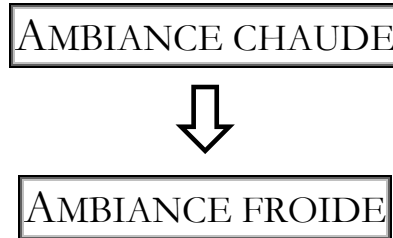


L'ISOLATION THERMIQUE

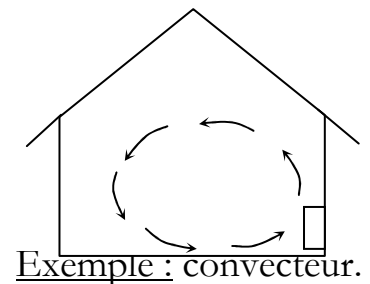
1 - LES PHENOMENES THERMIQUES

Les phénomènes thermiques se produisent par déplacement de chaleur :



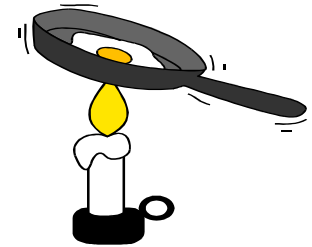
1 - 1 PAR CONVECTION :

L'air, au contact d'un corps chaud change de masse volumique et s'élève. Il est aussitôt remplacé par un air moins chaud, qui chauffé, s'élève à son tour.



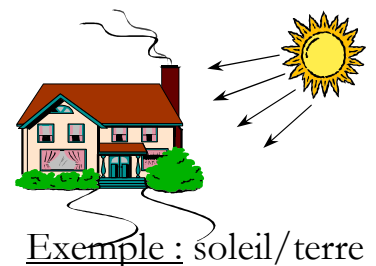
1 - 2 PAR CONDUCTION :

C'est la transmission de la chaleur au travers d'un solide, de molécules en molécules.



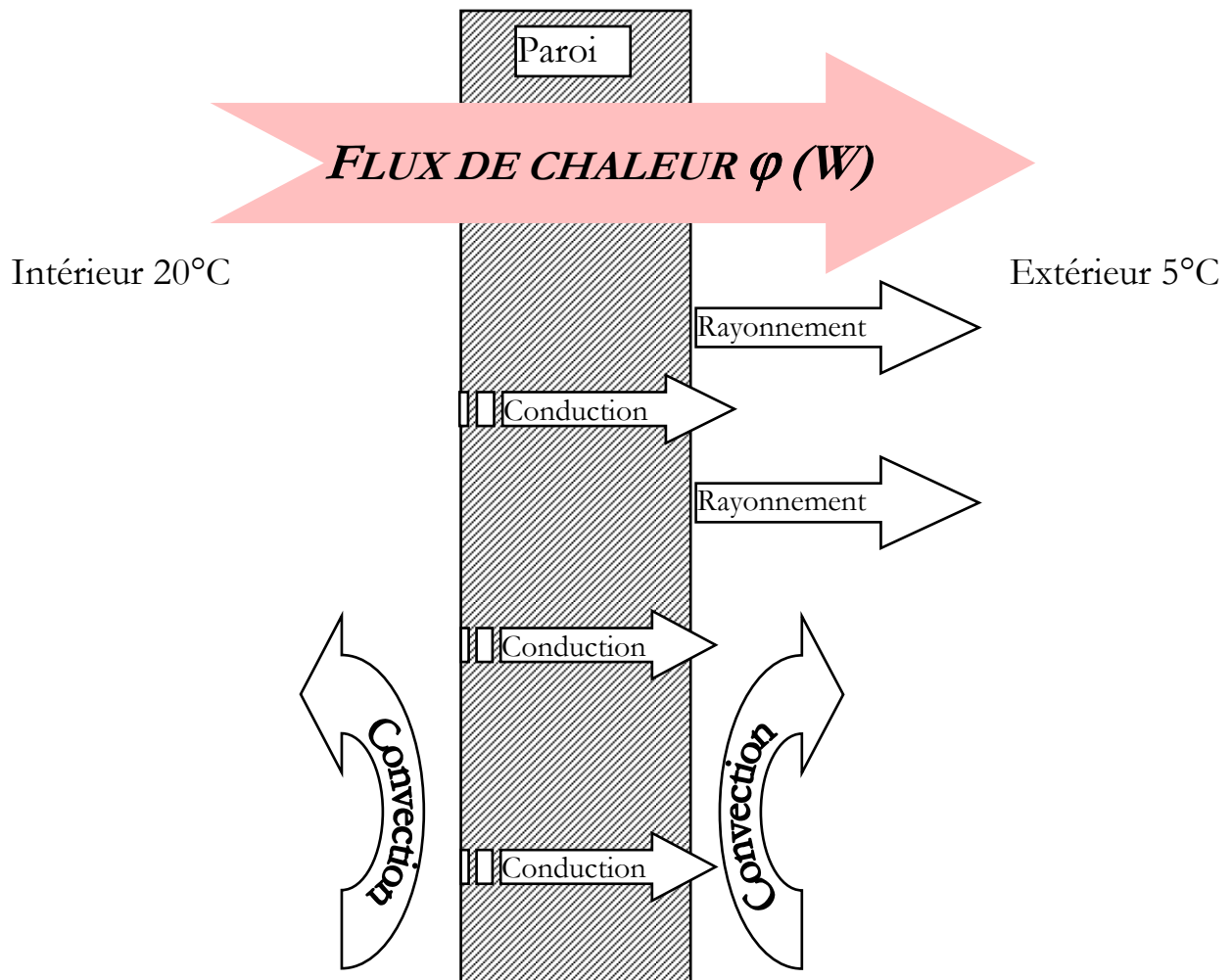
1 - 3 PAR RAYONNEMENT :

