

Les trois modes de transfert thermique

Première Bac Pro ERA-MA (Grpt 3) | Physique – Thermique | Transferts thermiques

Objectifs du chapitre

- Identifier les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement
- Donner des exemples de chaque mode dans la vie courante et en atelier
- Comparer les propriétés thermiques de différents matériaux
- Comprendre que le transfert thermique s'effectue spontanément du chaud vers le froid

1. Situation professionnelle – L'isolation d'une maison

Contexte professionnel

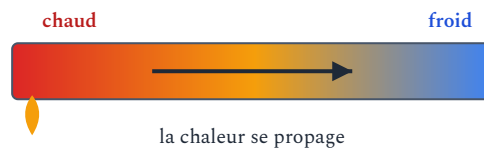
Un menuisier agenceur intervient dans la rénovation d'une maison ancienne. Le propriétaire se plaint de factures de chauffage élevées. En posant la main sur les murs, on sent le froid. Les fenêtres en simple vitrage laissent passer l'air frais. Le sol carrelé est glacial en hiver. Comprendre **comment la chaleur se déplace** est essentiel pour proposer les bonnes solutions d'isolation : choix des matériaux, pose de menuiseries performantes, isolation des murs et des combles.

La chaleur (énergie thermique) se propage toujours du **corps le plus chaud** vers le **corps le plus froid**, jusqu'à l'équilibre des températures. Ce transfert peut se faire de trois manières différentes.

2. Premier mode : la conduction

DÉFINITION - CONDUCTION THERMIQUE

La **conduction** est le transfert de chaleur à travers un matériau **solide**, de proche en proche, sans déplacement de matière. L'énergie est transmise par les vibrations des atomes et des électrons à l'intérieur du matériau.



PROPRIÉTÉ - CONDUCTEURS ET ISOLANTS

- Les **métaux** sont de bons conducteurs thermiques (cuivre, aluminium, acier) : la chaleur les traverse facilement.
- Les **isolants** conduisent mal la chaleur (bois, laine de verre, polystyrène, air immobile) : ils freinent le transfert.

APPLICATION

Un menuisier agenceur pose des poignées de meubles : les unes en aluminium, les autres en bois de hêtre. Pourquoi les poignées en aluminium semblent-elles plus froides au toucher, même si elles sont à la même température ambiante ?

EXEMPLES EN ATELIER ET DANS LE BÂTIMENT

- Une **poignée de porte métallique** semble froide en hiver : le métal conduit rapidement la chaleur de la main vers la porte.
- Une **poignée en bois** semble moins froide : le bois est un mauvais conducteur.
- Les **murs en pierre** d'une maison ancienne conduisent la chaleur vers l'extérieur en hiver.
- L'**isolation en laine de verre** dans les combles ralentit la conduction thermique.

