

# **TP N° 1. Transmission de chaleur par conduction (unité de base).**

# Table des matières



<b>Objectifs</b>	3
<b>I - Unité de base</b>	4
1. Le module de base (TD1002) .....	4
2. Système universel d'acquisition de données (VDAS) .....	5
3. Détails techniques .....	6
3.1. Module de base : .....	6
3.2. Module complémentaire : .....	6
<b>II - Module d'étude du transfert thermique le long d'un barreau (TD1002C)</b>	7
1. TD1002C .....	7
<b>III - Expérience :</b>	9
1. Procédure .....	9
2. Résultats .....	10
3. Analyse des résultats .....	10
4. Exemples de résultats .....	11
<b>IV - vidéo</b>	12
1. vidéo .....	

# Objectifs

- Montrer comment la chaleur est transférée (par convection) de la surface d'une barre solide ou d'une tige.
- Montrer comment vous pouvez prédire les températures sur la barre et le flux thermique vers le milieu environnant.

# Unité de base

I

## 1. Le module de base (TD1002)

Le module de base est l'élément principal de cet ensemble modulaire d'étude des transferts thermiques. C'est un banc de table compact qui nécessite une alimentation électrique adaptée, une alimentation en eau froide et une évacuation en eau.

Ce module de base possède une alimentation électrique basse tension et sécurisée pour le chauffage des modules expérimentaux proposés en complément. Il permet aussi de visualiser les températures mesurées par les thermocouples qui équipent les modules expérimentaux.

Deux afficheurs numériques permettent de visualiser la puissance de chauffe et les températures mesurées par les thermocouples des modules expérimentaux.

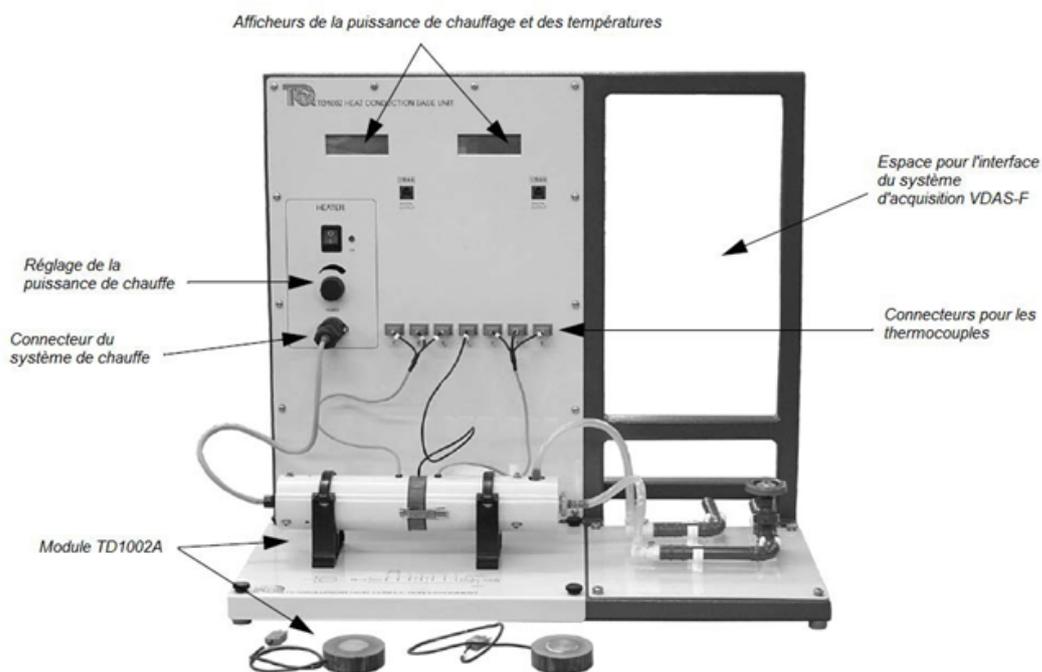


Figure 1 – Module de base TD1002 équipé du module TD1002A

A côté de chaque afficheur numérique, est placé un connecteur pour relier le module de base au système universel d'acquisition de données.

Le système modulaire TD1002 est une très bonne introduction pour l'étude des transferts thermiques.