Tout corps chaud transmet sa chaleur à un autre corps sans qu'il y ait de contact entre eux.



Afin de limiter les échanges de chaleur, qui génèrent des déperditions, nous devons isoler les constructions.

Remarque : sur une paroi, on retrouve les trois phénomènes réunis.



2 - COMMENT ISOLER?

En créant une barrière:

- Efficace : opposer une bonne résistance au passage du flux de chaleur et à la migration de la vapeur d'eau.
- Economique : les frais occasionnés par l'isolation doivent être en rapport avec l'économie d'énergie qu'ils permettent de réaliser.
- Durable : les matériaux isolants ne doivent pas perdre leur propriété dans le temps.
- Uniforme : la mise en œuvre doit être réalisée avec rigueur afin de limiter au maximum les
- ponts thermiques

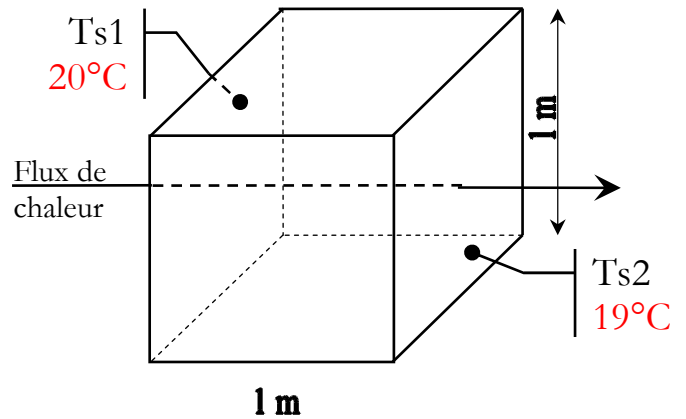
3 - 1 LA CONDUCTIVITE THERMIQUE :

Chaque matériau à son aptitude propre à laisser passer un flux de chaleur, c'est sa conductivité thermique.

DEFINITION : Le coefficient de conductivité thermique ou lambda (λ) d'un matériau définit la quantité de chaleur qui traverse un cube d'un mètre d'arête en une heure pour une différence de température de 1°C entre les faces opposées.

Le λ s'exprime en **W/m °C**
Watt/ par mètre/ degré celcius

Remarque : plus le λ est petit,
plus le matériau est isolant.



