

# LES DEPERDITIONS

---

LA METHODE DU « U »

# Les déperditions

- Pour déterminer la puissance d'une chaudière ainsi que sa consommation en combustible, la détermination des déperditions est indispensable.
- Cas d'un bâtiment neuf...
- Il est impératif de calculer les déperditions sur la base « RT 2005 » et bientôt sur la base de la « RT2012 » à partir de cette même année.

- Pour maintenir un local à une température déterminée il faut apporter à l'intérieur de celui-ci la même quantité de chaleur qu'il n'en sort. Il suffit donc de calculer les déperdition en  $VV$
- Afin de connaître les besoins de chaleur de ce local en fonction des conditions climatiques « extrêmes » du lieux étudiés. Cette grandeur correspond à la fuite thermique (puissance) des parois d'un local du à la différence des températures entre l'intérieur et l'extérieur.



# Différents types de déperditions:

- A. Déperditions surfacique (parois)
- B. Déperditions linéiques (liaisons entre parois)
- C. Déperditions par renouvellement d'air (ventilation )



# A. Déperditions surfaciques

- Les déperditions surfacique se calculent par la formule :

$$U \cdot A \cdot (\Theta \text{ int} - \Theta \text{ ext}) \text{ en } [VV]$$

- $U$  = Coefficient de transmission surfacique en  $VV/m^2 \cdot K$
- $A$  = Surface de la paroi étudiée en  $[m^2]$
- $(\Theta \text{ int} - \Theta \text{ ext})$  = Ecart de température intérieur extérieur de la paroi en Kelvin

# Déperdition de chaleur surfacique

- Le transfert à travers la parois s'effectue selon trois mécanismes distincts:
  - Par Conduction (1)
  - Par Convection (2)
  - Par Rayonnement (3)



# 1) La Conduction

- C'est le passage de la chaleur au travers du corps lui-même. La notion de résistance thermique (R) traduit la capacité d'une paroi à transférer de l'énergie et s'exprime en fonction de l'épaisseur et de la conductivité thermique du matériau.
- Plus la valeur du « R » est élevé moins la parois laissera passer de l'énergie

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (\text{En m}^2 \cdot \text{K/vv})$$

$\lambda$  = La conductivité thermique du matériau en vv/m.k

$e$  = Epaisseur de la paroi en mètres.

# Echelle des valeurs de $\lambda$ ( $\text{W m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

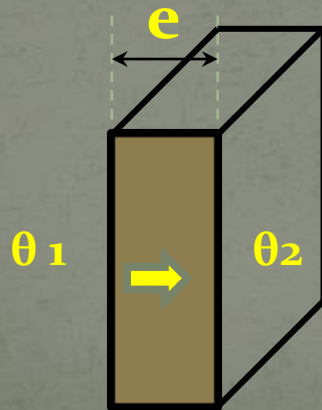
Matériaux « Conducteurs »	Cond Th [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]	Matériaux « Isolants »	Cond Th [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]
Granite	3.00	Bois naturel	0.230
Pierre Froide ( marbre)	2.90	Plâtre haute densité	0.500
Pierre tendre	1.00	Plaque de plâtre	0.350
Béton plein	1.75	Fibre minérale (LV / LR)	0.040
Pierre meulière	1.80	Béton cellulaire	0.270
Enduit de ciment	1.15	Panneau particule bois	0.140
Ardoise	2.10	Polystyrène expansé	0.039
Terre cuite	1.15	Polystyrène extrudé	0.033
Polycarbonate alvéolaire	2.00	Polyuréthane expansé	0.030
Verre	1.15	Caoutchouc	0.400
Aluminium	230.00	Liège comprimé	0.100
Acier	52.00	Plexiglas	0.190
Fonte	56.00	Air	0.028
Cuivre	380.00	Eau	0.660



- Pour une paroi simple (matériau homogène sur toute son épaisseur)

$$\text{Flux surfacique} = \frac{e}{\lambda} (\theta_1 - \theta_2) \text{ [ en } \text{W/m}^2 \text{]}$$

- $(\theta_1 - \theta_2)$ : écart de température entre les faces de la paroi en Kelvin
- $e$  = épaisseur de la paroi en mètres
- $\lambda$ : Conductivité thermique de matériau en  $\text{W/m} \cdot \text{K}$  (qui ne dépend que de ce matériau et de son épaisseur).



