

Minimiser les transferts thermiques pour économiser l'énergie

Première Bac Pro ERA-MA (Grpt 3) | Physique – Thermique | Conductance et isolation

Objectifs du chapitre

- Comparer expérimentalement la conductivité thermique de différents matériaux
- Définir et calculer la conductance thermique d'une plaque plane : $G = \frac{\lambda \cdot S}{e}$
- Calculer la puissance thermique traversant une plaque plane : $\Phi = G \cdot (T_1 - T_2)$
- Connaître l'unité de la conductance thermique (W/K)
- Appliquer ces notions au choix d'un isolant en agencement

1. Situation professionnelle – Isolation d'une cloison

Contexte professionnel

Un menuisier agenceur doit isoler une cloison séparant un salon chauffé d'un garage non chauffé dans une maison en rénovation. Le client souhaite réduire sa facture de chauffage. Plusieurs isolants sont disponibles : laine de verre, polystyrène, laine de bois, mousse polyuréthane. Comment choisir le meilleur matériau et la bonne épaisseur ? Pour répondre, il faut savoir calculer les pertes thermiques à travers une paroi.

2. Rappel – La conductivité thermique λ

DÉFINITION - CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

La **conductivité thermique** λ (lambda) d'un matériau caractérise sa capacité à conduire la chaleur. Elle s'exprime en **W/(m·K)** (watts par mètre et par kelvin).

- λ petit → bon **isolant** (laine de verre, polystyrène)
- λ grand → bon **conducteur** (métaux)

Expérience – Comparer la conductivité de matériaux

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

On place des plaques de même épaisseur et même surface de différents matériaux entre une source chaude (plaque chauffante à 80 °C) et un capteur de température (thermomètre côté froid). Après un temps donné, on relève la température côté froid.

- Plus la température monte vite côté froid → le matériau est un bon **conducteur**
- Plus la température reste basse côté froid → le matériau est un bon **isolant**

Matériau	λ (W/m·K)	Classement
Aluminium	237	Excellent conducteur
Acier	50	Bon conducteur
Béton	1,7	Conducteur moyen
Brique	0,84	Isolant moyen
Bois (résineux)	0,12	Bon isolant
Laine de bois	0,038	Très bon isolant
Polystyrène expansé	0,035	Très bon isolant
Laine de verre	0,032	Très bon isolant
Mousse polyuréthane	0,022	Excellent isolant

3. La conductance thermique d'une plaque plane

APPLICATION

Un menuisier agenceur compare deux isolants pour une paroi de 5 m² : laine de verre ($\lambda = 0,032$ W/m·K) et polystyrène ($\lambda = 0,035$ W/m·K). Lequel conduit le moins bien la chaleur ? Classer du meilleur au moins bon isolant.

DÉFINITION - CONDUCTANCE THERMIQUE G

La **conductance thermique** G d'une plaque plane est une grandeur qui caractérise la facilité avec laquelle la chaleur traverse cette plaque. Elle dépend du matériau, de la surface et de l'épaisseur :

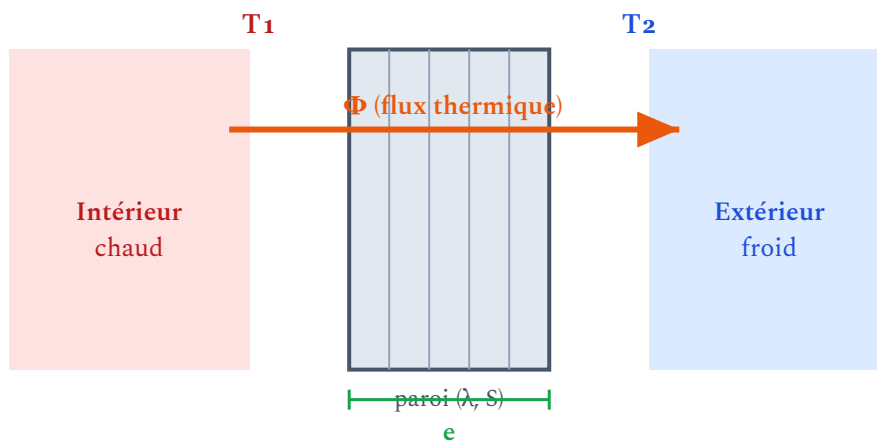
$$G = \frac{\lambda \cdot S}{e}$$

- G : conductance thermique en **watts par kelvin (W/K)**
- λ : conductivité thermique en $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- S : surface de la plaque en m^2
- e : épaisseur de la plaque en m

$$G = \frac{\lambda \cdot S}{e} \quad (\text{en W/K})$$

Plus G est grand, plus la chaleur passe facilement.

Plus G est petit, meilleure est l'isolation.



La chaleur traverse la paroi de la face chaude (T_1) vers la face froide (T_2). Plus la paroi est épaisse (e grand) et plus λ est faible, plus le flux Φ est réduit.