$T_{s1} - T_{s2} = 1^{\circ}\text{C}$ en 1 heure

* T_s : température superficielle

Tableau de valeur des λ de quelques matériaux usuels :

Désignation	Densité	λ en W/m °C	Désignation	Densité	λ en W/m °C
Terre cuite	2	1,15	Feuillus	0,6 à 0,75	0,23
Béton	2	1,4	Feuillus	0,45 à 0,6	0,15
Béton cellulaire	0,6	0,22	Résineux douglas	0,45 à 0,55	0,15
Mortier d'enduit	1,95	1,15	Résineux	0,3 à 0,45	0,12
Plâtre en plaque	0,82	0,35	Panneaux de fibres durs	0,85 à 1	0,2
Verre	2,7	1,15	Panneaux de particules	0,6	0,14
Plexiglas	1,25	0,2	OSB pin	0,45 à 0,55	0,12
PVC	1,35	0,2	CP peuplier et okoumé	0,35 à 0,45	0,12
Feutre bitumé	1,05	0,23	Laine de roche		
Aluminium	2,7	230	Mousse de polyuréthane	0,03	0,03
Acier	7,78	52	Laine minérale quelconque		0,065
Plomb	11,34	35	Liège expansé	0,15	0,043
Polystyrène extrudé	0,03	0,035			
Polystyrène expansé	0,014	0,043			
Laine de verre	0,016	0,038			

3 - 2 LA RESISTANCE THERMIQUE « R ».

DEFINITION : c'est la résistance qu'oppose un matériau au passage d'un flux de chaleur.

Si λ est la conductivité thermique pour 1m d'épaisseur, la résistance thermique de ce mètre est donc l'inverse, soit $1/\lambda$.

Si ce matériau a une épaisseur « e », sa résistance thermique est $R = 1/\lambda \times e$, soit :

$$\mathbf{R = e/\lambda, \text{ exprimé en } m^2 \text{ } ^\circ C / W}$$

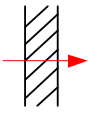
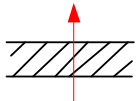
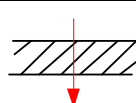
Par ailleurs, une paroi offre une résistance superficielle au passage de la chaleur, celle-ci est notée :

- ↳ rsi : résistance superficielle interne.
- ↳ rse : résistance superficielle externe.

Pour la résistance thermique globale d'une paroi, nous aurons donc :

$$\mathbf{R = rsi + r_1 + r_2 + r_3 + r_n + rse}$$

TABLEAU DES RESISTANCES SUPERFICIELLES DES PAROIS

Type de paroi	Angle formé avec l'horizontale	Sens du flux	Paroi extérieure			Paroi intérieure		
			rsi	rse	Σ	rsi	rse	Σ
	$> 60^\circ$	Horizontal	0,11	0,06	0,17	0,12	0,12	0,24
	$< 60^\circ$	Ascendant	0,09	0,05	0,14	0,1	0,1	0,2
	$< 60^\circ$	Descendant	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

3 - 3 LE COEFFICIENT DE TRANSMISSION CALORIFIQUE « U »

DEFINITION : Le coefficient U définit l'aptitude d'un matériau à se laisser traverser par un flux de chaleur et cela par m^2 de surface en 1 heure pour 1°C d'écart. il est appelé aussi « U » surfacique. Il s'exprime en $\text{W} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$U = 1 / R$$

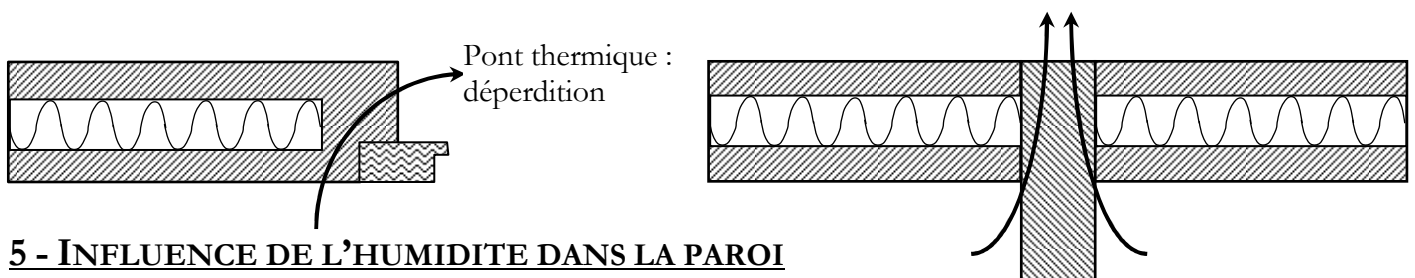
Remarque :

➡ **Plus « U » est petit, plus l'isolation est efficace.**

4 - PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE DES MATERIAUX ISOLANTS

Afin de rendre l'isolation la plus efficace possible, il conviendra, lors de la mise en œuvre d'éviter les ponts thermiques.