Conductivité thermique de quelques matériaux

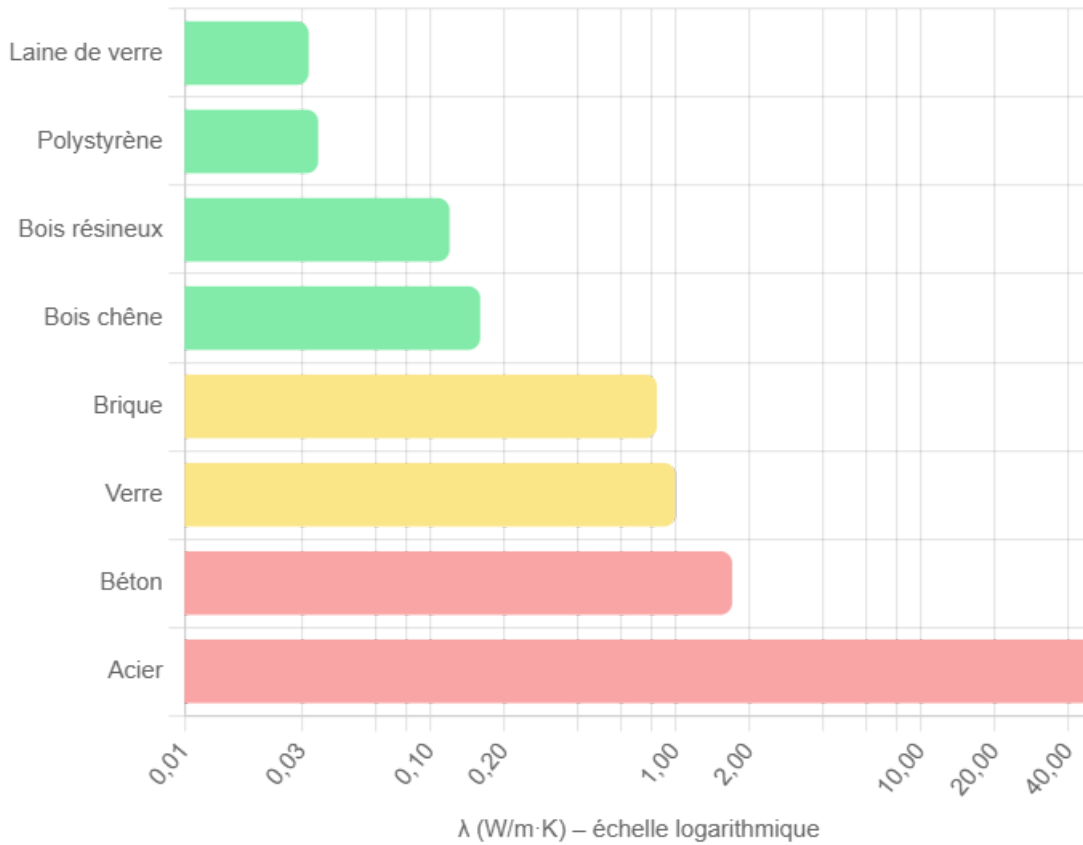
Matériau	Conductivité λ (W/m·K)	Qualité isolante
Cuivre	390	Excellent conducteur
Aluminium	237	Très bon conducteur
Acier	50	Bon conducteur
Béton	1,7	Conducteur moyen
Verre	1,0	Conducteur moyen
Brique	0,84	Isolant moyen
Bois (chêne)	0,16	Bon isolant
Bois (résineux)	0,12	Bon isolant
Polystyrène expansé	0,035	Excellent isolant
Laine de verre	0,032	Excellent isolant
Air immobile	0,025	Excellent isolant

ATTENTION

Plus la conductivité λ est **faible**, plus le matériau est **isolant**.

Plus la conductivité λ est **grande**, plus le matériau est **conducteur**.

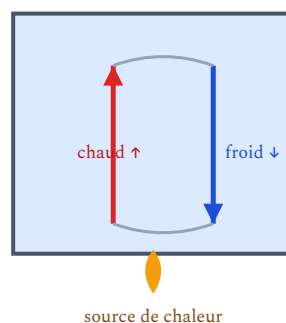
Conductivité thermique de matériaux courants (échelle log)



3. Deuxième mode : la convection

DÉFINITION - CONVECTION THERMIQUE

La **convection** est le transfert de chaleur par **déplacement de matière** (fluide : air, eau). Le fluide chaud, plus léger, monte ; le fluide froid, plus lourd, descend. Il se crée un **courant de convection**.



PROPRIÉTÉ - DEUX TYPES DE CONVECTION

- **Convection naturelle** : le mouvement du fluide est causé par la différence de densité (air chaud monte, air froid descend).
- **Convection forcée** : le mouvement est provoqué par un ventilateur, une pompe ou un appareil (radiateur soufflant, VMC).

APPLICATION

Dans l'atelier d'un ébéniste, un radiateur soufflant est placé en bas d'un mur. Expliquer pourquoi les pieds se réchauffent rapidement mais que l'air chaud monte vers le plafond. Quel type de convection est en jeu ?

EXEMPLES EN ATELIER ET DANS LE BÂTIMENT

- **Radiateur à eau chaude** : l'air chauffé au contact du radiateur monte au plafond, l'air froid descend le long des murs et revient vers le radiateur → circulation naturelle.
- **Aspiration de copeaux** : le ventilateur crée une convection forcée qui déplace l'air chargé de poussières.
- **VMC** (ventilation mécanique contrôlée) : renouvelle l'air intérieur par convection forcée.
- **Double vitrage** : l'air ou le gaz emprisonné entre les deux vitres ne peut pas circuler (pas de convection) → meilleure isolation.
- En été, l'air chaud monte dans les combles → il fait très chaud sous les toits non isolés.