PROPRIÉTÉ - INFLUENCE DES PARAMÈTRES

Paramètre	Si on augmente...	G...	Isolation...
λ (conductivité)	Matériau plus conducteur	Augmente	Diminue
S (surface)	Paroi plus grande	Augmente	Diminue
e (épaisseur)	Paroi plus épaisse	Diminue	Augmente

Pour bien isoler : choisir un matériau de λ faible et une épaisseur e grande.

APPLICATION

Calculer la conductance thermique d'un panneau de laine de bois ($\lambda = 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) de surface $S = 8 \text{ m}^2$ et d'épaisseur $e = 12 \text{ cm}$.

EXEMPLE 1 - CONDUCTANCE D'UN MUR EN BÉTON

Données : Mur en béton, $\lambda = 1,7 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, surface $S = 10 \text{ m}^2$, épaisseur $e = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$.

$$G = \frac{\lambda \cdot S}{e} = \frac{1,7 \times 10}{0,20} = \frac{17}{0,20} = 85 \text{ W/K}$$

Ce mur a une conductance de 85 W/K : chaque kelvin de différence de température entraîne un flux de 85 W à travers le mur.

EXEMPLE 2 - CONDUCTANCE D'UN MUR ISOLÉ

Données : Plaque de polystyrène, $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $S = 10 \text{ m}^2$, $e = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$.

$$G = \frac{0,035 \times 10}{0,10} = \frac{0,35}{0,10} = 3,5 \text{ W/K}$$

L'isolant a une conductance de $3,5 \text{ W/K}$, soit **24 fois plus faible** que le mur en béton.

L'isolation est bien plus efficace.

4. La puissance thermique traversant une plaque plane

APPLICATION

Un technicien d'agencement calcule les pertes d'une cloison en bois de résineux ($S = 6 \text{ m}^2$, $e = 5 \text{ cm}$, $\lambda = 0,12 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$) séparant une pièce à 21 °C d'un couloir à 15 °C . Calculer G puis le flux thermique Φ .

DÉFINITION - FLUX THERMIQUE (PUISSANCE THERMIQUE)

Le **flux thermique** Φ (phi) est la puissance thermique qui traverse la plaque. Il est proportionnel à la conductance G et à la différence de température entre les deux faces :

$$\Phi = G \cdot (T_1 - T_2)$$

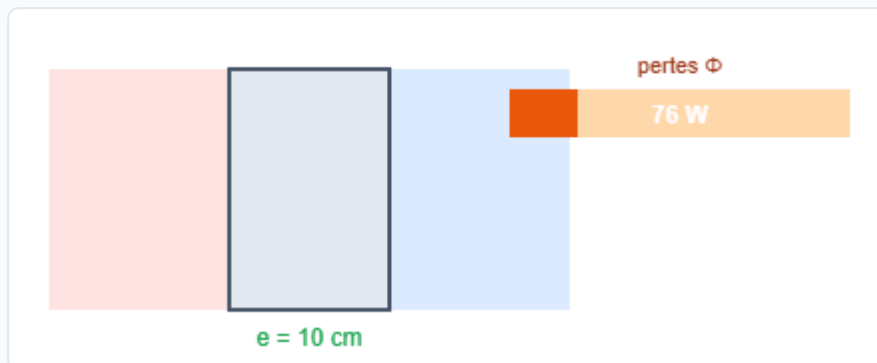
- Φ : flux thermique en **watts (W)**
- G : conductance en W/K
- $T_1 - T_2$: différence de température en K (ou °C)

$$\Phi = G \cdot (T_1 - T_2) = \frac{\lambda \cdot S}{e} \cdot (T_1 - T_2) \quad (\text{en W})$$

Φ représente la puissance de chauffage perdue à travers la paroi.

Influence de l'épaisseur sur les pertes

Paroi de laine de bois : $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $S = 10 \text{ m}^2$, écart de température $T_1 - T_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Fais varier l'épaisseur e :



Épaisseur e : 10 cm

$G = 3.8 \text{ W/K} \rightarrow \Phi = 76 \text{ W de pertes}$

ATTENTION - UNITÉS

- λ en $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, pas en $\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ (numériquement c'est pareil car $1 \text{ K} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ de différence)
- e en **mètres**, pas en centimètres ! Ne pas oublier de convertir.
- S en **m^2**
- La différence $T_1 - T_2$: T_1 est la face chaude, T_2 la face froide

5. Exemples numériques

EXEMPLE 3 - FLUX À TRAVERS UN MUR NON ISOLÉ

Situation : Un mur en béton ($S = 12 \text{ m}^2$, $e = 20 \text{ cm}$, $\lambda = 1,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). Intérieur : $20 \text{ }^\circ\text{C}$, extérieur : $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Étape 1 : Calculer G .

$$G = \frac{1,7 \times 12}{0,20} = \frac{20,4}{0,20} = 102 \text{ W/K}$$

Étape 2 : Calculer Φ .

$$\Phi = G \times (T_1 - T_2) = 102 \times (20 - 5) = 102 \times 15 = 1530 \text{ W}$$

Conclusion : 1 530 W s'échappent à travers ce mur. C'est équivalent à un radiateur de 1,5 kW qui chauffe... l'extérieur !

