



# Thermodynamique

Conductivité

Réf :  
253 145

**Ensemble Conductivité Thermique**

Français – p 1

Version : 5103

## SOMMAIRE

1	Composition du produit.....	1
2	Première utilisation.....	1
3	Expériences .....	2
3.1	En régime permanent .....	2
3.1.1	Théorie.....	2
3.1.2	Résultats expérimentaux avec la caméra thermique Jeulin.....	2
3.1.3	Résultats expérimentaux avec caméra thermique Testo 870-2.....	3
3.2	En régime transitoire .....	4
4	Pour aller plus loin.....	4
5	Service après-vente .....	5



## 1 Composition du produit

Vous venez d'acheter notre ensemble conductivité thermique et nous vous en remercions.

Ce kit est livré en plusieurs cartons et sa composition est la suivante :

- 4 tiges métalliques de conductivités thermiques différentes. Leurs conductivités sont gravées sur le haut de chaque tige.  
Une des « faces » de la tige est recouverte de scotch pour neutraliser leur émissivité.
- 4 capuchons pour masquer les conductivités thermiques en cours d'expérimentations.
- 1 enceinte pouvant contenir près de 2 L d'eau (froide ou chaude)
- 1 tuyau de 5 m à découper en deux parties
- 1 pompe à alimenter en 12 V max – 1 A avec sortie sur douilles bananes. Il est conseillé, dans cet usage de l'alimenter en 6 V.

**Penser à vérifier cette composition avant toute utilisation.**

## 2 Première utilisation

Une fois le matériel déballé et la composition vérifiée, dévisser les presse-étoupes situées sur l'enceinte. Enfiler la partie à visser et le joint sur la tige puis placer la tige dans l'enceinte.

Une clef vous est fournie pour faciliter le montage / démontage de ces tiges.

Attention, la tige doit être bien prise dans le fond de l'enceinte. Descendre le joint puis visser le presse-étoupe sur l'enceinte pour assurer l'étanchéité de cette enceinte.

Reproduire l'expérience pour les 4 tiges. Attention à placer la partie scotchée face à la caméra.

Découper le tuyau souple en deux parties. Chaque partie doit être fixée sur un côté de l'enceinte.

Brancher un tube sur la partie supérieure de la pompe à eau et plonger la pompe dans l'eau.

Il est fortement conseillé d'utiliser un bain marie de contenance suffisante. La réf. 591 038 est conseillée, car la contenance est suffisamment grande pour éviter de remettre de l'eau dans le bain marie en cours d'expérience. (Penser à commander la protection pour la résistance : réf. 591 043)

La pompe à eau est immergéeable et résiste à de hautes températures.

Pour éviter tout désagrément lié aux dépôts calcaires, il est fortement conseillé d'utiliser de l'eau déminéralisée.

Pour finir, attention à la température de travail. Limiter à 65 °C la température dans le bain-marie permet deux choses :

- Éviter les cas de brûlures car les tiges seront à moins de 60 °C à leur niveau le plus bas.
- Limiter l'évaporation de l'eau dans le bain-marie et ainsi, éviter la variation de température par ajout d'eau dans le bain-marie.

### 3 Expériences

#### 3.1 En régime permanent

##### 3.1.1 Théorie

Le régime permanent ou régime stationnaire est l'état thermique des tiges pour lequel la température en chaque point n'évolue plus en fonction du temps.

En régime permanent et en tenant compte des conditions aux limites dans la barre, la température en fonction de la position est régie par la relation suivante :

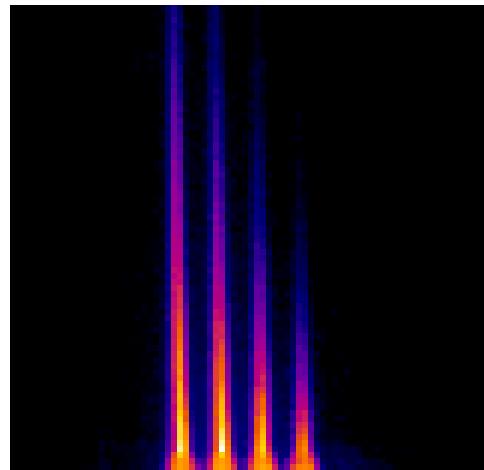
$$T(z,t) = T_a + (T_0 - T_a)e^{-z/\delta} \quad \text{où } \delta = \sqrt{\frac{R\lambda}{2h}}. \quad (3)$$

Avec :

- T<sub>a</sub> : la température ambiante
- T<sub>0</sub> : la température à l'extrémité de la barre située dans l'eau
- z : la position
- δ : la diffusivité thermique
- R : le rayon de la tige (12 mm)
- h : le coefficient de Newton
- λ : la conductivité thermique