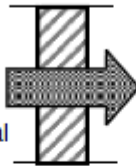
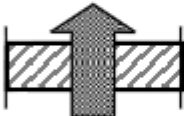
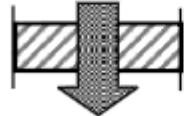
## 2) La Convection

- C'est le phénomène de transmission de chaleur , dû au mouvement d'un fluide à une certaine température en contact avec une surface à une température différente.
- La notion de coefficient de convection « Hc »( en  $\text{W/m}^2/\text{K}$ ) caractérise l'aptitude plus ou moins élevé de la paroi à échanger de la chaleur par convection et rayonnement.

$$h_c = \frac{1}{R_{si} + R_{se}}$$

- Voir diapositive suivante...

# Résistance superficielle en $m^2 \cdot k/vv$

Paroi donnant sur : - l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert <sup>(2)</sup>	$R_{si}$ $m^2.K/W$	$R_{se}^{(1)}$ $m^2.K/W$	$R_{si} + R_{se}$ $m^2.K/W$	Parois en contact avec : Un autre local chauffé ou non un comble ou un vide sanitaire		
Paroi verticale inclinaison $\geq 60^\circ$  Flux horizontal	0,13	0,04	0,17	0,13	0,13	0,25
Flux ascendant  Paroi horizontale inclinaison $< 60^\circ$	0,10	0,04	0,14	0,10	0,10	0,20
Flux descendant 	0,17	0,04	0,21	0,17	0,17	0,34
<p>(1) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, <math>R_{se}</math> s'applique des deux côtés.</p> <p>(2) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à <math>0,005 m^2/m^3</math>. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.</p>						



- Pour une paroi donnée...

- Flux surfacique =  $\frac{e}{\lambda} (\theta_1 - \theta_2)$  [ en  $\text{W/m}^2$  ]

- $(\theta_1 - \theta_2)$ : Ecart de température entre les 2 face de la paroi en Kelvin

- $e$  : épaisseur de la paroi en mètre

- $\lambda$ : Conductivité thermique du matériau en  $\text{W/m} \cdot \text{K}$  (qui ne dépend que de ce matériaux et non de son épaisseur)



### 3) Rayonnement

- Qui peut se transmettre d'un corps chaud à un corps froid sans nécessiter de support matériel (Exemple: le rayonnement solaire)
- Il existe deux sortes de rayonnement :
  1. De courte longueur d'onde visible : soleil, appareil d'éclairage...
  2. De grande longueur d'onde invisible: les infrarouges

$$\text{Flux surfacique} = h_r (\theta_1 - \theta_2) \text{ en } \text{W/m}^2$$

**$\theta_1 - \theta_2$** : Ecart de température entre les deux faces de la paroi en Kelvin

**$h_r$** : Coefficient de rayonnement en  $\text{W/m}^2$

# Coefficient de transmission surfacique

- L'ensemble des phénomènes (conduction, convection, rayonnement) est matérialisé par un coefficient de transmission « U ». Exprimé en  $\text{W/m}^2$
- D'où la formule suivante:

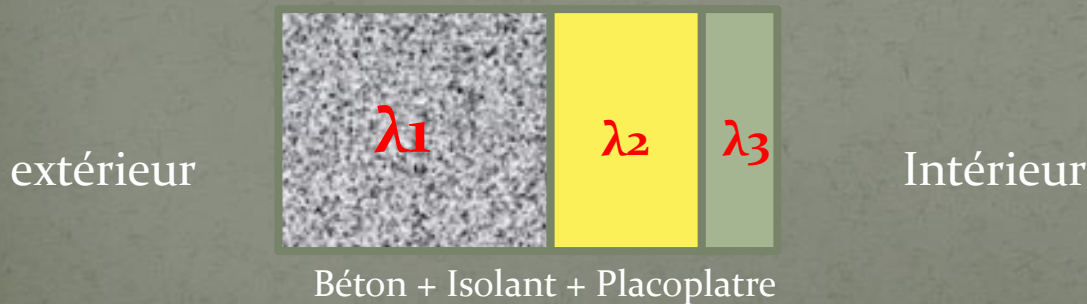
$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

- **$R_{si}$  &  $R_{se}$**  : Résistance superficielles d'échange par convection respectivement sur l'extérieur et l'intérieur en  $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
- **$\lambda$**  : Coefficient de conductivité thermique
- **$e$**  : Epaisseur de la matière traversée en m



- Dans le cas d'une paroi complexe, la résistance totale au passage du flux thermique sera la somme des résistance des différents matériaux. Dans la majorité des cas, seule la conduction sera influencée, ce qui nous conduit à donner une expression plus générale du coefficient.  $\lambda \lambda$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$



- Pour les ouvrants, la composition est souvent complexe avec des structures composées de bois, d'aluminium, d'acier, de verre et d'isolant. Pour ces éléments de construction, le fabricant doit indiquer la valeur de la résistance thermique totale.