EXEMPLE 4 - FLUX À TRAVERS LE MÊME MUR ISOLÉ

Situation : On ajoute 10 cm de laine de verre ($\lambda = 0,032$) sur le même mur.

Conductance de l'isolant seul :

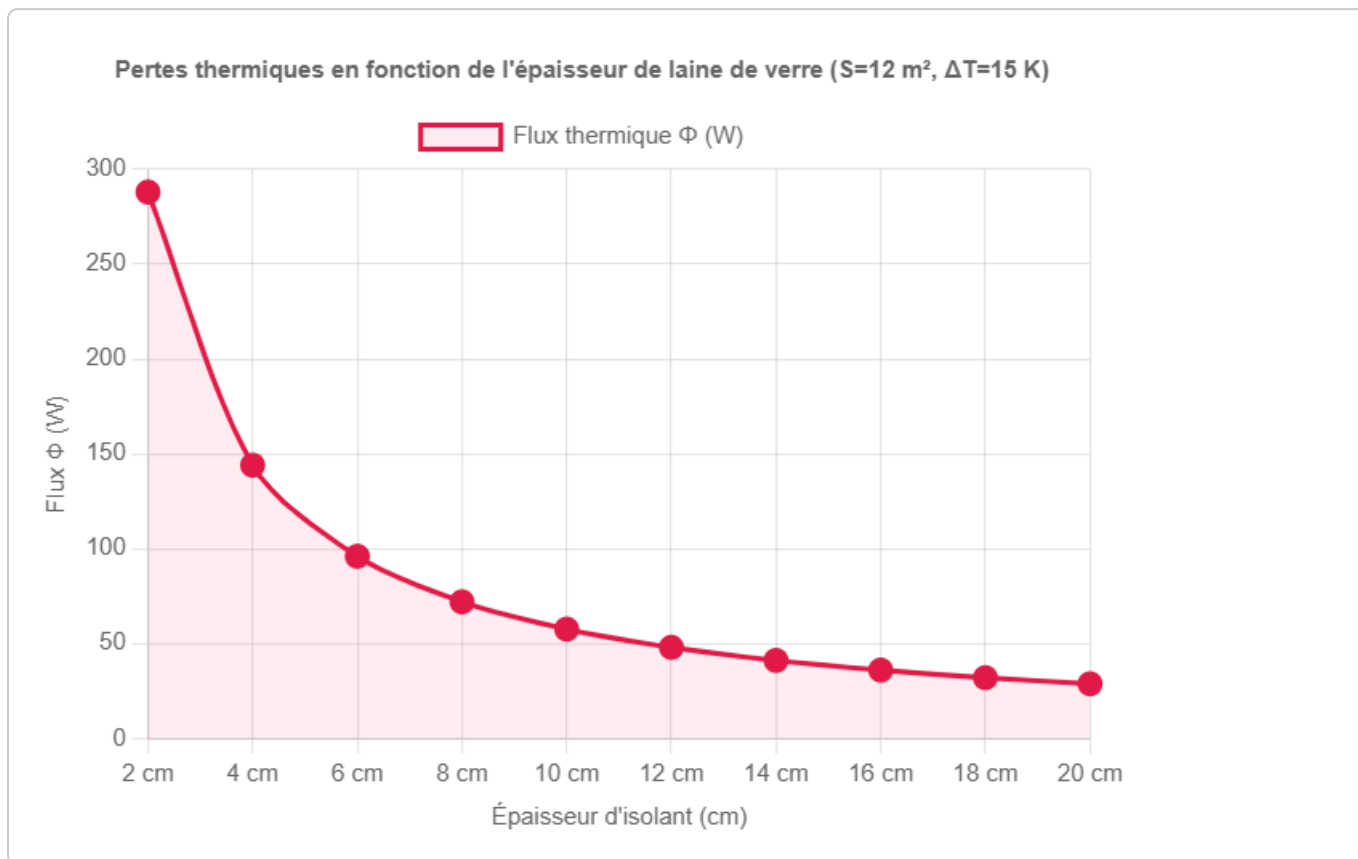
$$G_{\text{isolant}} = \frac{0,032 \times 12}{0,10} = 3,84 \text{ W/K}$$

Flux à travers l'isolant :

$$\Phi_{\text{isolant}} = 3,84 \times 15 = 57,6 \text{ W}$$

Comparaison : Sans isolant : 1 530 W. Avec isolant : environ 58 W. Les pertes sont divisées par 26.

