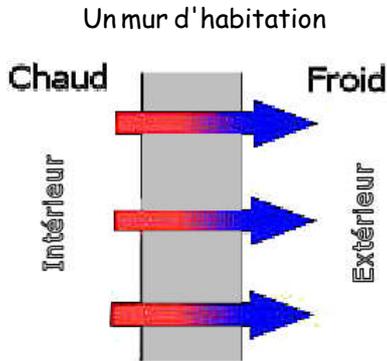


La thermique dans le bâtiment

I] Les modes de propagation de la chaleur :

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

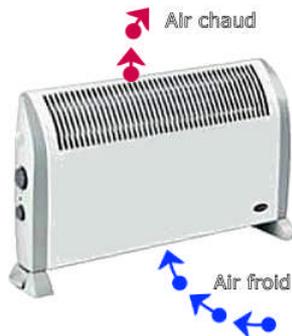


La quantité de chaleur qui se propage, dans un temps donné, est proportionnelle à la conductivité du matériau et à la différence de température entre les deux faces.

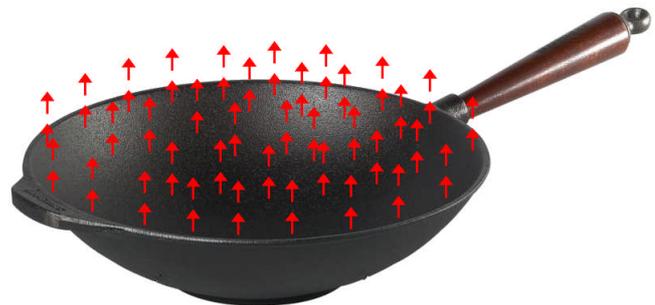
La convection :

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

Un convecteur électrique



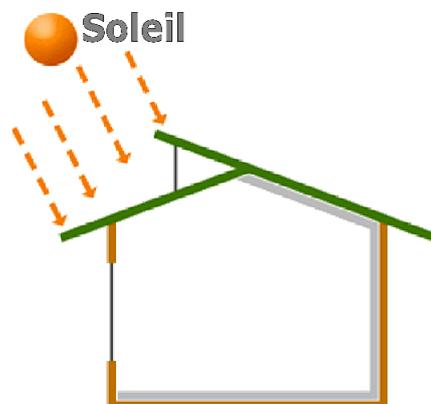
Un Wok chaud vers l'air au dessus



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.

Le rayonnement :

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



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.

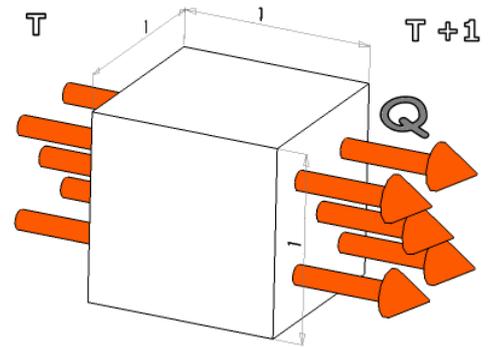
II] La conductivité thermique :

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. °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 :

Matériau isolant	Vide	Isolant sous vide	Monomur terre cuite	Air non ventilé	Laine minérale	Polystyrène expansé (PSE)
λ (W/m.K)	0,0022	0,005 à 0,015	0,12 à 0,14	0,025	0,032 à 0,040	
Matériau	Sapin	Panneau OSB > 600 kg/m ³	Panneau CTBH > 600 kg/m ³	Panneau CP > 600 kg/m ³	Bois feuillus > 600 kg/m ³	Chêne
λ (W/m.K)	0,12	0,13	0,18	0,21	0,21	0,23
Matériau	Plaque Plâtre	Plâtre	Eau	Verre	Béton plein	Granit
λ (W/m.K)	0,25	0,46	0,60	1,16	1,40	3,50
Matériau conducteur	Acier (Fer)	Zinc	Carbone	Aluminium	Cuivre	
λ (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, (perte de caractère isolant : $\lambda = \lambda_0 \times e^{(0,08 \times h\%)}$).

L'air (non ventilé) est un bon isolant.

III] La résistance thermique :

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

Pour les matériaux homogènes, la résistance thermique est :

$$R = e / \lambda$$

e : épaisseur du matériau en : **m** ;

λ : conductivité du matériau en : **W/m.K**.