##### 3.1.2 Résultats expérimentaux avec la caméra thermique Jeulin

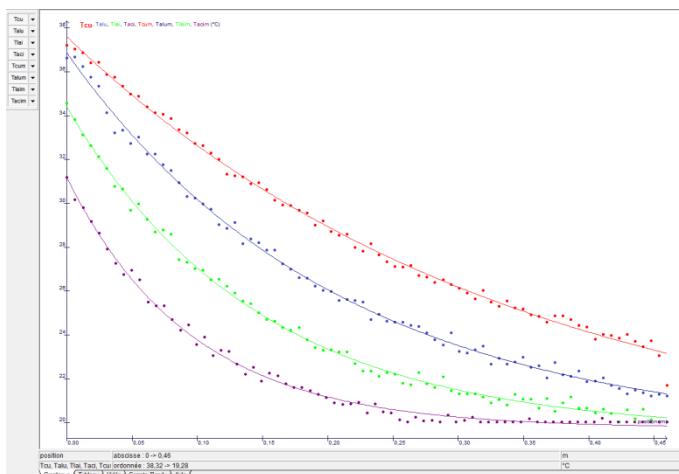
Les résultats expérimentaux avec notre caméra thermique didactique (réf. 253 125) sont donnés dans le thermogramme ci-dessous.



**Fig. 1 – Thermogramme des 4 tiges  
De gauche à droite (Cuivre, Aluminium, Laiton et Acier).**

Le graphique ci-après donne l'évolution de la température en fonction de la position dans chaque tige. (Courbes points – à chaque couleur correspond un matériau)

La modélisation par une exponentielle décroissante – à température ambiante fixée (ici 22 °C) – est donnée, dans ce même graphique ci-après.



**Fig. 2 –  $T=f(z)$  pour les 4 barres du kit conduction thermique  
Cuivre (rouge) ; Aluminium (Bleu) ; Laiton (Vert) ; Acier (Violet)**

Les diffusivités thermiques peuvent être comparées à la théorie.  
À défaut, il est conseillé de ramener les conductivités thermiques relatives de chaque barre à la conductivité thermique théorie de l'une d'entre elles.

Exemple de tableau de résultat ci-dessous :

Le cuivre sert de référence				
	Cu	Alu	Lai	Acier
d	0,208	0,158	0,125	0,080
$\lambda/\lambda_{Cu}$	X	0,577	0,361	0,148
$\lambda$	X	222,7	139,4	57,1
$\lambda_{théorique}$	386	200	121	54
Erreur relative	X	11%	15%	6%

Les erreurs se justifient par la précision de mesure mais aussi par l'erreur réalisée sur la détermination de la température ambiante.

À noter, la température ambiante varie sur toute la longueur de la tige. Il faut un modèle plus poussé pour résoudre cette problématique.