6. Graphique - Influence de l'épaisseur d'isolant



On observe que les premiers centimètres d'isolant sont les plus efficaces : passer de 2 à 6 cm réduit beaucoup les pertes, mais au-delà de 12-14 cm, le gain supplémentaire est de plus en plus faible.

7. La résistance thermique (pour aller plus loin)

DÉFINITION - RÉSISTANCE THERMIQUE R

La **résistance thermique** R est l'inverse de la conductance G :

$$R = \frac{1}{G} = \frac{e}{\lambda \cdot S} \quad (\text{en K/W})$$

Plus R est grand, meilleure est l'isolation.

PROPRIÉTÉ - PAROIS SUPERPOSÉES

Pour une paroi constituée de plusieurs couches (ex : béton + isolant + placo), les résistances thermiques s'additionnent :

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Le flux total est alors :

$$\Phi = \frac{T_1 - T_2}{R_{\text{total}}}$$

EXEMPLE 5 - MUR COMPOSITE (BÉTON + ISOLANT + PLACO)

Un mur est composé de : béton (20 cm, $\lambda = 1,7$) + polystyrène (10 cm, $\lambda = 0,035$) + placo (1,3 cm, $\lambda = 0,25$). Surface = 10 m².

Résistances thermiques de la paroi ($S = 10 \text{ m}^2$) :

$$R_{\text{béton}} = \frac{0,20}{1,7 \times 10} = 0,0118 \text{ K/W}$$

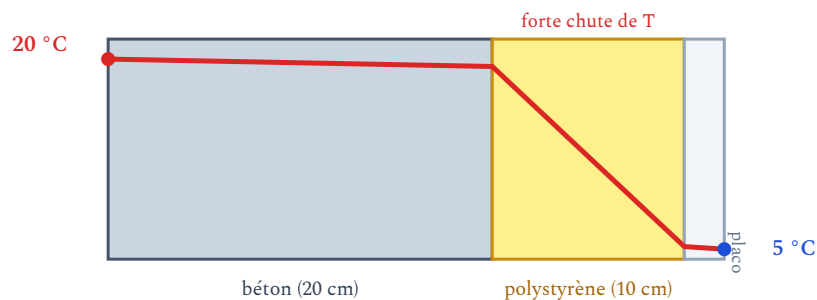
$$R_{\text{polystyrène}} = \frac{0,10}{0,035 \times 10} = 0,286 \text{ K/W}$$

$$R_{\text{placo}} = \frac{0,013}{0,25 \times 10} = 0,0052 \text{ K/W}$$

$$R_{\text{total}} = 0,0118 + 0,286 + 0,0052 = 0,303 \text{ K/W}$$

Pour $\Delta T = 15 \text{ K}$: $\Phi = 15/0,303 = 49,5 \text{ W}$.

Conclusion : L'isolant domine la résistance totale (94 %). Le béton et le placo contribuent très peu à l'isolation.



Dans un mur multicouche, la température chute surtout à travers la couche **isolante** (polystyrène) : c'est elle qui assure l'essentiel de l'isolation, le béton et le placo presque rien.

8. Application aux métiers de l'agencement

APPLICATION - CHOIX D'UN ISOLANT POUR UNE CLOISON

Un technicien d'agencement compare trois isolants pour une cloison de 8 m² entre un salon (20 °C) et un garage (5 °C) :

Isolant	λ (W/m·K)	Épaisseur (cm)	G (W/K)	Φ (W)	Prix (€/m ²)
Laine de verre	0,032	10	2,56	38,4	8
Polystyrène	0,035	10	2,80	42,0	12
Laine de bois	0,038	10	3,04	45,6	18

Les trois isolants sont proches en performance. La laine de bois est la plus chère mais c'est un matériau naturel et elle offre un bon confort d'été (déphasage thermique élevé). La laine de verre est la plus performante et la moins chère.

9. À retenir

Formules clés du chapitre (toutes fournies en évaluation : aucune n'est à mémoriser) :

- Conductance thermique : $G = \frac{\lambda \cdot S}{e}$ (en W/K)
- Flux thermique : $\Phi = G \cdot (T_1 - T_2)$ (en W)
- Résistance thermique : $R = \frac{1}{G} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$ (en K/W) (pour aller plus loin, hors programme)
- Pour des couches superposées : $R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots$ (pour aller plus loin, hors programme)

À savoir expliquer :

- Pour réduire les pertes thermiques : choisir un matériau de λ faible et augmenter l'épaisseur e .
- La conductance G traduit la facilité de passage de la chaleur (plus G est grand, plus la chaleur passe).
- Le flux Φ est la puissance perdue à travers la paroi (en watts).
- Les premiers centimètres d'isolant sont les plus efficaces (gain décroissant).