4. Troisième mode : le rayonnement

DÉFINITION - RAYONNEMENT THERMIQUE

Le **rayonnement** est le transfert de chaleur par des **ondes électromagnétiques** (rayonnement infrarouge). Il ne nécessite aucun support matériel : il peut se propager dans le **vide**.



PROPRIÉTÉ - CARACTÉRISTIQUES DU RAYONNEMENT

- Tout corps dont la température est supérieure au zéro absolu (-273 °C) émet du rayonnement.
- Plus un corps est chaud, plus il rayonne.
- Les surfaces **sombres et mates** absorbent et émettent plus de rayonnement que les surfaces claires et brillantes.
- Les surfaces **réfléchissantes** (aluminium, miroir) renvoient le rayonnement.

APPLICATION

Un installateur d'agencement pose un film aluminium réfléchissant derrière les radiateurs d'une maison en rénovation. Quel mode de transfert thermique ce film permet-il de limiter ? Expliquer le principe.

EXEMPLES

- Le **Soleil** chauffe la Terre par rayonnement (à travers le vide de l'espace).
- Un **radiateur infrarouge** d'atelier chauffe les personnes par rayonnement, sans chauffer l'air intermédiaire.
- En été, un **toit foncé** absorbe beaucoup de rayonnement solaire → surchauffe des combles.
- Les **films réfléchissants** placés derrière les radiateurs renvoient le rayonnement vers la pièce.
- Le **vitrage à faible émissivité** (Low-E) comporte une couche métallique qui renvoie le rayonnement infrarouge vers l'intérieur.

5. Comparaison des trois modes

	Conduction	Convection	Rayonnement
Support	Solide (ou fluide immobile)	Fluide (air, eau)	Aucun (peut traverser le vide)
Déplacement de matière	Non	Oui	Non
Mécanisme	Vibrations d'atomes	Courants de fluide	Ondes électromagnétiques
Exemple	Mur en béton	Radiateur, VMC	Soleil, radiateur IR
Comment le limiter	Isolant (laine, polystyrène)	Supprimer la circulation (double vitrage)	Surface réfléchissante

6. Le sens du transfert thermique

PROPRIÉTÉ FONDAMENTALE

Le transfert thermique s'effectue **spontanément** et **toujours** du corps le plus **chaud** vers le corps le plus **froid**, jusqu'à l'**équilibre thermique** (les deux corps atteignent la même température).

ATTENTION

La chaleur ne se déplace **jamais** spontanément du froid vers le chaud. Pour forcer un transfert dans le sens inverse (du froid vers le chaud), il faut fournir de l'énergie : c'est le principe d'une **pompe à chaleur** ou d'un **réfrigérateur**.

APPLICATION - POURQUOI ISOLER ?

En hiver : l'intérieur (20 °C) est plus chaud que l'extérieur (5 °C). La chaleur s'échappe naturellement vers l'extérieur à travers les murs, le toit, les fenêtres et le sol.

En été : l'extérieur (35 °C) est plus chaud que l'intérieur climatisé (25 °C). La chaleur entre naturellement dans la maison.

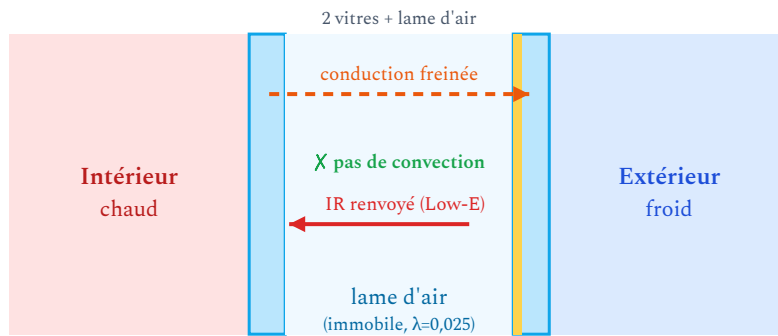
L'isolation ralentit ce transfert dans les deux sens, réduisant les besoins de chauffage en hiver et de climatisation en été.

