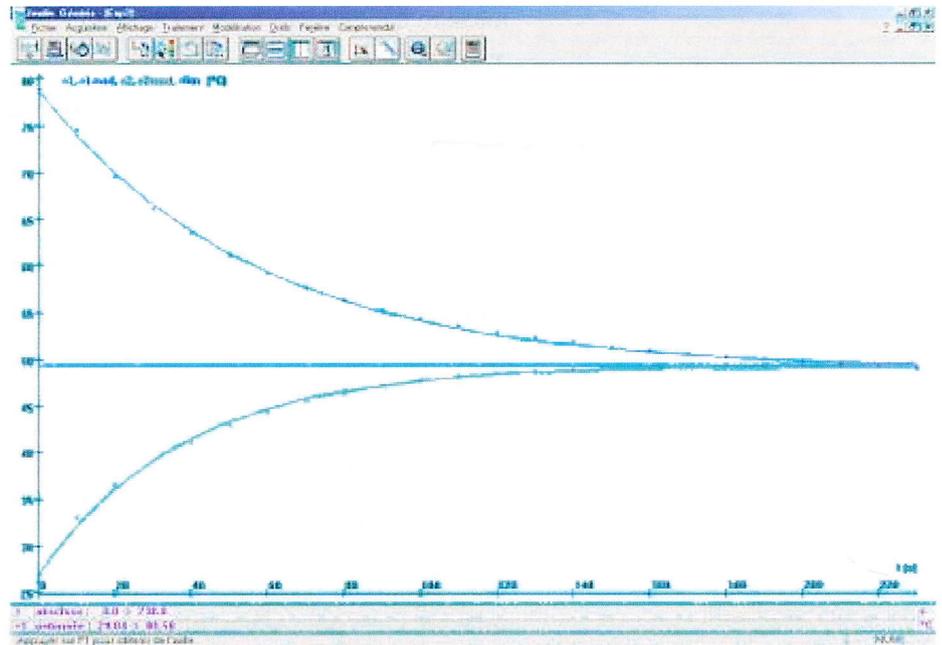


Voici un exemple de relevé manuel des températures dans le cas d'un transfert par conduction :

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\theta_1$ (°C)	79.0	74.5	69.6	66.1	63.6	61.1	59.2	57.6	56.3	55.2
$\theta_2$ (°C)	26.0	33.0	36.5	39.1	41.2	43.0	44.4	45.5	46.4	47.1
t (s)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
$\theta_1$ (°C)	54.3	53.5	52.8	52.3	51.8	51.2	50.9	50.6	50.2	50
$\theta_2$ (°C)	47.7	48.1	48.4	48.7	48.9	48.9	49.0	49.1	49.2	49.2

### 4.1.3 Exploitation des mesures

Le report des points expérimentaux et le tracé des courbes d'évolution des températures  $\theta_1 = f(t)$  et  $\theta_2 = g(t)$  peut être représenté soit sur papier millimétré soit à l'aide du tableur de Génériss comme ci-dessous.



Les élèves peuvent observer une température limite commune, la température d'équilibre, et constater que cet équilibre ne s'établit pas instantanément. On peut estimer qu'il faut environ trois minutes pour l'atteindre.

L'allure des courbes en trait plein (résultats d'une modélisation) montre l'aspect exponentiel de l'évolution des températures. L'absence de symétrie des deux courbes par rapport à la température d'équilibre suggère qu'il y a déperdition de chaleur (surtout pour le solide le plus chaud).

La température d'équilibre théorique devrait être la moyenne des températures de départ (les deux sont identiques) soit 52,5 °C or elle est seulement de 49,5°C soit un écart relatif d'environ 6%.

## 4.2 Expérience informatisée

### 4.2.1 Matériel complémentaire nécessaire :



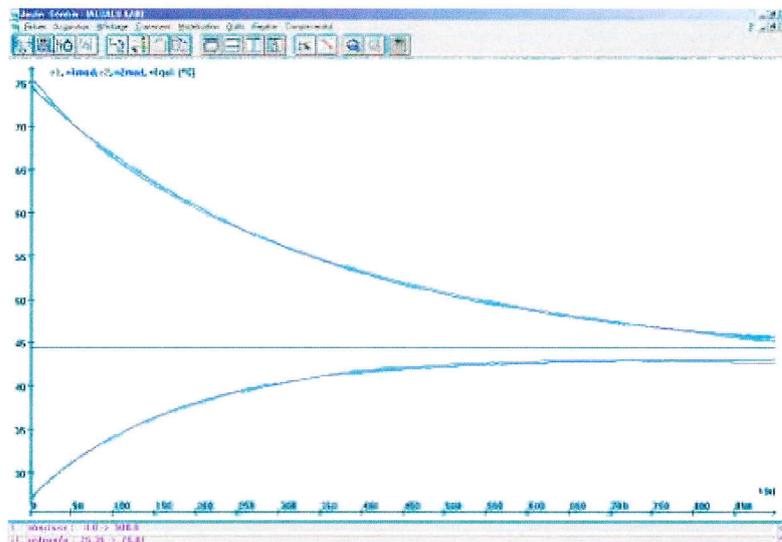
- 2 thermomètres initio<sup>®</sup> à sortie analogique réf. **251 045**  
ou 2 sondes thermocouple type K(2) réf. **253 063**  
+ 2 adaptateurs ESAO<sup>®</sup> 4 thermocouple type K(2) réf. **452 106**
- Une console ESAO<sup>®</sup> 4 plus réf. **451 401**

### 4.2.2 Mise en oeuvre

Les conditions expérimentales sont identiques à celles de l'expérience manuelle, seule la saisie des mesures est automatique.

Elle est lancée par l'opérateur et programmé dans les paramètres de Génériss pour une durée de 15 min par exemple pour le transfert par rayonnement.

Les résultats obtenus apparaissent dans la reproduction d'écran ci-dessous.



Les courbes rouges sont les saisies de données et les courbes bleues représentent des modèles exponentiels. La température d'équilibre est une droite d'ordonnée 44,5°C.

Ici encore il y a déperdition de chaleur : les deux courbes d'évolution des températures ne sont pas symétriques par rapport à la droite  $\theta_{\text{equ}}$  et la température d'équilibre devrait être la moyenne des températures de départ, soit 50°C puisque les deux blocs sont identiques. L'écart relatif est cette fois de 11 %.

## 5 Service après vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers. Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE**

Rue Jacques Monod

BP 1900

27 019 EVREUX CEDEX FRANCE

+33 (0)2 32 29 40 50