Châssis	Vitrage	Lame d'air (mm)	U[VV/m <sup>2</sup> .K]
BOIS	Simple	0	5.00
	Double	12	2.90
	Double	16	2.70
METAL	Double	10	4.50
ALUMINIUM	Double	12	3.00
PVC	Simple	12	2.00
	Double	12( argon)	1.50
	Triple	2X12	3.50
PORTE D'ENTREE	Sans isolation isolée		3.50
			1.80

- **Exemple:** Calculer le coefficient de transmission « U » d'une paroi verticale donnant sur l'extérieure, en béton de 16cm, avec une isolation de 0.4 cm de laine de roche avec :
- $\lambda$  béton= 2.00 vv/m . K
- $\lambda$  laine de roche =0.04 vv/m . K

Matériau	Epaisseur	Conductivité	Résistance
Béton	0.16	2.00	0.08
Laine de roche	0.04	0.04	1
Résistance superficielle paroi verticale sur l'extérieur			0.170
Résistance totale de la paroi			1.25

$$U = \frac{1}{1.25} = 0.80 \text{ VV/m}^2 \cdot \text{K}$$



## B) Déperdition linéiques

- Les déperditions linéique se calcul avec une formule données.

$$\Psi \cdot I \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}})$$

- $\Psi$  : Coefficient de transmission linéique (Psi) en  $\text{VV} / \text{m} \cdot \text{K}$
- $I$  : Linéaire en mètre
- $\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}$  : Ecart de température intérieur / extérieur de la paroi en K

Position de l'isolant	Plancher traversant	Plancher non traversant
Mur sans isolation	0.06	0.00
Mur à isolation intérieur	0.06	0.00
Mur à isolation extérieur	0.00	0.00

		Fenêtre au nu intérieur	Fenêtre au nu intérieur
Murs à isolation intérieure		0.00	Voir murs non isolés
Murs à isolation Extérieure		Voir murs non isolés	0.00
Murs non isolés	0 < surface fenêtre <= 2cm <sup>2</sup>	0.40	0.50
	2 < surface fenêtre <= 4cm <sup>2</sup>	0.30	0.040
	4 < surface fenêtre <= 9cm <sup>2</sup>	0.20	0.30
	surface fenêtre > 9m <sup>2</sup>	0.10	0.20
Tous pont thermique avec plancher ou plafond			0.00

# C) Déperdition Renouvellement d'air

- L'air extrait par l'extraction mécanique, par ventilation naturelle du local, (détalonnage et ventilation fenêtre...) induit un apport d'air neuf venant directement de l'extérieur .
- Cet air est admis à la température régnant à l'extérieur du local, il doit par conséquent être réchauffé pour atteindre la température du local.
- Le calcul de ces déperditions se fait à l'aide de la formule réglementaire ci-dessous:

$$0.34 \times Q \times (\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}) \text{ en VV}$$

**Q**: Débit par renouvellement d'air en M<sup>3</sup>/h

**0.34**: Chaleur volumique de l'air en VV h/m<sup>3</sup> . K

**( $\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}$ )**: Ecart de température intérieur/ extérieur de la paroi en K



- **Ventilation mécanique:**

- Le débit d'air neuf est égal au débit d'air extrait dans les constructions neuves équipées d'une VMC ou double flux. ( ce débit correspond à environ 1 volume par heure des pièces principales, soit environs 0.50 volume par heure du logement ou 1.25 fois la surface habitable.
- *Nota : il y a lieu d'ajouter normalement les pertes dues à la perméabilité des ouvrants ( voir ci après , les fenêtres améliorées)*

- **Ventilation naturelle:**

- Le débit d'air neuf peut être estimé à environ 0.75 volume par heure du logement. Il s'agit d'un ratio qui tient compte du débit d'air introduit au niveau des orifices en façade, par infiltration à travers les ouvrants et par les ouvertures de portes ou de fenêtre( des calculs plus précis peuvent être effectués pour mieux connaître ce débit: ( voir ci après)

- Le tableau ci-dessous donne quelques ordre de grandeur des débits de ventilation exprimés en m<sup>3</sup>/h selon le nombre de pièce du logement et de la composition en terme de pièce

Nb Pièces	Cuisine	Salle de Bain	VVC	Autre VVC ou Salle de Bain
1	75	15	15	15
2	90	15	15	15
3	105	30	15	15
4	120	30	30	15
5 et +	135	30	30	15

- Infiltration par les portes:

- -Mal calfeutrées :  $Q [m^3/h] = \text{surface porte } [m^2] \times 8$
- Calfeutrées :  $Q [m^3/h] = \text{surface porte } [m^2] \times 2$

