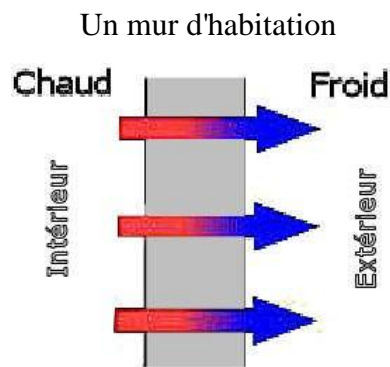
	Séquence 8	IT+I2D
	« Comment améliorer le comportement énergétique dans l'habitat ? »	
	Les déperditions thermiques dans le bâtiment	

Cours

1 LES MODES DE PROPAGATION DE LA CHALEUR :

1.1 La conduction :

La transmission de chaleur par conduction se fait à travers un ou plusieurs éléments en contact direct. Le flux thermique va toujours de l'élément chaud vers l'élément le plus froid.



Un Wok sur une plaque chauffante

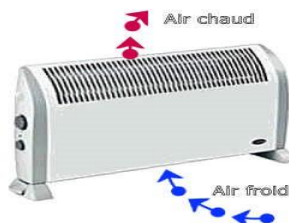


La quantité de chaleur qui se propage, dans un temps donné, est proportionnelle à la conductivité du matériau et à la différence de température entre les deux faces.

1.2 La convection :

La transmission de chaleur par convection se fait d'un corps solide vers un gaz (ou réciproquement).

Un convecteur électrique



Un Wok chaud vers l'air au-dessus



La quantité de chaleur qui se propage dépend de la différence de température entre les deux faces, de la vitesse de déplacement de l'air et de la surface de contact.

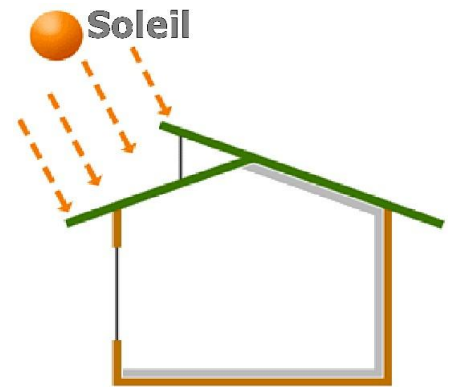
1.3 Le rayonnement :

La transmission de chaleur par rayonnement est le transfert de chaleur à travers un gaz ou dans le vide par rayonnement.

Dans le bâtiment, les trois modes de transmission de chaleur se combinent.

La transmission de chaleur de l'air ambiant à une paroi s'effectue en partie par rayonnement et en partie par convection.

A l'intérieur du mur, la chaleur progresse par conduction.

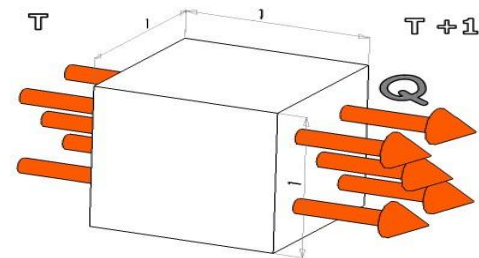


2 LA CONDUCTIVITE THERMIQUE :

La conductivité thermique est une grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert thermique par conduction.

Elle est notée " λ ", son unité est le : $W/(m.K)$ ou le : $W/(m.^{\circ}C)$. Cette grandeur permet de classer les matériaux entre eux.

Cette grandeur représente la quantité de chaleur " Q " traversant un cube d'un mètre carré de surface et d'un mètre d'épaisseur avec une différence entre les deux faces d'un degré dans un temps donné.



Chaque matériau possède une conductivité thermique propre.

Un matériau est considéré comme isolant si : $\lambda < 0,060 W/m.K$.

Conductivité de quelques matériaux :

Matériaux isolants	Vide	Isolant sous vide	Monomur terre cuite	Air non ventilé	Laine minérale	Polystyrène expansé (PSE)
$\lambda_{(W/m,K)}$	0,0022	0,005 à 0,015	0,12 à 0,14	0,025	0,032 à 0,040	
Matériaux	Sapin	Panneau OSB > 600 kg/m³	Panneau CTBH > 600 kg/m³	Panneau CP > 600 kg/m³	Bois feuillus > 600 kg/m³	Chêne
$\lambda_{(W/m,K)}$	0,12	0,13	0,18	0,21	0,21	0,23
Matériaux	Plaque Plâtre	Plâtre	Eau	Verre	Béton plein	Granit
$\lambda_{(W/m,K)}$	0,25	0,46	0,60	1,16	1,40	3,50

Matériaux conducteurs	Acier (Fer)	Zinc	Carbone	Aluminium	Cuivre
$\lambda_{(W/m,K)}$	52	116	129	230	380

Remarques :

L'eau est un matériau qui conduit la chaleur, il conviendra de " contrôler " sa présence dans les matériaux isolants.