ATTENTION AUX ERREURS FRÉQUENTES

- Toujours convertir l'épaisseur en **mètres** (10 cm = 0,10 m).
- Ne pas confondre **conductivité** λ (propriété du matériau) et **conductance** G (propriété de la paroi).
- Ne pas confondre **conductance** G (en W/K) et **résistance** R (en K/W) : ce sont des inverses.
- Le flux Φ est en watts (pas en joules) : c'est une puissance, pas une énergie.
- Pour calculer l'énergie perdue en une durée t : $E = \Phi \times t$.

10. Mini exercices

Exercice 1 - Conductance d'une vitre

Calculer la conductance thermique d'une vitre de fenêtre : $S = 1,5 \text{ m}^2$, $e = 4 \text{ mm} = 0,004 \text{ m}$, $\lambda = 1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

► [Voir la solution](#)

Exercice 2 - Flux à travers un mur

Un mur en brique ($S = 15 \text{ m}^2$, $e = 20 \text{ cm}$, $\lambda = 0,84$) sépare une pièce à 19 °C de l'extérieur à 4 °C .

Calculer G puis Φ .

► [Voir la solution](#)

Exercice 3 - Comparaison d'épaisseurs

Pour un mur de 10 m^2 en polystyrène ($\lambda = 0,035$), calculer G pour $e = 5 \text{ cm}$, 10 cm et 20 cm . Conclure.

► [Voir la solution](#)

Exercice 4 - Énergie perdue en une journée

Un mur laisse passer un flux $\Phi = 200 \text{ W}$. Calculer l'énergie perdue en 10 heures (en kWh) et le coût (à $0,18 \text{ €/kWh}$).

► [Voir la solution](#)

Simulations interactives

[Conductance thermique et isolation](#)

[Paroi multicouche : R thermique et flux](#)

[Comparateur de vitrages : performances et coût](#)

11. Erreurs fréquentes

✘ Oublier de convertir l'épaisseur en mètres

Utiliser $e = 10$ cm dans la formule $G = \lambda S / e$ au lieu de $e = 0,10$ m. Le résultat serait multiplié par 100.

Conseil : toujours écrire l'épaisseur en mètres dès le début du calcul.

✘ Confondre conductivité λ et conductance G

La conductivité λ est une propriété du matériau (indépendante de la taille). La conductance G dépend de la paroi entière (matériau + surface + épaisseur).

Conseil : λ caractérise le matériau, G caractérise la paroi (on calcule G à partir de λ , S et e).

✘ Confondre conductance G et résistance thermique R

G et R sont des inverses l'un de l'autre : $R = 1/G$. Un G grand = mauvais isolant ; un R grand = bon isolant.

Conseil : G en W/K (facilité de passage), R en K/W (résistance au passage) — inverses.

✘ Confondre flux thermique (en W) et énergie perdue (en J ou kWh)

Le flux Φ est une puissance (watts), pas une énergie. Pour calculer l'énergie perdue sur une durée, il faut multiplier : $E = \Phi \times t$.

Conseil : Φ en $W =$ énergie par seconde ; multiplier par le nombre de secondes pour obtenir des joules.

Minimiser les transferts thermiques pour économiser l'énergie

Exercices | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

Socle

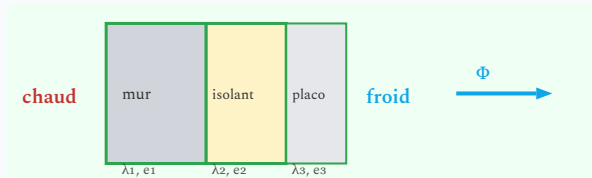
Standard

Approfondissement

Tout voir

Rappels

- Conductance thermique : $G = \frac{\lambda \cdot S}{e}$ (en W/K)
- Flux thermique : $\Phi = G \cdot (T_1 - T_2)$ (en W)
- Énergie perdue sur une durée t : $E = \Phi \cdot t$ (en kWh si Φ en kW et t en h)
- Résistance thermique : $R = 1/G = e/(\lambda \cdot S)$ (en K/W) (*pour aller plus loin, hors programme*)
- Épaisseur en mètres, surface en m^2



Paroi multicouche : la chaleur traverse les couches de la face chaude vers la face froide (ex. 8, hors programme).

Exercices guidés pas à pas

EXERCICE 1 Conductance d'un mur (guidé) **SOCLE**

Un mur en béton a les caractéristiques suivantes : $S = 10 \text{ m}^2$, $e = 20 \text{ cm}$, $\lambda = 1,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Étape 1 : Convertir l'épaisseur en mètres.

$$e = 20 \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

Étape 2 : Écrire la formule de la conductance.

$$G = \frac{\dots \times \dots}{\dots}$$

Étape 3 : Remplacer et calculer.

$$G = \frac{\dots \times \dots}{\dots} = \dots \text{ W/K}$$

Mes calculs :

EXERCICE 2 Flux thermique (guidé)

SOCLE

Le mur de l'exercice précédent sépare une pièce à 19 °C de l'extérieur à 5 °C.