7. Application aux métiers de l'agencement

APPLICATION 1 - LE DOUBLE VITRAGE

Le double vitrage est composé de deux vitres séparées par une lame d'air (ou de gaz argon). Son efficacité repose sur les trois modes :

- **Conduction** : le verre conduit la chaleur, mais la lame d'air (bon isolant, $\lambda = 0,025$) la freine.
- **Convection** : l'espace entre les vitres est trop mince pour que l'air circule → pas de convection.
- **Rayonnement** : un vitrage Low-E possède une couche métallique qui renvoie le rayonnement infrarouge.



Le **double vitrage** combat les trois modes à la fois : la **lame d'air** freine la conduction et empêche la convection, et la couche **Low-E** renvoie le rayonnement infrarouge vers l'intérieur.

APPLICATION 2 - LE CHOIX DES MATÉRIAUX D'AGENCEMENT

Un technicien d'agencement doit connaître les propriétés thermiques des matériaux qu'il utilise :

Matériau	λ (W/m·K)	Sensation au toucher	Usage
Bois massif	0,12 – 0,16	Chaud	Mobilier, parquet, habillage
MDF / Aggloméré	0,10 – 0,14	Chaud	Meubles, cloisons
Métal (alu)	237	Froid	Poignées, profils
Pierre naturelle	1,5 – 3,5	Froid	Plans de travail, sols
Carrelage	1,0 – 1,3	Froid	Sols, crédences

Un plan de travail en **bois** semblera plus chaud au toucher qu'un plan en **Pierre**, même s'ils sont à la même température. Le bois conduit moins bien la chaleur de la main.

8. À retenir

Les trois modes de transfert thermique :

- **Conduction** : transfert dans les solides, de proche en proche, sans déplacement de matière
- **Convection** : transfert dans les fluides (air, eau), par déplacement de matière
- **Rayonnement** : transfert par ondes électromagnétiques, sans support matériel

Règle fondamentale : La chaleur va spontanément du chaud vers le froid.

Conductivité λ : Plus λ est petit, meilleur est l'isolant.

ATTENTION AUX ERREURS FRÉQUENTES

- Un matériau « froid au toucher » n'est pas forcément plus froid qu'un matériau « chaud au toucher ». C'est la **conductivité** qui détermine la sensation.
- L'air est un excellent isolant... mais seulement s'il est **immobile** (pas de convection).
- Le rayonnement peut traverser le vide, contrairement à la conduction et la convection.
- Ne pas confondre les trois modes : la conduction est dans les solides, la convection dans les fluides.

9. Mini exercices

Exercice 1 – Identifier le mode de transfert

Pour chaque situation, indiquer le mode de transfert principal : conduction, convection ou rayonnement.

1. La chaleur traverse un mur en béton.
2. L'air chaud monte dans une pièce.
3. Le soleil réchauffe un parquet à travers une baie vitrée.
4. Un fer à souder chauffe une pièce métallique.
5. L'eau chaude circule dans les tuyaux d'un plancher chauffant.

► [Voir la solution](#)

Exercice 2 – Classer les matériaux

Classer les matériaux suivants du meilleur isolant au meilleur conducteur : acier, bois de chêne, laine de verre, béton, aluminium.

► [Voir la solution](#)

Exercice 3 – Double vitrage

Expliquer pourquoi un double vitrage isole mieux qu'un simple vitrage, en citant les trois modes de transfert.

► [Voir la solution](#)

Exercice 4 – Sens du transfert

Un menuisier agenceur installe une cloison intérieure entre une pièce chauffée à 22 °C et un garage non chauffé à 8 °C.

- Dans quel sens la chaleur se transfère-t-elle ?
- Quel mode de transfert traverse la cloison ?
- Comment limiter ce transfert ?

► [Voir la solution](#)

Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3 | Physique-Chimie – Chapitre 4 | maths-sciences-pro.fr

Simulation interactive

[Conductance thermique et isolation](#)

[Chaleur massique — \$Q = m \cdot c \cdot \Delta T\$](#)

10. Erreurs fréquentes

✘ Confondre les trois modes de transfert

Dire que « la conduction se fait par les fluides » ou que « la convection existe dans les solides ». La conduction est dans les solides (de proche en proche), la convection dans les fluides (déplacement de matière), le rayonnement dans le vide ou tout milieu transparent.

Conseil : retenir l'association Conduction/Solides – Convection/Fluides – Rayonnement/Vide (et plus).