3 LA RESISTANCE THERMIQUE :

3.1 Résistance thermique d'un élément homogène

La résistance thermique est la capacité d'un matériau à freiner le flux de chaleur. Elle est notée R tel que :

$$R = e/\lambda$$

e : épaisseur du matériau en: m

λ : Conductivité du matériau en $W/K^{\circ}m$

R : Résistance thermique en mk/W

 Nom ou marque distinctive Adresse déposée du fabricant 2 derniers chiffres de l'année d'apposition marquage CE NY certifié de conformité CE N1 EN de cette norme produit Identité du produit			
Organisme notifié n°XXXXXX code de désignation			
Euroclasse A2 S1d0	R m².K/W 1,35	λ W/m.K 0,038	épaisseur mm 50
m²/colis 3,60	pièces par colis 3	longueur mm 1200	largeur mm 1000
NOM PRODUIT XXXXXXXX NY contrôle + usine			
 ACE/MI 02/000/YYY/93 XXXXXXXX		En option : profil d'usage ISOLE certifié	
AT CSTB NY XX/YY-ZZZZ			
Nom ou marque commerciale			

3.2 Résistance thermique d'une paroi

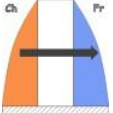


Pour déterminer la résistance thermique de la paroi, nous devons tenir compte de la résistance thermique de chaque matériau constituant cette paroi.

Pour tenir compte des échanges de chaleur par convection, nous devons tenir compte aussi de la résistance thermique superficielle intérieure et extérieure de la paroi (R_{si} et R_{se}).

La résistance thermique totale d'une paroi sera alors égale à la somme de toutes les résistances thermiques des éléments constituant la paroi (au point étudié).

$$R_{\text{totale}} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se}$$

Tableau des valeurs de $R_{s..}$:

Sens de flux	Paroi donnant sur l'extérieur			Paroi donnant sur un local non chauffé		
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Horizontal 	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,26
Ascendant 	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
Descendant 	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34

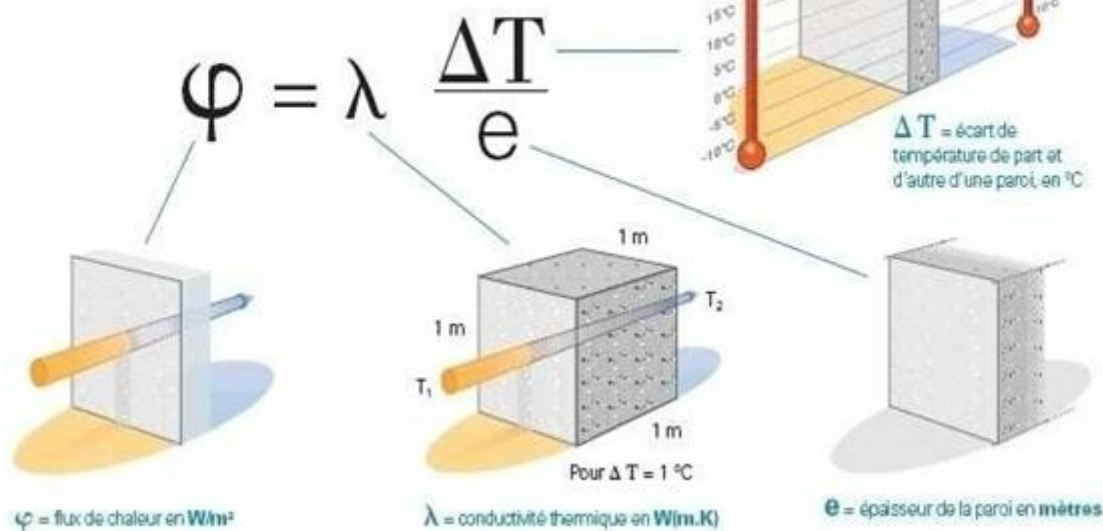
4 LE COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE :

Ce coefficient permet de définir les performances thermiques dans le bâtiment en évaluant la quantité de chaleur qui traverse une paroi homogène. Il est noté " U " ; son unité est le $W/m^2.K$.

$$U = 1 / R_{\text{totale}}$$

4.1 Le flux de la chaleur :

La loi fondamentale de Fourier, régissant le flux de chaleur φ (phi) dans une paroi homogène, s'exprime par la formule :



Le flux de chaleur représente la quantité d'énergie (au plutôt la puissance) passant par une paroi [en W].