## 2. Système universel d'acquisition de données (VDAS)

Le système universel d'acquisition de données est composé de deux éléments, une interface et un logiciel, qui permettent :

- Une acquisition automatique des données de chaque expérience
- Des calculs automatiques à partir des grandeurs acquises
- Un gain de temps
- Une réduction des erreurs
- Une création de tableaux et de graphiques à partir des données acquises ou calculées
- Une exportation des données pour un traitement par un autre logiciel

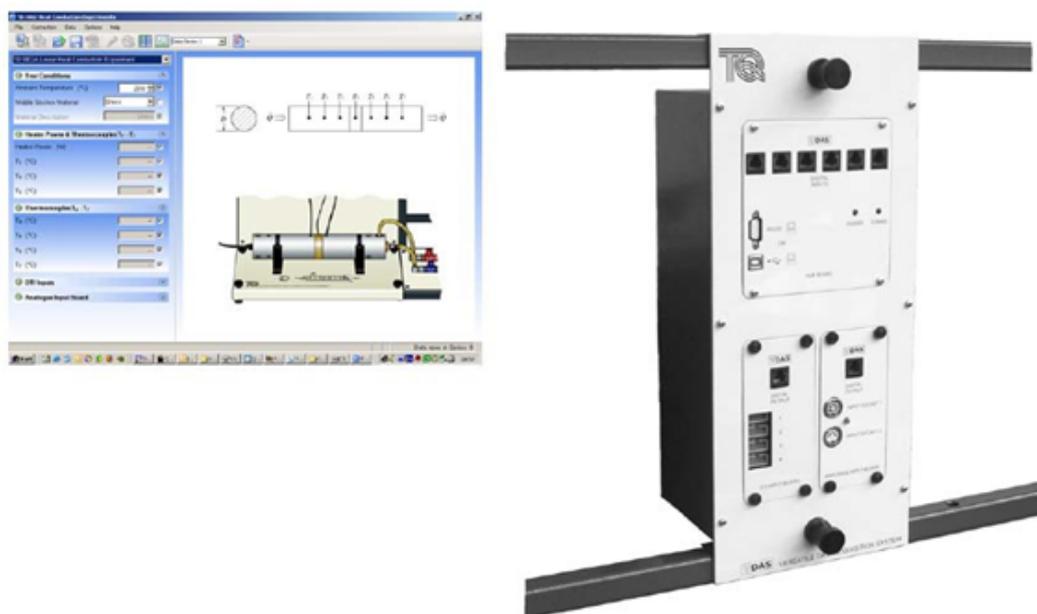


Figure 2 – Le système d'acquisition de données VDAS (interface et logiciel).

### 3. Détails techniques

#### 3.1. Module de base :

<i>Sujet</i>	<i>Information</i>
Dimensions	L x p x h : 650 x 480 x 590 mm
Poids	24 kg
Alimentation électrique	Monophasée 50 à 60 Hz 100 V à 120 V à 5A ou 220 à 240 V à 5A
Fusible	Intégré dans le connecteur d'alimentation : 20 mm, 6,3 A en céramique de type F
Alimentation en eau froide et évacuation requises	Alimentation en eau froide et propre avec une température comprise entre 5 et 15°C et évacuation en eau standard  Remarque : si votre alimentation fournit une eau trop chaude (au-dessus de 15°C), il est nécessaire d'alimentation votre appareil à partir d'un refroidisseur d'eau. Si vous utilisez de l'eau au-dessus de la température ambiante, vous ne pourrez jamais atteindre un équilibre thermique dans vos essais.
Entrées pour thermocouple	7 pour des thermocouples de type K avec une résolution de 0,1°C et une précision de $\pm 0,3^\circ\text{C}$ .
Sortie chauffage et afficheur	Puissance maximale d'environ 100W Résolution de 0,1W

#### 3.2. Module complémentaire :

<i>Module</i>	<i>Informations techniques</i>
Module d'étude du transfert thermique le long d'un barreau (TD1002C)	Dimensions nets : 280 mm de largeur x 430 mm de profondeur x 90 mm de hauteur et 2 kg Matériau du barreau : Laiton (type CZ121) Diamètre de 10 mm et section transversale de 0.0000785 m <sup>2</sup> Longueur de la surface nominale exposée : 300 mm Positions des thermocouples : centres équidistants tous les 50 mm.