✘ Croire que l'air est toujours un bon isolant

L'air est un excellent isolant uniquement s'il est immobile. Dès qu'il se met en mouvement (convection naturelle ou forcée), il devient conducteur de chaleur.

Conseil : dans le double vitrage, la lame d'air isolante fonctionne car l'espace est trop étroit pour que l'air circule.

✘ Penser que le transfert thermique peut aller spontanément du froid vers le chaud

La chaleur ne se transfère jamais spontanément du corps froid vers le corps chaud. Pour forcer ce sens, il faut une machine (pompe à chaleur, réfrigérateur).

Conseil : la règle est absolue : sans machine, chaud → froid, toujours.

✘ Confondre « froid au toucher » et « froide »

Une poignée en métal semble froide car elle conduit rapidement la chaleur de la main, pas parce qu'elle est à une température plus basse. Deux matériaux à la même température peuvent donner des sensations très différentes.

Conseil : la sensation thermique dépend de la conductivité du matériau, pas seulement de sa température.

Les trois modes de transfert thermique

Exercices | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

Rappels

- **Conduction** : transfert dans les solides, sans déplacement de matière
- **Convection** : transfert dans les fluides, par déplacement de matière
- **Rayonnement** : transfert par ondes, sans support matériel
- La chaleur va toujours du chaud vers le froid
- Plus λ est petit, meilleur est l'isolant



Transfert thermique : le flux Φ va du chaud vers le froid

Exercices guidés pas à pas

EXERCICE 1 Identifier le mode de transfert (guidé)

SOCLE

Pour chaque situation, cocher le bon mode de transfert :

Situation	Conduction	Convection	Rayonnement
Un mur en béton laisse passer la chaleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'air chaud monte au plafond	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le soleil réchauffe la Terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Une cuillère en métal dans un café chaud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un ventilateur souffle de l'air chaud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Un four chauffant à infrarouge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mes calculs :

EXERCICE 2 Classer les matériaux (guidé) **SOCLE**

Voici des matériaux avec leur conductivité thermique λ . Classer du meilleur isolant au meilleur conducteur.

Matériau	λ (W/m·K)
Polystyrène	0,035
Béton	1,7
Bois	0,15
Aluminium	237

Rappel : Plus λ est petit, meilleur est l'isolant.

Classement : 1. 2. 3. 4.

Mes calculs :

EXERCICE 3 Sens du transfert (guidé) **SOCLE**

Compléter les phrases avec « chaud → froid » ou « froid → chaud » :

a) En hiver, la chaleur de la maison (20 °C) traverse les murs vers l'extérieur (5 °C).

Sens : du vers le

b) En été, la chaleur extérieure (35 °C) entre dans la maison climatisée (22 °C).

Sens : du vers le

c) Un glaçon fond dans un verre d'eau tiède.

Sens : du vers le

Mes calculs :

EXERCICE 4 Vrai ou faux (guidé) **SOCLE**

Indiquer VRAI ou FAUX et corriger si nécessaire.

1. La conduction se fait dans les liquides et les gaz.
2. La convection nécessite un déplacement de matière.
3. Le rayonnement ne peut pas traverser le vide.
4. Un bon isolant thermique a une grande conductivité λ .
5. La chaleur peut aller spontanément du froid vers le chaud.

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 5 Analyse d'une pièce STANDARD

Un menuisier agenceur aménage un bureau dans une maison ancienne. En hiver, la température intérieure est de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la température extérieure de $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il observe :

- Le mur en pierre (épaisseur 50 cm) est froid au toucher côté intérieur.
- L'air chaud s'accumule au plafond (3 m de haut), les pieds sont au froid.
- Devant la baie vitrée, on ressent un rayonnement froid venant du verre.

1. Pour chaque observation, identifier le mode de transfert thermique en jeu.
2. Pour chaque cas, proposer une solution pour améliorer le confort thermique.
3. Quel sens prend le transfert thermique dans chaque cas ?