- Infiltration par les orifices

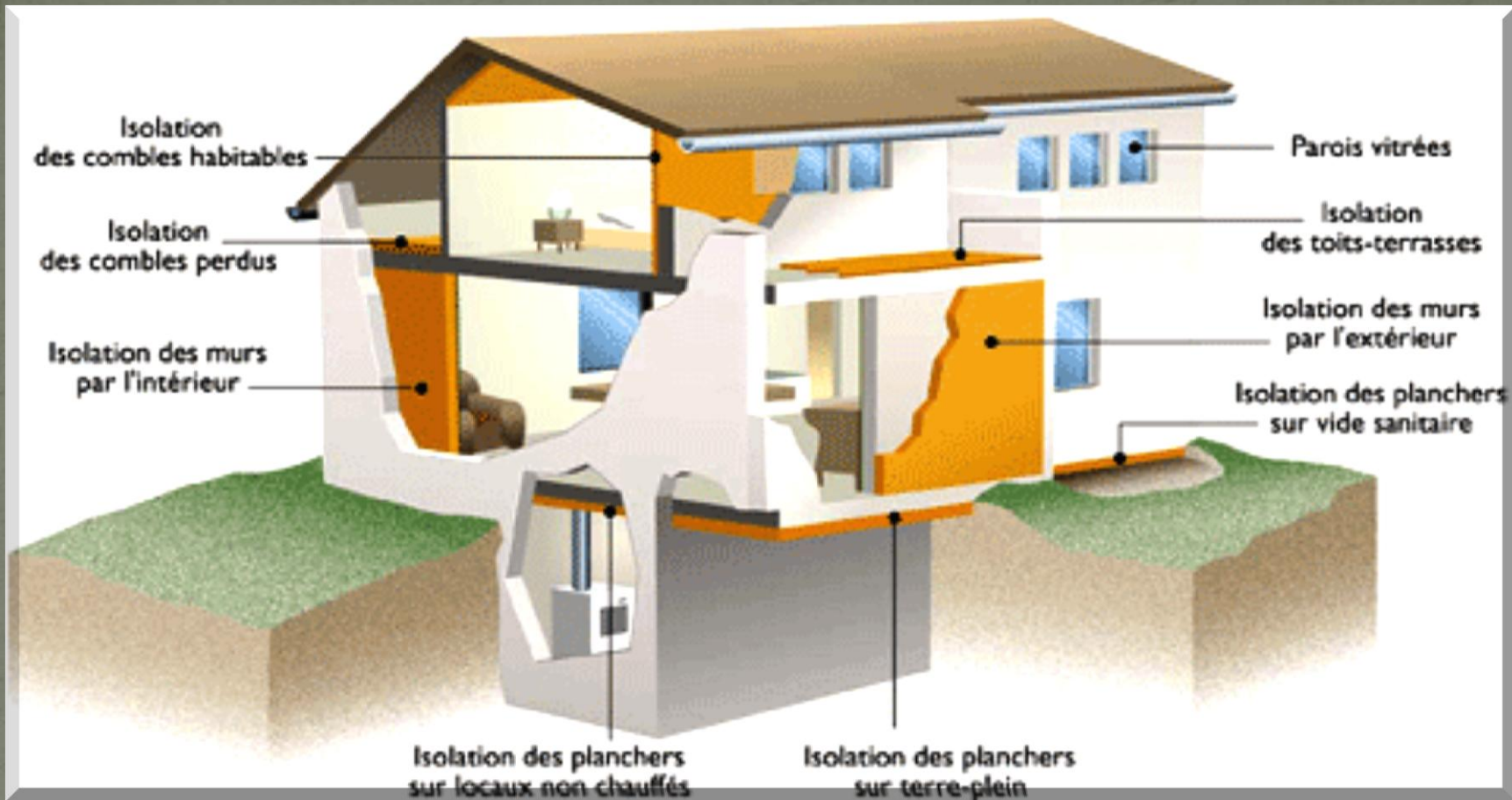
- $Q [m^3/h] = \text{surface orifice } [m^2] \times 3000$

- Infiltration par les fenêtres

- $Q [m^3/h] = \text{surface ouvrante fenêtre } [m^2] \times \text{coefficient}$

Catégorie de fenêtre	<b>Zone 1</b> Iles et sommets en altitude	<b>Zone 2</b> cote et plateau dégagés	<b>Zone 3</b> ville et zone suburbaine
Incertaine	7.5	6.4	5.9
Normale	3.4	2.9	2.7
Amélioré	1.5	1.3	1.2
Renforcé	0.6	0.5	0.45





# FIN