### 3.1.3 Résultats expérimentaux avec caméra thermique Testo 870-2

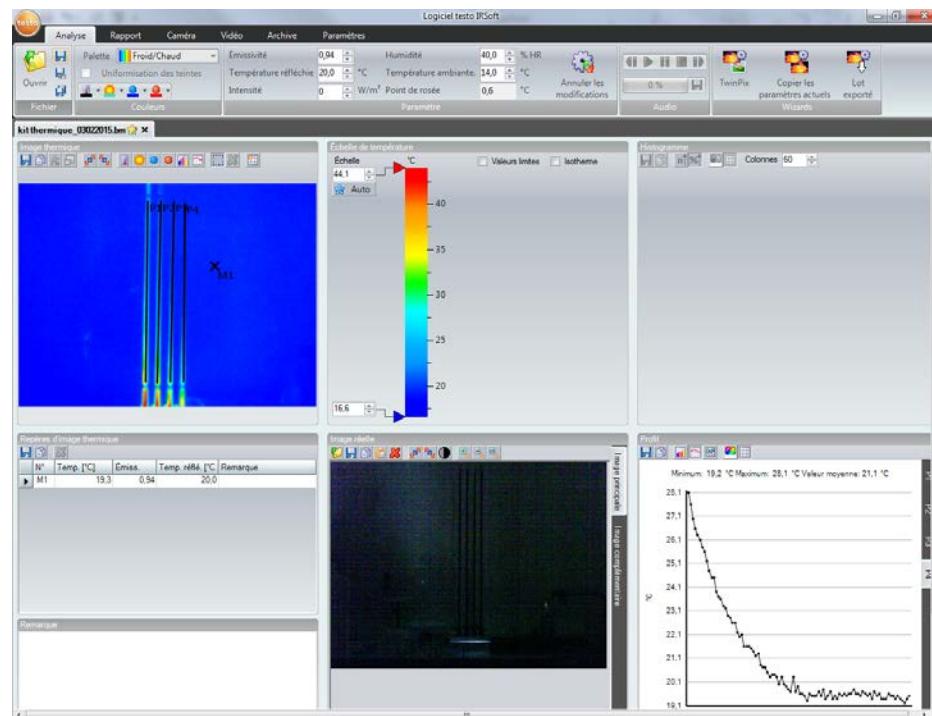
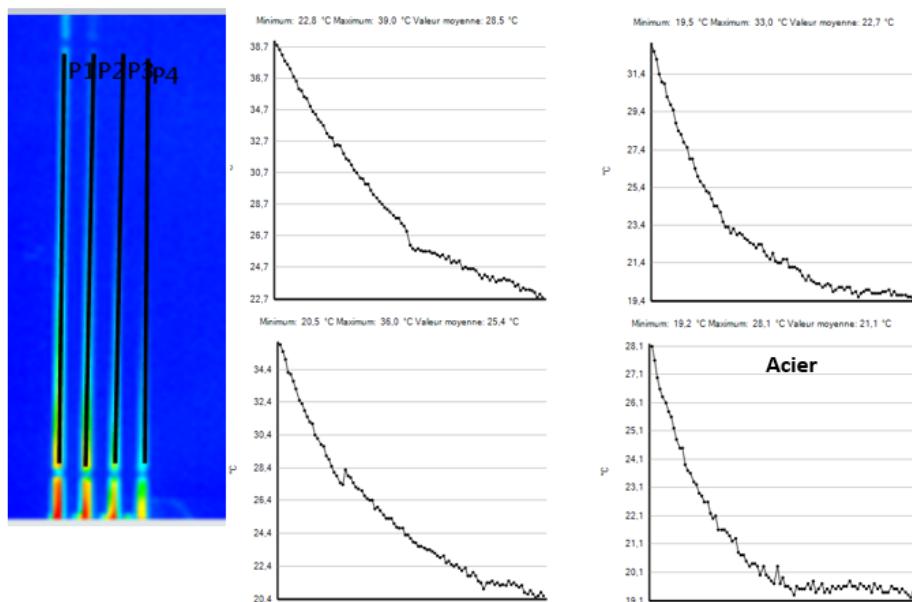


Fig. 3 – Thermogramme des 4 barres du kit conduction thermique.  
Acquisition par Caméra Testo 870-2



**Fig. 4 – Ensemble des données extraits  
Acquisition avec Caméra Testo 870-2**

Plus la résolution de la caméra sera grande, meilleure sera la précision sur la diffusivité thermique et, par voie de conséquence sur la conductivité thermique.

### 3.2 En régime transitoire

Afin de travailler en régime transitoire, équipez-vous de bouchons (réf. 253 148).

Mettre en température l'enceinte fermée par ses bouchons.

Puis, lorsque la température du bain marie et de l'enceinte sont stables, stopper la pompe. Remplacer les bouchons par les tiges (attention à ne pas se brûler en retirant les bouchons. Des gants isolants sont conseillés.)

Puis, ré-enclencher la pompe.

Enfin, acquérir une image thermique à différents instants pour observer l'évolution de la température dans les barres jusqu'à atteindre le régime permanent.

Avec la caméra thermique Jeulin (réf. 253 125), acquérir une vidéo est facile et le suivi temporel est accessible en quelques clics !

## 4 Pour aller plus loin

Pour aller plus loin, fixer les températures aux deux extrémités des barres.

Pour cela, reproduire le montage ci-dessous à l'aide d'une seconde enceinte (réf. : 253 146).



**Fig. 5 – Kit conduction thermique + enceinte**

L'enceinte du kit conduction thermique est compatible avec une inclinaison de 90 °C. Ainsi, positionner la caméra au-dessus des tiges afin que le capteur et les tiges soient coplanaires. Attention à l'inclinaison de l'un par rapport à l'autre qui pourrait être à l'origine d'erreurs de mesures.

Thermodynamique  
Ensemble conductivité thermique  
Réf :  
253 145



## 5 Service après-vente

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique au 0 825 563 563.**

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN – S.A.V.**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563\***

\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.

\*\* Numéro valable uniquement pour la France métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EEE, composez le +33 2 32 29 40 50.

## Aide en ligne

[FAQ.jeulin.fr](http://FAQ.jeulin.fr)

## Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediately to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.

\*\* Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France

Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)

SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux