

Version professeur

Physique-chimie – Première Bac Pro ERA–MA (groupement 3)**Cours et applications****Chapitre 5****Minimiser les transferts thermiques**

Édition : 22 septembre 2026 – Naïm Azzouz

Rappel de cours — Avant de commencer

Conduction et sens du transfert (chapitre 4) ; aires ; conversions mm, cm, m ; puissance et énergie (chapitre 1).

Repères et ordre de travail

Les codes désignent les capacités du chapitre, pas des codes officiels.

Capacité et intitulé complet	Partie du cours	Page
C1 — Comparer expérimentalement la conductivité thermique de matériaux	1. Du matériau à la plaque	2 él. 2
C2 — Déterminer la conductance thermique d'une plaque homogène	2. Calculer la conductance	2 él. 2
C3 — Déterminer la puissance thermique traversant une plaque	3. De la conductance à la puissance	3 él. 3
C2 — Déterminer la conductance thermique d'une plaque homogène ; C3 — Déterminer la puissance thermique traversant une plaque	4. Choisir sous contrainte	4 él. 4
C4 — Relier puissance et énergie transférée (réinvestissement du chapitre 1)	5. Relier pertes de puissance et énergie	4 él. 4

« él. » : page du cours élève de cette même édition.

Méthode — Mode d'emploi

Lire la notion et l'exemple résolu, puis chercher l'application avant de passer à la notion suivante. Le travail peut être accompagné en classe ou repris seul. Les corrections suivent les applications dans cette version. Les relations sont fournies en évaluation. Le modèle porte sur une plaque d'un seul matériau, pas sur une paroi multicouche complète.

1 Du matériau à la plaque

C1 — Comparer expérimentalement la conductivité thermique de matériaux

La conductivité thermique λ caractérise l'aptitude d'un matériau à transmettre de l'énergie par conduction. À géométrie et températures de faces identiques, plus λ est faible, moins la plaque transmet de puissance. Son unité est $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Un matériau ne se confond pas avec une plaque : une même matière peut former une plaque fine ou épaisse, petite ou grande. Les conductivités fournies sont des données de l'étude ; elles peuvent dépendre notamment de la température, de l'humidité ou de la direction dans un matériau anisotrope.

Méthode — Comparer expérimentalement

Utiliser des plaques de mêmes dimensions et imposer les mêmes températures de faces. Attendre leur stabilisation puis mesurer la puissance traversante avec un dispositif adapté. Une mesure de température après un même temps ne mesure pas directement λ .

Exemple — Exemple résolu

Deux plaques de mêmes dimensions sont soumises au même écart de température. En régime permanent, A transmet 4 W et B 7 W. Dans ce modèle et ces conditions, A est moins conductrice que B.

Application 1 – À vous de jouer

Deux matériaux ont $\lambda_A = 0,032$ et $\lambda_B = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Classer leur aptitude à isoler. Ce classement suffit-il si B est deux fois plus épais ?

Correction

Application 1. À dimensions égales, A isole davantage car $0,032 < 0,040$. Si les épaisseurs diffèrent, il faut comparer les plaques, pas seulement les valeurs de λ .

2 Calculer la conductance

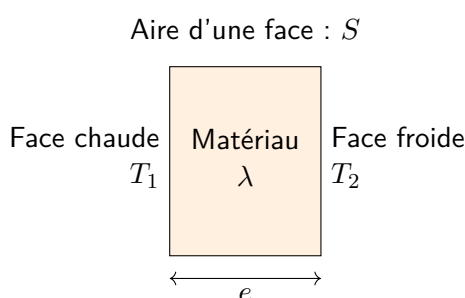
C2 — Déterminer la conductance thermique d'une plaque homogène

On étudie une plaque plane homogène en régime permanent ; températures données sur ses deux faces, transfert supposé perpendiculaire aux faces et pertes latérales négligées.

Définition

$$G = \frac{\lambda S}{e}$$

G est en W/K , S en m^2 et e en m. G exprime la puissance transférée pour un kelvin d'écart entre les faces.



À matériau et aire constants, doubler e divise G par deux. Doubler S double G : cela ne rend pas le matériau moins isolant, mais augmente la surface par laquelle l'énergie passe.

Exemple — Exemple résolu

Pour $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $S = 6 \text{ m}^2$, $e = 8 \text{ cm} = 0,080 \text{ m}$: $G = 0,040 \times 6/0,080 = 3,0 \text{ W/K}$.

Application 2 – À vous de jouer

Une plaque a $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $S = 5 \text{ m}^2$ et $e = 12 \text{ cm}$. Calculer G puis prévoir son évolution si l'aire double.

Correction

Application 2. $e = 0,12 \text{ m}$; $G = 0,036 \times 5/0,12 = 1,5 \text{ W/K}$. Si seule l'aire double, G double : $3,0 \text{ W/K}$.

3 De la conductance à la puissance

C3 — Déterminer la puissance thermique traversant une plaque

En régime permanent, le modèle de conduction donne la valeur de la puissance traversante :

$$P = G\Delta T, \quad \Delta T = T_{\text{chaude}} - T_{\text{froide}}.$$

La puissance est en watts. Le transfert spontané va de la face chaude à la face froide. L'écart de température a la même valeur numérique en kelvins et en degrés Celsius : $20 - 5 = 15 \text{ K}$. On n'ajoute pas 273,15 à un écart.

Remarque

Les températures des faces ne sont pas nécessairement celles de l'air de chaque côté. Les échanges superficiels doivent être étudiés pour passer de l'un à l'autre.

Exemple — Exemple résolu

Une plaque de $G = 2,4 \text{ W/K}$ a des faces à 22 et 7 °C. $\Delta T = 15 \text{ K}$ et $P = 2,4 \times 15 = 36 \text{ W}$. Elle transfère 36 J chaque seconde dans ces conditions.

Application 3 – À vous de jouer

Pour $G = 3,2 \text{ W/K}$ et des faces à 19 et 4 °C, calculer P . Que devient P si l'écart vaut 10 K ?

Correction

Application 3. $P = 3,2 \times 15 = 48 \text{ W}$. À 10 K : $P = 32 \text{ W}$. La puissance est proportionnelle à l'écart à G fixé.

4 Choisir sous contrainte

C2 — Déterminer la conductance thermique d'une plaque homogène ; C3 — Déterminer la puissance thermique traversant une plaque

Pour comparer deux solutions, garder la même aire et les mêmes températures de faces, puis calculer leur conductance et leur puissance. Un matériau de plus faible conductivité n'assure pas toujours la meilleure plaque s'il est nettement moins épais. Pour une puissance maximale $P_{\max}$, une épaisseur peut être recherchée avec $e = \lambda S \Delta T / P_{\max}$. Comme P diminue lorsque e augmente, la valeur obtenue est une épaisseur minimale dans ce modèle. Elle ne constitue pas une prescription de pose ni une conformité réglementaire.

Exemple — Exemple résolu

Pour $\lambda = 0,040$, $S = 10 \text{ m}^2$, $\Delta T = 15 \text{ K}$ et $P \leq 60 \text{ W}$, $e \geq 0,040 \times 10 \times 15/60 = 0,10 \text{ m}$, soit 10 cm.

Application 4 – À vous de jouer

Mêmes aire et températures : A a $\lambda = 0,032$ et $e = 8 \text{ cm}$; B a $\lambda = 0,040$ et $e = 12 \text{ cm}$. Comparer λ/e et choisir la plaque qui transmet le moins.

Correction

Application 4. A : $0,032/0,08 = 0,40$; B : $0,040/0,12 \simeq 0,333 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. B transmet moins à même aire et même écart, malgré son λ supérieur.

5 Relier pertes de puissance et énergie

C4 — Relier puissance et énergie transférée (réinvestissement du chapitre 1)

Si la puissance reste constante pendant une durée t , l'énergie transférée vaut $E = Pt$. Avec P en W et t en s, E est en J. Avec P en kW et t en h, E est en kWh. Une économie calculée sur un essai à températures constantes ne devient pas automatiquement une économie annuelle réelle : météo, occupation, chauffage, ventilation et autres parois interviennent. Une différence de puissance ne concerne ici que la plaque étudiée.

Exemple — Exemple résolu

Une puissance passe de 80 à 50 W. Sur 200 h avec ces valeurs constantes, $\Delta E = (0,080 - 0,050) \times 200 = 6 \text{ kWh}$. Ce n'est pas une réduction de 6 kW.

Application 5 – À vous de jouer

Une plaque transmet 45 W pendant 8 h. Calculer l'énergie en kWh, puis en joules.

Correction

Application 5. $E = 0,045 \times 8 = 0,36 \text{ kWh}$. Avec $t = 28\,800 \text{ s}$, $E = 45 \times 28\,800 = 1\,296\,000 \text{ J}$.

Bilan – Je sais faire

- C1 : λ caractérise le matériau, en $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Comparer les puissances en régime permanent à géométrie et écart de température identiques.
- C2 : $G = \lambda S/e$, en W/K . Convertir l'épaisseur avant de calculer.
- C3 : $P = G(T_1 - T_2)$ si T_1 est la face chaude. Une différence de 1°C vaut 1 K.
- C4 : $E = Pt$. Ne pas confondre watts et kilowattheures. Les extrapolations supposent une puissance constante ou moyenne connue.

Remarque

Un faible λ ne décrit ni le comportement au feu, ni l'humidité, ni l'impact environnemental. Un calcul sur une seule plaque ne dimensionne pas un bâtiment.