Mes calculs :

EXERCICE 6 Choix de matériaux pour un agencement

STANDARD

Un aménageur d'intérieur doit choisir un matériau pour un plan de travail de cuisine.
Voici les options :

Matériau	λ (W/m·K)	Prix (€/m ²)
Granit	2,8	250
Bois massif (hêtre)	0,16	120
Stratifié (panneau)	0,13	60
Inox	15	350

1. Classer ces matériaux du plus isolant au plus conducteur.
2. Quel matériau donnera la sensation la plus « froide » au toucher ? Pourquoi ?
3. Quel matériau donnera la sensation la plus « chaude » ? Pourquoi ?
4. Le client souhaite un plan de travail « agréable au toucher, naturel et abordable ».
Que recommander ?

Mes calculs :

EXERCICE 7 Le double vitrage **STANDARD**

Un poseur de cuisines remplace les fenêtres d'un appartement. Le client hésite entre :

- Simple vitrage : une seule vitre de 4 mm
- Double vitrage : deux vitres de 4 mm séparées par 16 mm d'air
- Triple vitrage : trois vitres de 4 mm séparées par deux lames de 12 mm d'argon

Données : $\lambda_{\text{verre}} = 1,0$, $\lambda_{\text{air}} = 0,025$, $\lambda_{\text{argon}} = 0,018 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

1. Expliquer le rôle de la lame d'air dans le double vitrage en utilisant les trois modes de transfert.
2. Pourquoi l'argon est-il meilleur que l'air comme gaz intercalaire ?
3. Le triple vitrage est-il toujours justifié ? Citer un avantage et un inconvénient.

Mes calculs :

EXERCICE 8 Situation d'atelier

STANDARD

Un artisan menuisier constate que son atelier est difficile à chauffer en hiver. L'atelier a :

- Un toit en tôle métallique (non isolé)
- Des murs en parpaing (non isolés)
- Une grande porte coulissante souvent ouverte
- Un chauffage par radiateurs soufflants

1. Pour chaque élément, identifier le mode de transfert thermique principal responsable des pertes.
2. Proposer une solution d'isolation ou d'amélioration pour chaque élément.
3. Pourquoi les radiateurs soufflants ne sont-ils pas idéaux pour un grand volume ?

Mes calculs :

Exercices d'approfondissement

EXERCICE 9 Audit thermique d'un local **au-delà du programme**

APPROFONDISSEMENT

Le calcul quantitatif des déperditions relève du chapitre 5 « Minimiser les transferts thermiques ». Le coefficient surfacique U (en $W/(m^2 \cdot K)$) utilisé ici dépasse le programme du groupement 3 (qui se limite à la conductance $G = \lambda S/e$). Exercice proposé pour la poursuite d'études.

Un technicien d'agencement réalise un audit thermique simplifié d'un showroom de cuisine (100 m^2). Il mesure les déperditions thermiques (U = coefficient surfacique de chaque paroi) :

Élément	Surface (m^2)	Mode principal	U ($W/(m^2 \cdot K)$)
Murs (parpaing non isolé)	80	Conduction	2,5
Toit (isolé 10 cm laine)	100	Conduction	0,35
Fenêtres (double vitrage)	20	Cond. + Ray.	2,8
Sol (sur terre-plein)	100	Conduction	0,9
Renouvellement d'air	—	Convection	Equiv. 300 W/K

La différence de température intérieur/extérieur est $\Delta T = 15 \text{ K}$ en hiver.

1. Calculer les déperditions (en W) de chaque élément : $\Phi = U \times S \times \Delta T$.
2. Calculer les déperditions totales.
3. Quelle est la puissance de chauffage nécessaire ?
4. Si on isole les murs (passage de $U = 2,5$ à $0,4 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$), quelle économie de puissance réalise-t-on ?
5. Quel pourcentage d'économie cela représente-t-il sur les déperditions totales ?

Mes calculs :



EXERCICE 10 Conception d'une cloison isolante **au-delà du programme**

APPROFONDISSEMENT

Le coefficient surfacique U (en $W/(m^2 \cdot K)$) dépasse le programme du groupement 3, qui se limite à la conductance $G = \lambda S/e$ (chapitre 5). Exercice proposé pour la poursuite d'études : ici $\Phi = U \times S \times \Delta T$.

Un installateur d'agencement doit concevoir une cloison séparant un atelier chauffé (20 °C) d'un entrepôt non chauffé (5 °C). La cloison fait $3 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$.

