

M1 Tech. de Prod. Industrielle, S1

## Chap II

Etude de la conduction thermique

## Chap II Etude de la Conduction thermique

### 1/ Quelques définitions

- régime stationnaire (permanent)

En tout point du système, la température et le flux de chaleur ne dépendent pas du temps.

- régime instationnaire (variable, transitoire)

En tout point du système, la température et le flux de chaleur dépendent du temps.

- champ de température

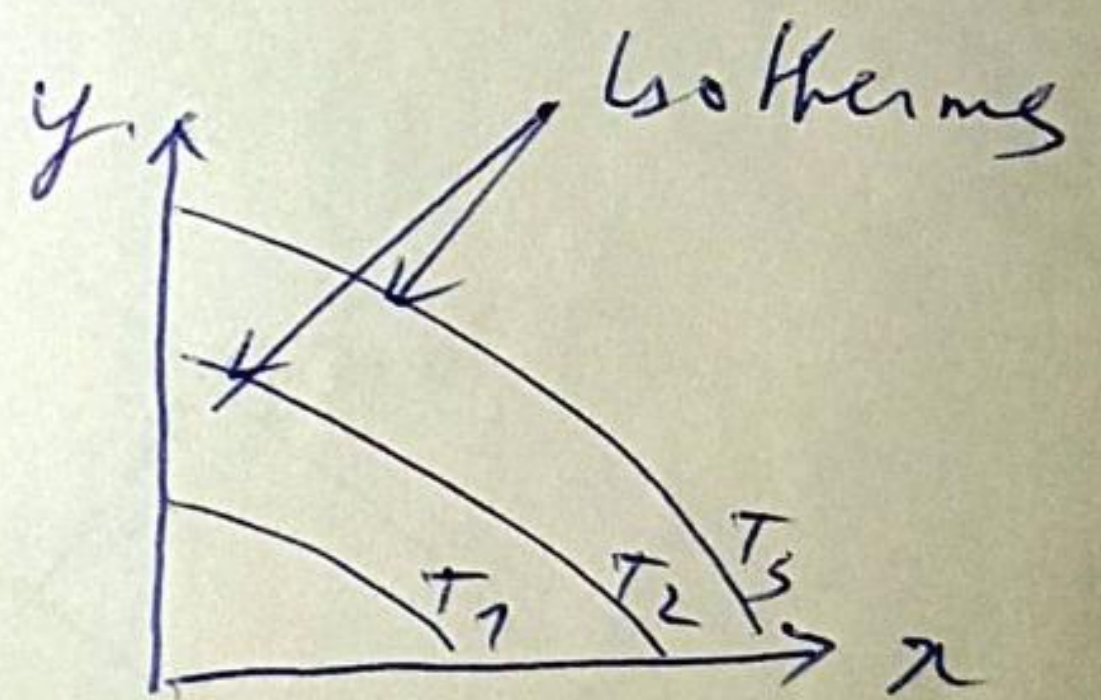
En chaque point du système, la température est définie par une fonction

$$T = f(x, y, z, t)$$

- Surfaces isothermes

C'est le lieu de points ayant à chaque instant la même

température



- flux de chaleur (flux thermique)

chaleur échangée par unité de temps.

$$\dot{Q} = \frac{\delta Q}{\delta t} = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{Q}{\Delta t} \quad (\Delta t = t_2 - t_1)$$

$$[\dot{Q}] = \left[ \frac{J}{s}, W \right] \text{ dimension d'une puissance}$$

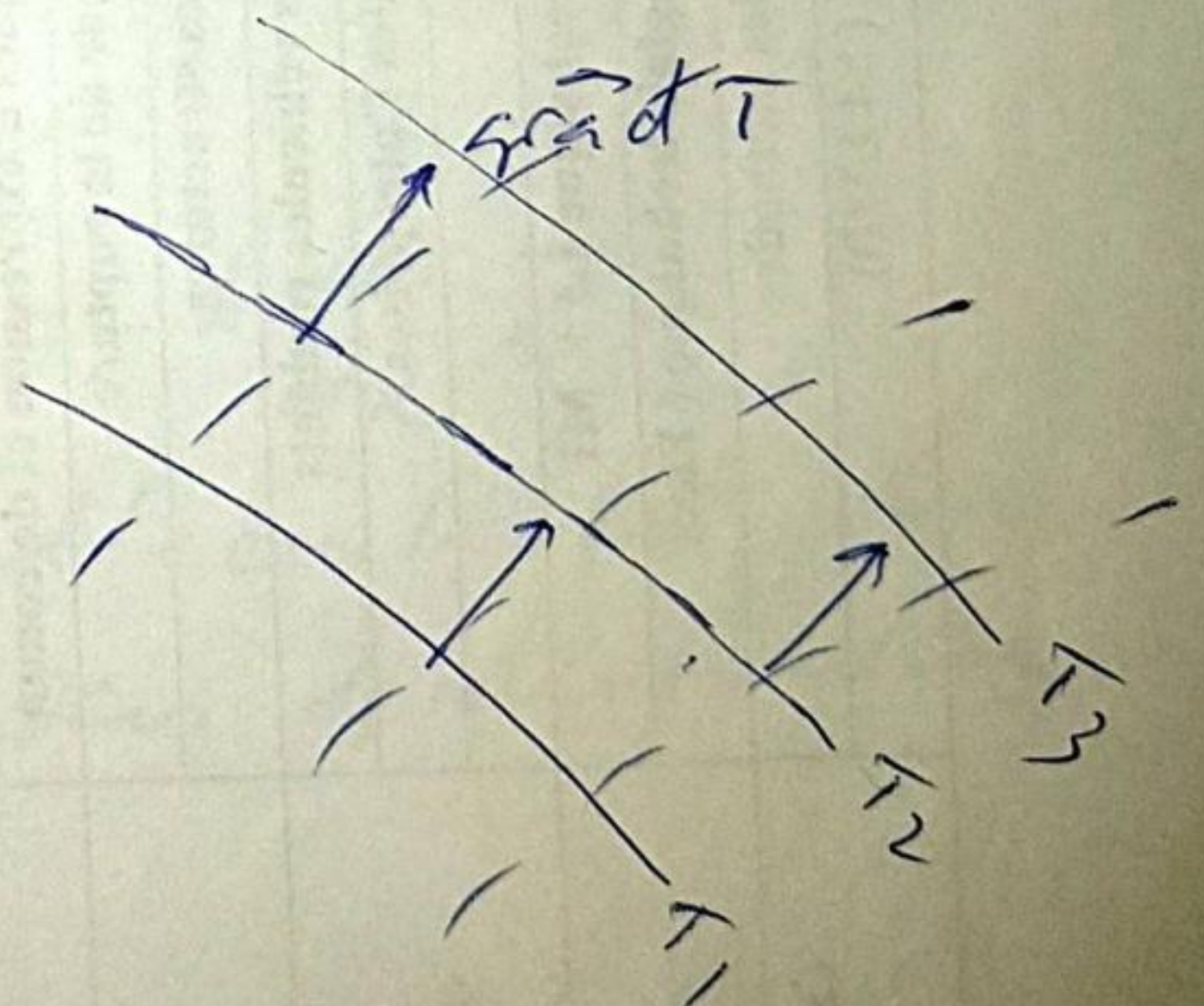
- densité de flux de chaleur  
 vecteur dans le sens du flux de chaleur dont la valeur algébrique  $q$  est la chaleur échangée par unité de temps et par unité de surface normale à la direction du flux

$$|\vec{q}| = q = \frac{S\dot{\Phi}}{dS_n} = \frac{S\dot{\Phi}}{dS} \quad [q] = [W/m^2]$$

- Gradient de température

$$\text{grad } T = \frac{\partial T}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{k}$$

vecteur orienté dans la direction dans laquelle la variation de la température  $T$  par unité de longueur est la plus faible forte (c'est à dire normal à la surface isotherme passant par ce point). Il est positif dans la direction de températures croissantes.