Étape 1 : Calculer la différence de température.

$$\Delta T = T_1 - T_2 = \dots - \dots = \dots \text{ K}$$

Étape 2 : Écrire la formule du flux thermique.

$$\Phi = G \times \dots$$

Étape 3 : Calculer.

$$\Phi = \dots \times \dots = \dots \text{ W}$$

Étape 4 : Convertir en kW.

$$\Phi = \dots \text{ kW}$$

Mes calculs :

EXERCICE 3 Comparer deux matériaux (guidé) **SOCLE**

Calculer la conductance G de deux plaques de même surface ($S = 8 \text{ m}^2$) et même épaisseur ($e = 10 \text{ cm}$) :

Matériau	λ (W/m·K)	G (W/K)
Béton	1,7	... = ...
Laine de verre	0,032	... = ...

Quel matériau est le meilleur isolant ?

Mes calculs :

EXERCICE 4 Énergie perdue (guidé) **SOCLE**

Un mur laisse passer un flux $\Phi = 500 \text{ W}$ pendant 8 heures.

Étape 1 : Convertir Φ en kW.

$$\Phi = \dots \text{ kW}$$

Étape 2 : Calculer l'énergie en kWh.

$$E = \Phi \times t = \dots \times \dots = \dots \text{ kWh}$$

Étape 3 : Calculer le coût (0,18 €/kWh).

$$\text{Coût} = \dots \times 0,18 = \dots \text{ €}$$

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 5 Isolation d'une cloison d'atelier STANDARD

Un menuisier agenceur installe une cloison entre son atelier chauffé (18 °C) et un local de stockage non chauffé (6 °C). La cloison mesure $3 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$.

Solution	Matériau	λ (W/m·K)	Épaisseur (cm)
A	Placo seul	0,25	1,3
B	Placo + polystyrène	0,035	8 (isolant)
C	Placo + laine de verre	0,032	10 (isolant)

1. Calculer la conductance G de chaque solution (pour l'isolant uniquement dans B et C). (3 pts)
2. Calculer le flux thermique Φ pour chaque solution. (3 pts)
3. Calculer l'énergie perdue en un mois (200 heures de chauffage) pour chaque solution en kWh. (2 pts)
4. Quelle solution recommander ? Justifier. (2 pts)

Mes calculs :

EXERCICE 6 Fenêtre simple vs double vitrage

STANDARD

Un poseur de cuisines remplace une fenêtre de $S = 2 \text{ m}^2$. Intérieur : 20 °C , extérieur : 3 °C .

- Simple vitrage : verre 4 mm, $\lambda = 1,0$
- Double vitrage : 2 vitres de 4 mm + lame d'air de 16 mm ($\lambda_{\text{air}} = 0,025$)

1. Calculer G et Φ pour le simple vitrage. (2 pts)
2. Pour le double vitrage, calculer G de la lame d'air seule (l'air est l'élément isolant principal). (2 pts)
3. Calculer le flux à travers le double vitrage (en utilisant G de l'air). (2 pts)
4. Calculer le rapport des flux. Par combien l'isolation est-elle améliorée ? (2 pts)
5. Calculer l'énergie économisée en un hiver (150 jours, 12 h de chauffage/jour). (2 pts)

Mes calculs :

EXERCICE 7 Influence de l'épaisseur **STANDARD**

Un ébéniste isole le plafond de son atelier ($S = 50 \text{ m}^2$, $\Delta T = 15 \text{ K}$) avec de la laine de verre ($\lambda = 0,032$). Il hésite entre 10 cm et 20 cm d'épaisseur.

1. Calculer G et Φ pour 10 cm. (2 pts)
2. Calculer G et Φ pour 20 cm. (2 pts)
3. Par combien le flux est-il réduit en doublant l'épaisseur ? (1 pt)
4. Calculer l'économie annuelle de chauffage en passant de 10 à 20 cm (2 000 heures, 0,18 €/kWh). (2 pts)
5. Le surcoût de l'isolant est de 5 €/m² pour les 10 cm supplémentaires. Calculer le temps de retour sur investissement. (1 pt)

Mes calculs :

Exercices d'approfondissement

EXERCICE 8 Mur composite (HP) APPROFONDISSEMENT

Hors programme — la résistance thermique R et les parois multicouches ne sont pas exigées en Bac Pro (le programme se limite à une plaque plane constituée d'un seul matériau).

Exercice proposé pour la poursuite d'études.