Il dispose de trois solutions :

Solution	Composition	Coefficient U ($W/(m^2 \cdot K)$)	Coût ($€/m^2$)
A	Placo simple	3,5	15
B	Placo + 5 cm laine de verre	0,6	35
C	Placo + 10 cm laine de verre	0,32	50

Le chauffage coûte 0,18 €/kWh. L'atelier est chauffé 10 h/jour, 200 jours/an.

1. Calculer le flux thermique $\Phi = U \times S \times \Delta T$ pour chaque solution (en W).
2. Convertir en énergie annuelle perdue (en kWh).
3. Calculer le coût annuel des pertes pour chaque solution.
4. Calculer le coût total de chaque cloison.
5. Calculer le retour sur investissement de la solution C par rapport à la solution A.

Mes calculs :

EXERCICE 11 Problème ouvert : chauffer un atelier efficacement

APPROFONDISSEMENT

Le calcul de l'énergie pour chauffer l'air mobilise la chaleur volumique (notion de calorimétrie, fournie ici). La question 4, qui compare convection forcée et rayonnement, relève directement de ce chapitre.

Un fabricant de meubles possède un atelier de 300 m^3 ($10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m}$) avec un toit en tôle non isolé. En hiver, la température descend à $5 \text{ }^\circ\text{C}$ le matin. Il veut atteindre $18 \text{ }^\circ\text{C}$ en 1 heure.

Données : chaleur volumique de l'air = $1\,200 \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$. Pertes estimées = 5 kW pendant le chauffage.

1. Calculer l'énergie nécessaire pour chauffer l'air de l'atelier de $5 \text{ }^\circ\text{C}$ à $18 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Calculer la puissance de chauffage nécessaire (en 1 heure), sans les pertes.
3. En ajoutant les pertes, quelle puissance totale faut-il ?
4. Comparer deux solutions : radiateurs soufflants (convection forcée) vs panneaux radiants (rayonnement). Laquelle est la plus adaptée et pourquoi ?

Mes calculs :

Les trois modes de transfert thermique

Les trois modes de transfert thermique | 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 (8 points)

1. Nommer les trois modes de transfert thermique. (3 pts)
2. Quel mode de transfert se fait dans les solides ? (1 pt)
3. Quel mode de transfert peut se faire dans le vide ? (1 pt)
4. Dans quel sens la chaleur se déplace-t-elle spontanément ? (1 pt)
5. Un matériau de conductivité $\lambda = 0,03 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ est-il un bon isolant ou un bon conducteur ? (1 pt)
6. Citer un matériau bon conducteur et un matériau bon isolant. (1 pt)

Exercice 2 – Identification (6 points)

Pour chaque situation, indiquer le mode de transfert thermique principal :

Situation	Mode de transfert
La chaleur traverse une vitre	...
L'eau chaude monte dans un radiateur	...
Un poêle chauffe une personne à 2 m de distance	...
Un parquet en bois semble chaud aux pieds	...
La fumée monte dans une cheminée	...
Le soleil chauffe à travers une fenêtre	...

Exercice 3 – Classement de matériaux (6 points)

Classer les matériaux suivants du meilleur isolant au meilleur conducteur :

Acier ($\lambda = 50$), polystyrène ($\lambda = 0,035$), bois ($\lambda = 0,15$), béton ($\lambda = 1,7$), verre ($\lambda = 1,0$).

Rappel : Plus λ est petit = meilleur isolant.

Classement : 1. → 2. → 3. → 4. → 5.

STANDARD DS – Niveau Standard (45 min)

Exercice 1 – Questions de cours (4 points)

1. Définir chacun des trois modes de transfert thermique en une phrase. (3 pts)
2. Pourquoi un carrelage semble-t-il plus froid qu'un parquet en bois, alors qu'ils sont à la même température ? (1 pt)

Exercice 2 – Rénovation d'une maison (8 points)

Un menuisier agenceur travaille sur la rénovation d'une maison des années 1970. Il constate les problèmes suivants :

- Les murs en parpaing non isolés sont froids au toucher
- Le simple vitrage laisse une sensation de froid par rayonnement
- La VMC ne fonctionne plus, l'air est humide et stagnant
- Les combles ne sont pas isolés et le toit en ardoise chauffe beaucoup en été

1. Pour chaque problème, identifier le mode de transfert thermique en cause. (4 pts)
2. Pour chaque problème, proposer une solution adaptée. (4 pts)

Exercice 3 – Problème : isolation d'une cloison (8 points)

Un technicien d'agencement pose une cloison entre un salon chauffé (21 °C) et un garage (7 °C). Surface de la cloison : 8 m².