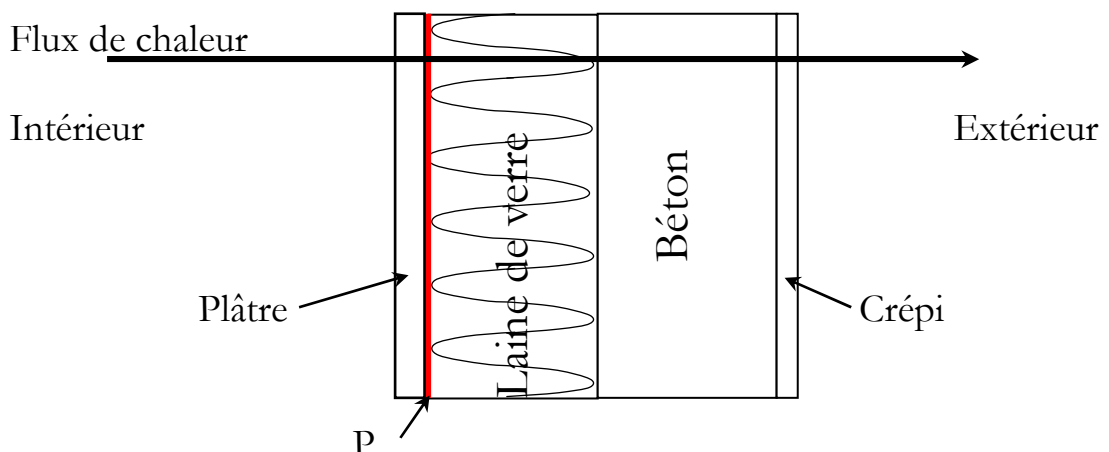
Pour avoir une bonne isolation U doit avoisiner $0.3 \text{ W} / \text{M}^2.\text{ } ^\circ\text{C}$



5 - INFLUENCE DE L'HUMIDITE DANS LA PAROI

Les matériaux composant une paroi doivent être secs. Le λ de l'eau étant de $0,6 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$, on comprend aisément que si les matériaux prennent l'humidité, leur performance isolante sera diminuée.

Afin d'éviter la migration de la vapeur d'eau dans la paroi, on ajoutera sur l'isolant un pare-vapeur, qui en Europe, se place toujours coté intérieur des parois extérieures d'une construction, opposé au flux de chaleur.



LAMES D'AIR

On distingue 2 types de lames d'air :

- Les lames d'air non ventilées, ayant pour fonction d'isoler thermiquement et dont les valeurs des résistances thermiques s'obtiennent dans le tableau suivant :

Epaisseur de la lame d'air (mm)	Résistance thermique R (m².K)/W		
	Flux ascendant	Flux horizontal	Flux descendant
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23
Les valeurs correspondent à une température moyenne de la lame d'air de 283K (10°C)			
Les valeurs intermédiaires peuvent être obtenues par interpolation linéaire			

- * Les lames d'air ventilées, ayant pour fonction d'isoler hydriquement, avec des calculs de résistances thermiques différents selon le taux de ventilation des lames d'air :

Lames d'air faiblement ventilées :

Résistance égale à la demi résistance de la même lame d'air non ventilée.

Lames d'air fortement ventilées :

Sur une paroi extérieure, on néglige la résistance thermique de tous les matériaux se trouvant à l'extérieur de la lame d'air, et on considère la paroi extérieure comme une paroi intérieure.

On effectue le calcul en considérant que le revêtement extérieur de la paroi est supprimé, mais que l'ambiance extérieure est en air calme. $K = 1 / (1/h_i + R_i + 1/h_i')$

Pour différencier les différentes lames d'air ventilées, il faut calculer la surface ventilée en coupe sur un mètre linéaire et comparer avec les références :

– **Parois faiblement ventilées :** $50\text{cm}^2/\text{m} < S/L < 150\text{cm}^2/\text{m}$

– **Parois fortement ventilées :** $S/L \geq 150\text{cm}^2/\text{m}$

En dessous de $50\text{cm}^2/\text{m}$ les lames sont considérées non ventilées.