Un installateur d'agencement doit calculer les pertes à travers un mur composite constitué de :

Couche	Épaisseur (cm)	λ (W/m·K)
Enduit extérieur	2	1,15
Parpaing	20	1,10
Laine de roche	12	0,034
Placo	1,3	0,25

Surface du mur : $S = 15 \text{ m}^2$. Températures : intérieur $20 \text{ }^\circ\text{C}$, extérieur $2 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Calculer la résistance thermique de chaque couche : $R = e/(\lambda \cdot S)$. (4 pts)
2. Calculer la résistance totale. (1 pt)
3. En déduire la conductance totale $G = 1/R$. (1 pt)
4. Calculer le flux thermique Φ . (1 pt)
5. Quelle couche assure la quasi-totalité de l'isolation ? Calculer son pourcentage dans la résistance totale. (2 pts)
6. Calculer l'énergie perdue en un hiver (180 jours, 12 h/jour) et son coût (0,18 €/kWh). (1 pt)

Mes calculs :



EXERCICE 9 Bilan thermique d'un local**APPROFONDISSEMENT**

Un fabricant de mobilier souhaite calculer la puissance de chauffage nécessaire pour son showroom (8 m × 6 m × 3 m). Températures : intérieur 20 °C, extérieur 0 °C.

Paroi	S (m ²)	G (W/K)
Murs (isolés)	60	12
Toit (isolé 15 cm)	48	5,1
Sol	48	8,6
Fenêtres (double vitrage)	12	33,6
Porte d'entrée	4	10

Le renouvellement d'air (VMC) entraîne une perte supplémentaire de 250 W/K.

1. Calculer le flux thermique de chaque paroi. (3 pts)
2. Calculer le flux dû à la VMC. (1 pt)
3. Calculer le flux total. Quelle puissance de chauffage est nécessaire ? (1 pt)
4. Quel poste représente les plus grandes pertes ? Proposer des améliorations. (2 pts)
5. Si le chauffage fonctionne 10 h/jour, 180 jours/an, calculer le coût annuel (0,18 €/kWh). (2 pts)
6. En remplaçant les fenêtres par du triple vitrage (G divisé par 2,5), recalculer les pertes totales et l'économie annuelle. (1 pt)

Mes calculs :

EXERCICE 10 Problème ouvert : choix d'isolant**APPROFONDISSEMENT**

Un aménageur d'intérieur doit isoler les combles perdus d'une maison ($S = 80 \text{ m}^2$).

Température intérieur : $20 \text{ }^\circ\text{C}$, combles : $5 \text{ }^\circ\text{C}$ en hiver. Budget isolant : $2\,000 \text{ €}$.

Chauffage : $2\,000 \text{ h/an}$ à $0,18 \text{ €/kWh}$.

Isolant	$\lambda \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$	Prix (€/m^2) pour 10 cm	Prix (€/m^2) pour 20 cm
Laine de verre	0,032	6	11
Laine de bois	0,038	15	28
Ouate de cellulose	0,040	8	14

1. Calculer G et Φ pour chaque isolant en 10 cm et en 20 cm.
2. Calculer le coût total de chaque solution (6 combinaisons).
3. Identifier les solutions qui rentrent dans le budget de $2\,000 \text{ €}$.
4. Pour les solutions possibles, calculer l'énergie économisée par rapport à l'absence d'isolant (hypothèse : combles non isolés \rightarrow pertes = $2\,000 \text{ W}$).
5. Recommander la meilleure solution en justifiant (performance, coût, impact environnemental).

Mes calculs :

05

Minimiser les transferts thermiques pour économiser l'énergie

Minimiser les transferts thermiques | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

[Socle](#)[Standard](#)[Approfondissement](#)[Tout voir](#)[Objectifs du chapitre](#)[cliquer pour développer](#)**SOCLE DS - Niveau Socle (45 min)****Exercice 1 – Questions de cours (6 points)**

1. Écrire la formule de la conductance thermique G . Préciser les unités. (2 pts)
2. Écrire la formule du flux thermique Φ . Préciser les unités. (2 pts)
3. Comment varie G si on augmente l'épaisseur de l'isolant ? (1 pt)
4. L'unité du flux thermique Φ est le watt. Est-ce une puissance ou une énergie ? (1 pt)

Exercice 2 – Calcul de conductance (7 points)

Une plaque de polystyrène a les caractéristiques : $S = 6 \text{ m}^2$, $e = 8 \text{ cm}$, $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

a) Convertir l'épaisseur en mètres. (1 pt)

$$e = \dots \text{ m}$$

b) Écrire la formule de G . (1 pt)

c) Calculer G . (2 pts)

$$G = \frac{\dots \times \dots}{\dots} = \dots \text{ W/K}$$

d) Cette plaque sépare une pièce à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ d'un garage à $8 \text{ }^\circ\text{C}$. Calculer le flux Φ . (3 pts)

$$\Phi = \dots \times (\dots - \dots) = \dots \text{ W}$$

Exercice 3 – Énergie perdue et coût (7 points)

Un mur laisse passer un flux $\Phi = 800 \text{ W}$.

a) Convertir en kW. (1 pt)

b) Calculer l'énergie perdue en 10 heures (en kWh). (2 pts)

$$E = \dots \times \dots = \dots \text{ kWh}$$

c) Calculer le coût de cette perte (0,18 €/kWh). (1 pt)

d) Calculer le coût sur un mois (30 jours, 10 h de chauffage/jour). (2 pts)

e) Ce coût justifie-t-il l'achat d'un isolant à 200 € ? (1 pt)