# Module d'étude du transfert thermique le long d'un barreau (TD1002C)



## 1. TD1002C

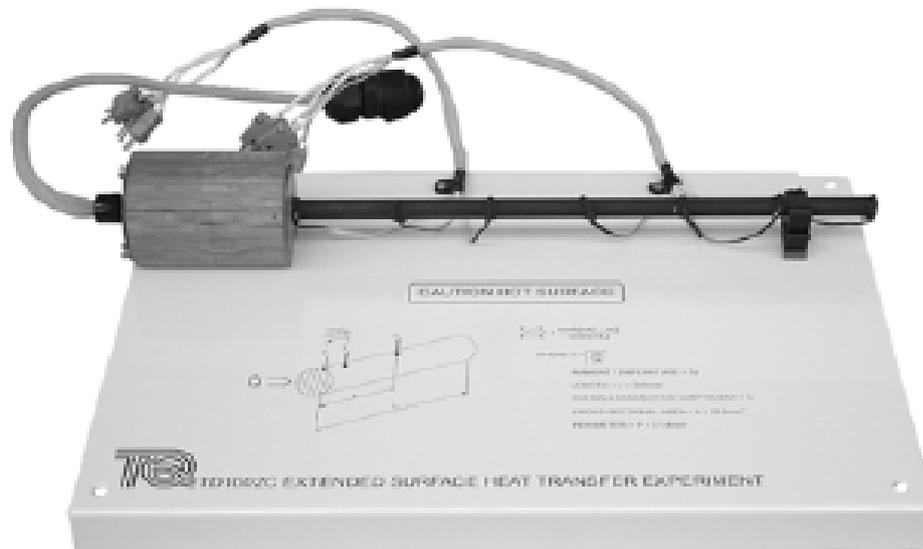


Figure 2 Module d'étude du transfert thermique le long d'un barreau (TD1002C)

Ce module permet d'étudier la conduction, la convection naturelle et le rayonnement de chaleur le long de la section transversale circulaire horizontale d'un barreau (ou barre) plein en cuivre à l'atmosphère. C'est un processus de transfert thermique par conduction, convection et rayonnement.

Il possède un élément chauffant électrique à une extrémité pour produire la chaleur (la 'source de chaleur'). Un matériau isolant entoure l'élément chauffant pour réduire la perte de chaleur par la rayonnement et convection au niveau de l'élément chauffant, permettant d'obtenir des résultats plus précis et comparable avec la théorie. Un thermo contacteur de sécurité à côté de l'élément chauffant fonctionne avec l'unité de base pour couper l'alimentation électrique de l'élément chauffant si celui-ci venait à trop chauffer.

*Sept (07) thermocouples positionnés à distances équivalentes mesurent le gradient de température le long de la surface du barreau.* Le barreau est revêtu d'une couche noire mate pour fournir une valeur d'émissivité constante prévisible de valeur d'environ 1 pour les calculs de transfert thermique par rayonnement.