R : résistance thermique en : **m².K/W**

L'intérêt de cette grandeur est qu'elle dépend de l'épaisseur du matériau (contrairement à la conductivité thermique).

C'est cette valeur qui sera portée sur les produits isolants manufacturés

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

Résistance thermique d'une paroi :

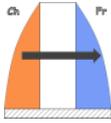
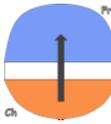
Pour déterminer la résistance thermique de la paroi, nous devons tenir compte de la résistance thermique de chaque matériau constituant cette paroi.

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).

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

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

IV] 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 $W/m^2.K$.

Le coefficient de transmission thermique est :

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

VJ Réglementation Thermique 2012 - Coefficient " Bbio " :

Dans la réglementation thermique RT 2012, le coefficient qui permet de qualifier un bâtiment est le coefficient " Bbio " (voir cours RT 2012).

Il tient compte de :

- des déperditions surfaciques et linéiques des parois opaques,
- des déperditions par les baies,
- l'inertie thermique,
- des apports solaires,
- de l'impact des protections solaires et de leur mode de gestion,
- des scénarios d'occupation (conventionnel) et apports internes dus aux occupants,
- des autres apports internes,
- des apports par des dispositifs passifs non séparables du bâti (serres, vérandas, parois pariéto-dynamiques),
- des infiltrations d'air par les défauts de perméabilité de l'enveloppe,
- des déperditions par renouvellement d'air (calculées sur une base conventionnelle établie sur une moyenne constatée dans les bâtiments BBC),
- d'un accès à l'éclairage naturel des locaux.

Les deux premiers points ci dessus correspondent au coefficient " Ubât " de la réglementation thermique RT 2005. Ce coefficient se calcule toujours de la même manière.

Toutefois, l'outil informatique s'avère indispensable pour la RT 2012.

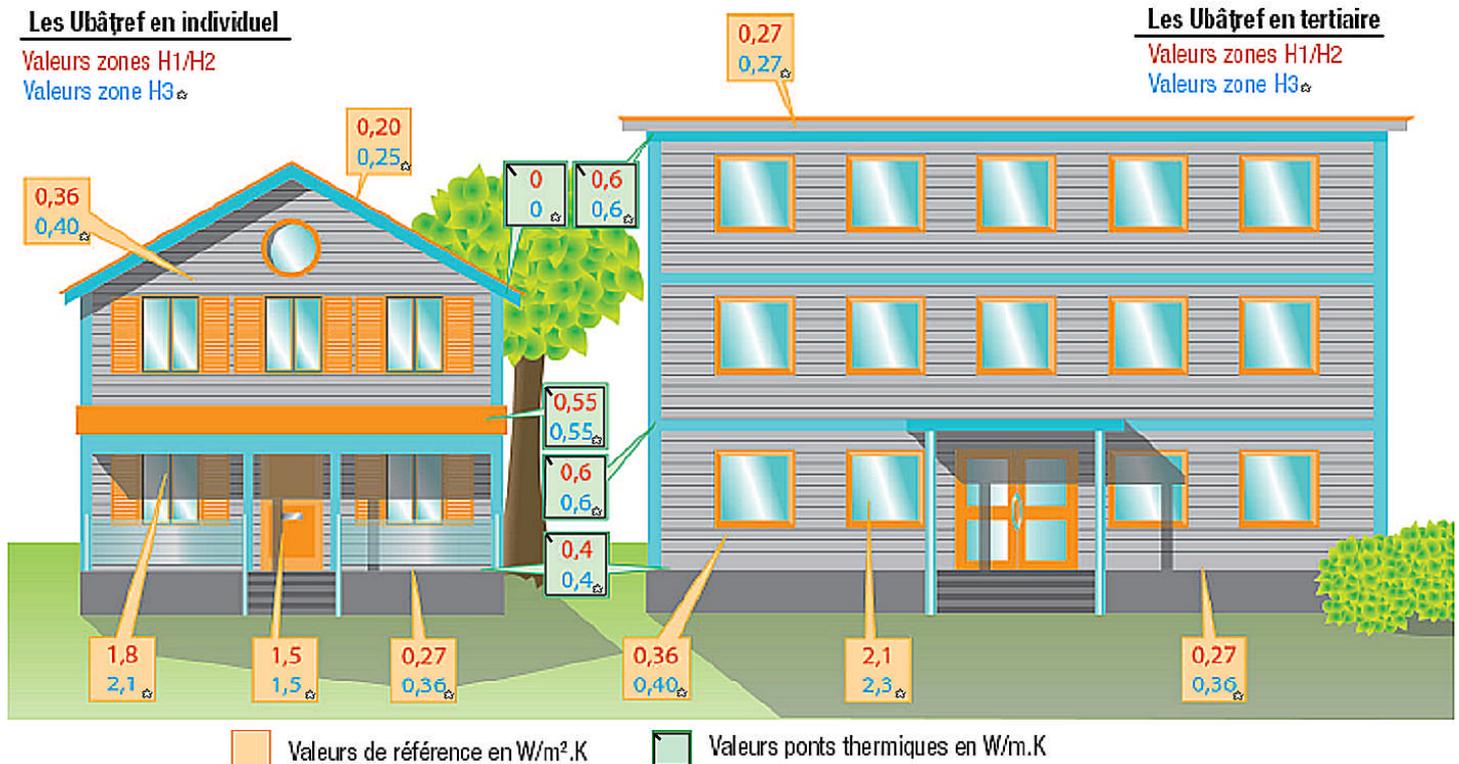
VIJ Réglementation Thermique 2005 - Coefficient " Ubât " :