- Cloison nue (placo seul) : coefficient $U = 3,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Cloison isolée (placo + 8 cm laine de verre) : $U = 0,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

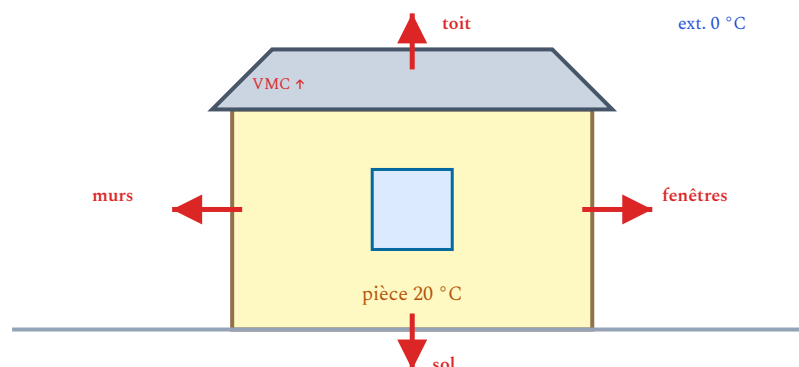
1. Calculer ΔT entre les deux pièces. (1 pt)
2. Calculer le flux thermique $\Phi = U \times S \times \Delta T$ pour chaque cas. (4 pts)
3. Calculer la puissance économisée grâce à l'isolation. (1 pt)
4. En 200 jours de chauffage (10 h/jour, 0,18 €/kWh), quelle est l'économie annuelle ? (2 pts)

Exercice 1 – Étude thermique complète (10 points)

Un aménageur d'intérieur réalise l'étude thermique d'une pièce de vie de 30 m^2 ($5 \text{ m} \times 6 \text{ m}$, hauteur 2,5 m). Température intérieure visée : $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Température extérieure : $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Paroi	Surface (m^2)	U ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	Mode principal
Murs extérieurs (isolés)	35	0,45	Conduction
Fenêtres (double vitrage)	8	2,5	Cond. + Ray.
Toit (isolé 20 cm)	30	0,22	Conduction
Sol (sur vide sanitaire)	30	0,55	Conduction

Le renouvellement d'air (VMC) entraîne des pertes équivalentes à 180 W/K .



1. Calculer les déperditions de chaque élément (en W). (3 pts)
2. Calculer les déperditions totales (parois + VMC). (1 pt)
3. Quel élément cause le plus de pertes ? Proposer une amélioration. (2 pts)
4. Si on remplace les fenêtres par du triple vitrage ($U = 1,0 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$), calculer les nouvelles déperditions totales et le pourcentage d'économie. (2 pts)
5. Calculer le coût de chauffage annuel (avant et après amélioration) pour 2 000 heures de chauffage à $0,18 \text{ €/kWh}$. (2 pts)

Exercice 2 – Problème ouvert : conception d'un showroom (10 points)

Un poseur de cuisines doit concevoir un showroom de 60 m^2 pour présenter des cuisines équipées. Le local est dans une zone commerciale, avec une grande façade vitrée (15 m^2) orientée plein sud.

1. En hiver (extérieur $2 \text{ }^\circ\text{C}$, intérieur $20 \text{ }^\circ\text{C}$), identifier les trois modes de transfert thermique impliqués dans les déperditions de la façade vitrée. Expliquer chacun. (3 pts)
2. En été (extérieur $35 \text{ }^\circ\text{C}$, intérieur $25 \text{ }^\circ\text{C}$), le soleil tape sur la façade vitrée. Quel mode de transfert cause la surchauffe ? Proposer des solutions. (2 pts)
3. Les murs latéraux sont en parpaing ($\lambda = 1,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, épaisseur 20 cm). Calculer leur résistance thermique $R = e/\lambda$. (1 pt)
4. Si on ajoute 10 cm de polystyrène ($\lambda = 0,035$) sur les murs, calculer la nouvelle résistance thermique totale. (2 pts)
5. Calculer le rapport entre les deux résistances. Par combien a-t-on amélioré l'isolation ? (2 pts)