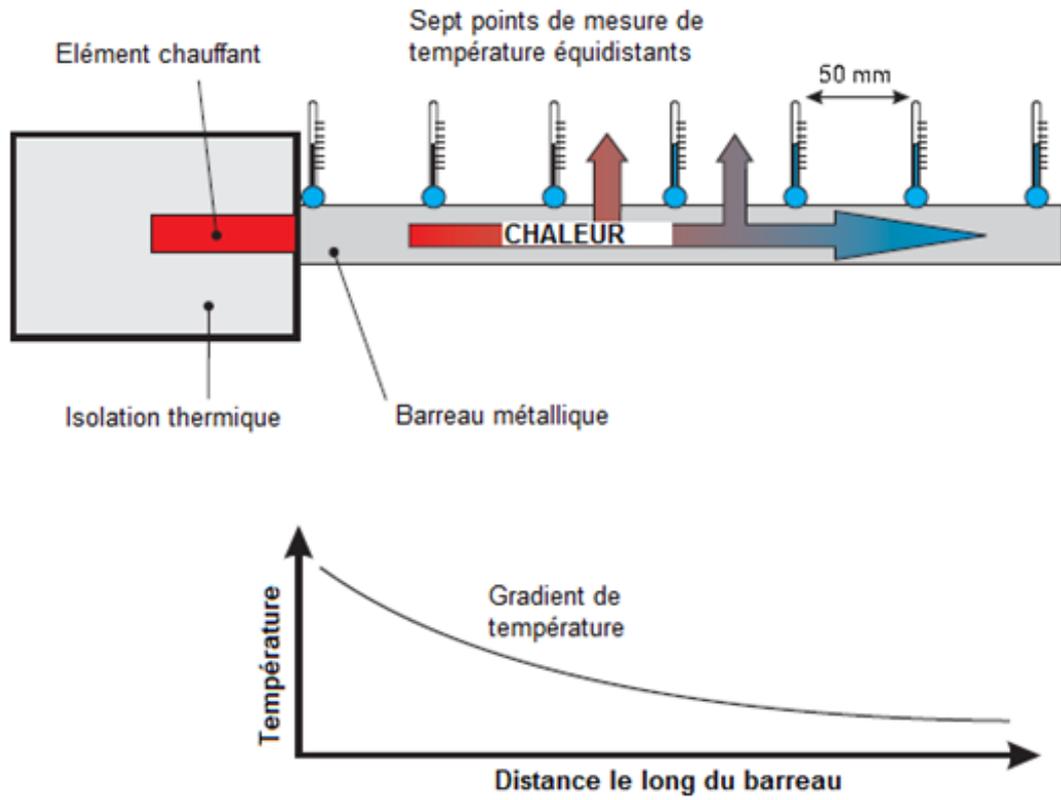


Figure 3 – Fonctionnement du Module d'étude du transfert thermique le long d'un barreau (TD1002C)

# Expérience :



## Objectifs

- Montrer comment la chaleur est transférée (par convection) de la surface d'une barre solide ou d'une tige.
- Montrer comment vous pouvez prédire les températures sur la barre et le flux thermique vers le milieu environnant.

## 1. Procédure

1. Raccordez et mettez en place le module expérimental comme indiqué dans le vidéo.
2. Le logiciel créera un tableau pour vous automatiquement lorsque vous commencerez à relever des valeurs.
3. Utilisez un thermomètre de précision pour vérifier la température de l'air ambiante locale pour référence.
4. Allumez l'élément chauffant et réglez sa puissance. Réglez la puissance jusqu'à ce que T1 se stabilise.
5. Attendez au moins 30 minutes que les températures se stabilisent et ensuite enregistrer T1 à T7.
6. Pour effectuer des comparatifs, répétez l'essai à une ou plusieurs puissances inférieures à 10 W au niveau de l'élément chauffant.
7. Éteignez l'élément chauffant.

### Remarque

---

Ne dépasser pas une puissance de 10 W, ou la température du barreau au niveau du premier thermocouple atteindra une température supérieure à 100°C

### Remarque

---

Vous devez conserver des conditions ambiantes stables autour de l'appareil. Cette expérience nécessite une convection naturelle stabilisée, donc même lorsque relevez des valeurs, vous devrez bouger lentement, pour éviter tout déplacement d'air autour de l'appareil.

## 2. Résultats

Expérience : Transfert de chaleur le long d'une ailette (ExSuHeTr)							
Température ambiante : 19,3°C							
Puissance (W)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T <sub>4</sub> (°C)	T <sub>5</sub> (°C)	T <sub>6</sub> (°C)	T <sub>7</sub> (°C)
2,0	33,4	28,7	25,8	23,8	22,7	21,8	21,6
5,0	57,2	45,2	37,8	32,7	29,6	27,5	27,0
6,0	68,3	52,9	43,6	37,2	33,3	30,7	30,2
8,0	78,4	59,2	47,6	39,8	35,2	32,2	31,4
9,0	85,1	63,8	51,0	42,3	36,9	33,5	32,6
Distance à partir de T <sub>1</sub> (m)	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,3

## 3. Analyse des résultats

A partir des résultats pour chaque réglage de puissance, tracez les graphiques représentatifs de la température en fonction de la distance le long du barreau, par rapport au premier thermocouple (T1) (voir la Figure 4). Vous devriez être capables de tracer une courbe à partir de vos résultats.