Un corps est dit en équilibre thermique quand la température en tous ses points est la même à un instant quelconque.

## 2) Loi fondamentale de la Conduction

### Loi de Fourier

Considérons deux surfaces isothermes ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) dont les températures à l'instant  $t$  sont respectivement  $T$  et  $T+dT$

Fourier propose

La quantité de chaleur  $dQ$  qui s'écoule pendant l'intervalle de temps  $dt$  de ( $S_1$ ) à ( $S_2$ ) à travers l'élément de surface  $ds$  est proportionnelle à :

\*  $ds$  \*  $dt$

\* au gradient de température  $(-\frac{\partial T}{\partial n})$  dans la direction perpendiculaire aux isothermes

\* à un coefficient  $k$ , appelé conductivité thermique

Soit 
$$dQ = -k \frac{\partial T}{\partial n} dt ds$$

Sous forme vectorielle

$$\vec{q} = -k \vec{\text{grad}} T$$

à une dimension  $q$  a  $\vec{q} = -k \frac{dT}{dx} \vec{1}$

le signe (-) indiquant que l'écoulement de chaleur s'effectue dans le sens de températures décroissantes.

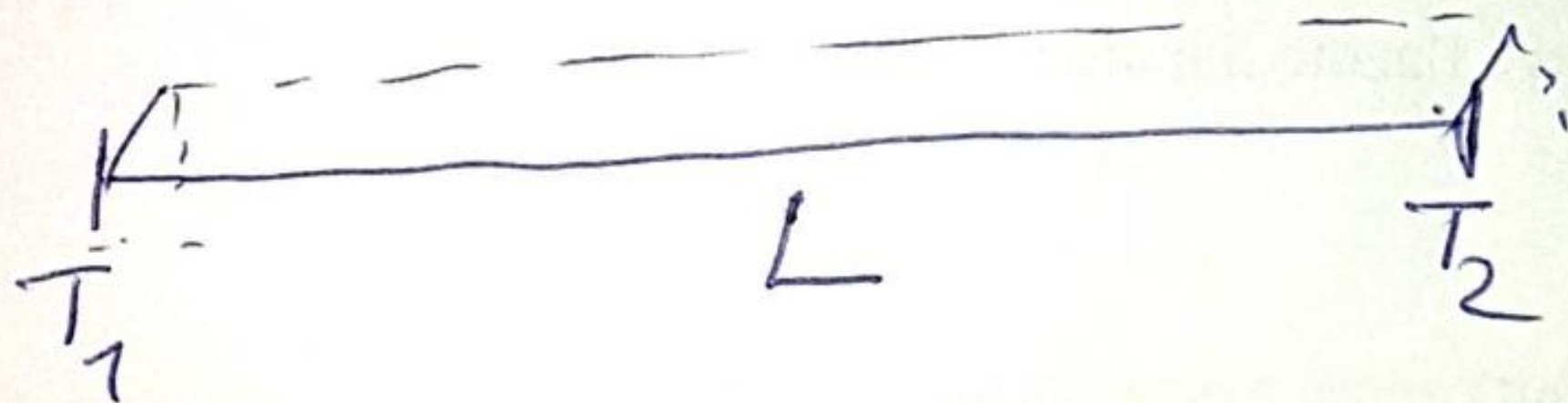
## 3) Variation de $k$ avec la température

La conductivité thermique est une grandeur dépendant de la température et de la nature du Corps.

Exercice : Mise en évidence de la résistance thermique

Soit l'expression  $\vec{q} = -k \text{grad} T$

Intégrer cette équation dans le cas de l'écoulement unidirectionnel de la chaleur le long d'un barreau de longueur  $L$ , de section uniforme  $A$  et de conductivité thermique  $k$ . Les extrémités du barreau sont aux températures  $T_1$  et  $T_2$



Montrer que  $R_{th} = \frac{L}{kA}$

Quelle est son unité ?