Dans la RT 2005, les déperditions des parois et des baies sont calculées avec le coefficient " Ubât ".

Ensuite, il faut le comparer avec la valeur de référence " Ubât,ref " pour vérifier le respect de la réglementation.

Dans le cas d'un dépassement de la valeur " Ubât,ref " , il existe des valeurs limites " Ubât,max " appelées aussi valeurs " garde fou ".

RT 2005 - Valeurs Ubât,ref :



RT 2005 - Valeurs Ubât,max :

Parois	Ubât, max W/m².K	Parois	Ubât, max W/m².K
Mur en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45	Plancher bas sur vide sanitaire ou sur local non chauffé	0,40
Plancher haut en béton ou en maçonnerie	0,34	Plancher bas donnant sur un parking collectif ou sur un terre plein	0,36
Autres planchers hauts (combles, rampants, ...)	0,28	Fenêtre - Porte fenêtre prises nues	2,60

Les ponts thermiques :

Un pont thermique est une partie de l'enveloppe du bâtiment où la résistance thermique est modifiée de façon sensible par :

- la pénétration totale ou partielle de l'enveloppe du bâtiment par des matériaux ayant une conductivité thermique différente.

Ex : Les systèmes d'attaches métalliques qui traversent une couche isolante.

- une différence d'épaisseur des matériaux se traduisant par un changement local de la résistance thermique.

- une différence entre les aires des surfaces intérieures et extérieures comme il s'en produit aux liaisons entre parois.

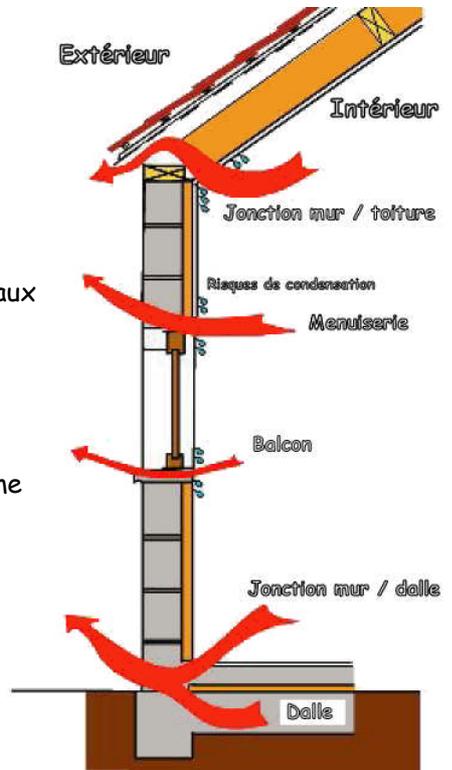
Il existe deux types de ponts thermiques :

- les ponts thermiques linéaires caractérisés par un coefficient linéique Ψ exprimé en W/m.K.

Ex : Liaison entre une paroi verticale et la toiture ou liaison entre deux murs.

- les ponts thermiques ponctuels caractérisés par un coefficient ponctuel χ exprimé en W/K.

Ex : Liaison entre un écarteur et la face intérieure de la vêtue.



VII] Déperditions thermiques :

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