Pour généraliser la formule, on considère que Φ représente les flux passant par l'ensemble des parois d'un bâtiment. Il s'agit des déperditions conductives totales.

$$\Phi = \sum (U_i S_i \Delta T)$$

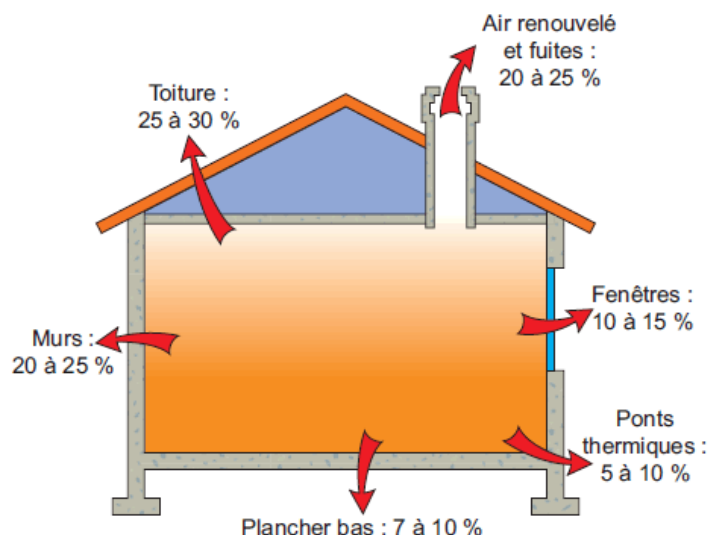
U_i : Coefficient de transmission thermique de la paroi ;

S_i : Surface de la paroi

ΔT : Différence de température entre l'intérieur et l'extérieur [en K° ou °C] ; $\Delta T > 0$ $\Delta T = T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}$ (en hiver)

5 DEPERDITIONS THERMIQUES

Pour pouvoir améliorer l'isolation de la construction d'une habitation non isolée, il faut connaître les parties les plus " dépensières " en énergie.



Répartition des déperditions thermiques dans une maison mal isolée –

5.1 Les températures de bases – Intérieure

Le décret 88-319 du 5 avril 1988 en vigueur fixe à 18°C la température résultante ambiante, toutefois le CCTP du bâtiment peut fixer des températures différentes d'une pièce à l'autre.

Locaux types	t°int de base
- Hôpitaux (en général, et locaux analogues) - Salons d'habillage - Salles d'eau, salles de douches	21°C
- Locaux d'habitation courants, chambres d'hôtels - Bureaux - Classes, salles de cours et de conférence - Cafés, cafétérias, restaurants	19°C
- Magasins, musées (vêtements d'extérieur conservés)	17°C
- Eglises, cultes (vêtements d'extérieur conservés) - Cuisines professionnelles - Gymnases - Ateliers d'activité physique modérée	15°C
- Ateliers d'activité physique assez intense	12°C
- Locaux de manutention lourde	10°C
- Garages chauffés (vêtements extérieurs conservés)	5°C

6 BESOIN DE CHAUFFAGE

Le besoin en chauffage, B_{ch} [en KWh/an], est une donnée très importante dans les calculs des besoins énergétiques et dans le bilan énergétique du bâtiment.

$$B_{ch} = (Dep_{\text{totales}} \cdot 24 \cdot DJU \cdot i \cdot Coef_{EP}) / (\eta \Delta T) - A_{\text{perso}} - A_{\text{solaire}}$$

Avec :

Dep_{totales} : Déperditions totales du bâtiment tel que :

$$Dep_{\text{totales}} = Dep_{\text{cond}} + Dep_{PT} + Dep_{\text{aero}} \text{ [en KW]}$$

DJU : Degré Jour Unifié : écarts entre la température seuil de 18°C et la température extérieure moyenne de la journée, sur une année. Cette valeur permet de quantifier le nombre de degrés d'écart afin de connaître la quantité de chauffage à mettre en œuvre (des documents donnent les DJU en fonctions des agglomérations) [en °C] .

i : coefficient d'intermittence, on considère généralement $i=1$ pour les logements.

Coef_{EP} : Coefficient d'énergie primaire du bâtiment. En fonction du type d'énergie utilisée, pour l'énergie Coef_{EP} = 2,58 (coefficient élevé car traduisant les pertes liées à la production et à la distribution) et pour toutes les autres énergies Coef_{EP} = 1.

η : rendement de l'installation.

ΔT : Différence de température entre l'intérieur et l'extérieur [en °C].

A_{perso} : Apports gratuits liés aux usagers [en KW/an]

A_{perso} = apports par personnes x nombres de personnes x durée de chauffages (car ces apports ne sont intéressants qu'en hiver). On considère 100W en moyenne par adulte et 50W par enfant au repos.

A_{solaire} : Apports gratuits liés au soleil en [KW/an]

A_{solaire} = apport par vitrage x surface de vitrage [kWh/an], on considère généralement au sud un apport 200kWh/m².an. Ces valeurs sont des moyennes françaises, les valeurs réelles dépendent donc de la position géographique exacte du bâtiment, des facteurs de transmission du vitrage et d'autres paramètres.