Exercice 1 – Questions de cours (4 points)

1. Donner la formule de la conductance thermique G et du flux thermique Φ . Préciser toutes les unités. (2 pts)
2. Expliquer pourquoi augmenter l'épaisseur d'un isolant réduit les pertes thermiques. Utiliser les formules pour justifier. (2 pts)

Exercice 2 – Isolation d'un atelier (8 points)

Un menuisier agenceur souhaite isoler un mur de son atelier. Données :

- Surface du mur : $S = 15 \text{ m}^2$
- Intérieur : $18 \text{ }^\circ\text{C}$, extérieur : $3 \text{ }^\circ\text{C}$
- Mur en parpaing : $\lambda = 1,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $e = 20 \text{ cm}$
- Isolant prévu : laine de roche, $\lambda = 0,034 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $e = 12 \text{ cm}$

1. Calculer G et Φ pour le mur nu (sans isolant). (3 pts)
2. Calculer G et Φ pour l'isolant seul. (3 pts)
3. Calculer l'économie de chauffage annuelle grâce à l'isolation (1 800 heures, $0,18 \text{ €/kWh}$). (2 pts)

Exercice 3 – Comparaison de deux épaisseurs (8 points)

Un technicien d'agencement isole le plafond d'un showroom ($S = 40 \text{ m}^2$) avec du polystyrène ($\lambda = 0,035$). Intérieur : $20 \text{ }^\circ\text{C}$, combles : $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

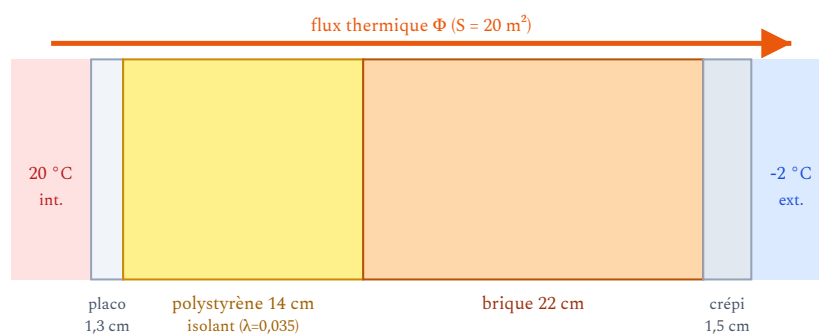
1. Calculer G et Φ pour 8 cm d'épaisseur. (3 pts)
2. Calculer G et Φ pour 16 cm d'épaisseur. (3 pts)
3. Quel est le rapport des flux ? (1 pt)
4. Est-il toujours rentable de doubler l'épaisseur ? Justifier par un argument économique simple. (1 pt)

Exercice 1 – Étude d'un mur composite (10 points)

Un installateur d'agencement étudie un mur extérieur composé de :

Couche	Épaisseur	λ (W/m·K)
Crépi extérieur	1,5 cm	1,30
Brique	22 cm	0,84
Polystyrène	14 cm	0,035
Placo	1,3 cm	0,25

Surface : $S = 20 \text{ m}^2$. Intérieur : 20 °C , extérieur : -2 °C .



1. Calculer la résistance thermique de chaque couche : $R = e/(\lambda \cdot S)$. (4 pts)
2. Calculer la résistance totale et la conductance totale. (2 pts)
3. Calculer le flux thermique Φ . (1 pt)
4. Si on supprime l'isolant (polystyrène), recalculer Φ . (2 pts)
5. Calculer le pourcentage de réduction des pertes apporté par l'isolant. (1 pt)

Exercice 2 – Dimensionnement du chauffage (10 points)

Un fabricant de meubles aménage un nouveau showroom. Le bureau d'études lui fournit le bilan des déperditions :

Poste	Flux (W)
Murs	450
Toit	280
Sol	350
Fenêtres (8 m ² double vitrage, U = 2,8 W/m ² ·K)	?
Porte d'entrée (2,5 m ² , U = 3,5 W/m ² ·K)	?
Renouvellement d'air	1 800

$$\Delta T = 20 \text{ K.}$$

1. Calculer le flux à travers les fenêtres et la porte. (2 pts)
2. Calculer le flux total de déperditions. (1 pt)
3. Quelle puissance de chauffage installer (avec 20 % de marge) ? (1 pt)
4. Le chauffage fonctionne 10 h/jour, 180 jours/an. Calculer le coût annuel (0,18 €/kWh). (2 pts)
5. Si les fenêtres sont remplacées par du triple vitrage (U = 1,1 W/m²·K), recalculer le nouveau flux des fenêtres et les nouvelles déperditions totales. (2 pts)
6. Calculer l'économie annuelle et le temps de retour sur investissement si le triple vitrage coûte 3 500 € de plus que le double. (2 pts)