La pente totale de la courbe n'est pas importante, mais la forme devrait prouver la relation non linéaire entre la distance et la température dans le cas d'un transfert de chaleur d'une surface étendue.

Utilisez la valeur moyenne de vos résultats pour déterminer la valeur de  $h$  ( $h_r + h_c$ ) et à partir du graphe fourni par TecQuipment (TP00) et utilisez-le pour déterminer  $m$  et prédire les températures le long du barreau.

Ajoutez les températures théoriques à vos graphes pour comparaison.

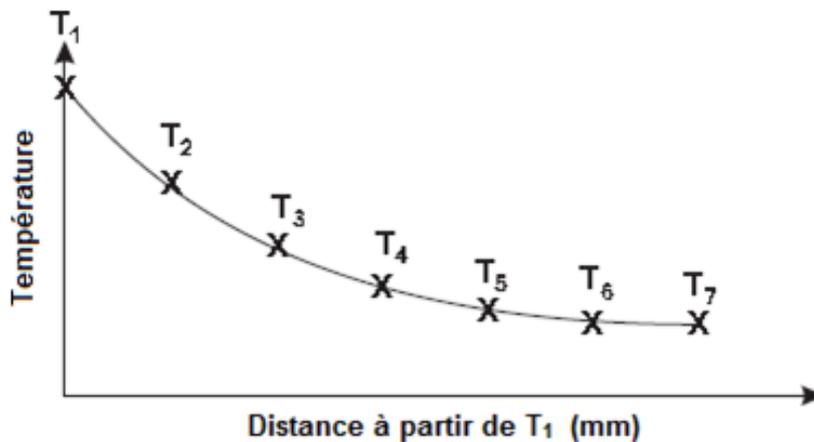


Figure 4 Graphe pour l'expérience sur le transfert thermique le long d'un barreau

Utilisez les équations fournies dans le (TP00) pour prédire le flux de chaleur à partir du barreau. Rappelez-vous de vérifier si la température à l'extrémité du barreau est égale à ou au-dessus de la température ambiante - pour déterminer quelle équation vous devrez utiliser.

#### Remarque

Utilisez la valeur donnée de  $k$  (voir le Tableau 2 – Conductivité thermique pour différents matériaux à la température ambiante) pour tous ces calculs.

Pouvez-vous expliquer l'origine des erreurs - s'il y en a ?

## 4. Exemples de résultats

*Température de surface le long du barreau à 10 W*

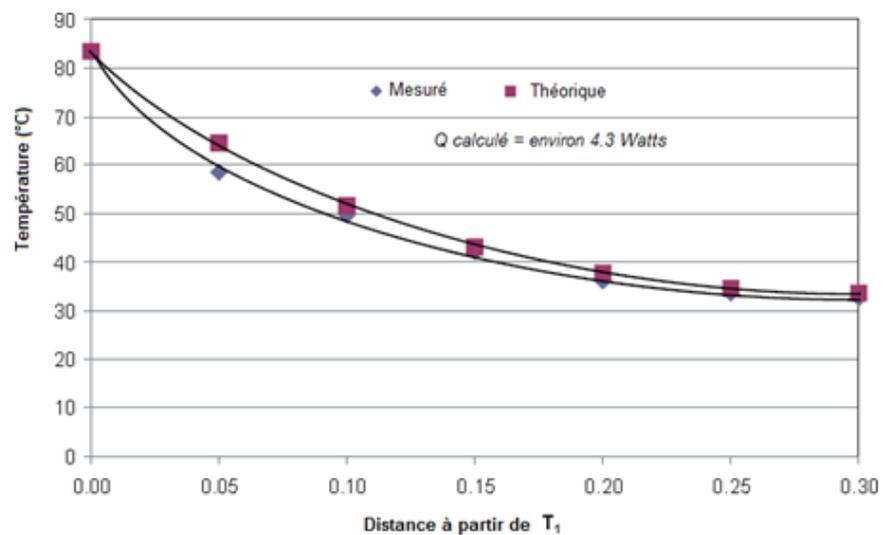


Figure 05 Résultats types pour l'expérience de la surface étendue.

# vidéo

