

COURS THERMIQUE BATIMENT

Année 2020/2021

Préparé et présenté par : Dr ZITOUNI. S

Introduction

Afin d'améliorer la performance énergétique d'un bâtiment, il est nécessaire d'augmenter le nombre des données d'entrée de la méthode de calcul du besoin énergétique du bâtiment. Dans la méthode actuelle de calcul des consommations conventionnelles des bâtiments,

Les données de calcul conventionnel sont relativement détaillées sur le paramètre isolation, mais sont limitées sur d'autres paramètres influents comme l'efficacité des systèmes de chauffage, la ventilation, les apports solaires et lumineux, l'orientation et les surfaces vitrées.

Dans le présent cours nous présenterons l'influence de chaque paramètre sur les performances énergétique du bâtiment, comme l'isolation, le chauffage, la ventilation, les apports solaires et lumineux, l'orientation et les surfaces vitrées.

C'est toute une gestion technique du bâtiment qui est nécessaire pour une bonne performance énergétique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels de réglementation thermique.

Chapitre 2 : Thermique de l'enveloppe des bâtis

Chapitre 3 : Calcul des échangeurs.

Chapitre 4 : Combustibles, combustion, chaudières, évacuation.

Chapitre 5 : Consommations : méthodes.

Chapitre 6 : Chauffage central à eau chaude, par air chaud, par vapeur basse pression, distribution de fluides sous pression.

Chapitre 7 : Gestion technique du bâtiment.

Chapitre 8 : Systèmes domotiques.

Chapitre 1 : Rappels de réglementation thermique.

Introduction :

La première réglementation thermique date de 1974 (RT 1974), Elle fait suite au **premier choc pétrolier** de 1973 Elle ne s'appliquait qu'aux bâtiments neufs d'habitation, imposant une isolation des parois et une régulation des systèmes de chauffage.

Ces règlements sont périodiquement avec a chaque fois de nouvelles restrictions comme la rénovation des chaudières, l'isolation intérieure et extérieure des bâtiment neuf ou ancien, l'utilisation des énergies renouvelables etc..

Le but et l'objectif de ces règlements est que le bâtiment étudié doit être plus performant que le bâtiment de référence, c'est-à-dire être mieux isolé et consommer moins d'énergie.

- Niveau d'isolation :

Il est caractérisé par la quantité d'énergie thermique traversant les parois déperditives (murs, plancher bas et plafond) lorsque l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment vaut $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, par unité de temps et rapportée à la surface d'enveloppe du bâtiment. ($U_{bât}$ en $\text{W/m}^2\text{K}$)

Enjeux techniques

L'enjeu techniques de ces règlements est l'élimination des ponts thermiques afin d'avoir une bonne isolation thermique.

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue ou diminuée comme les joints de portes et fenêtres, la jonction entre le mur et la dalle, la jonction entre deux murs etc..

À cause de cette diminution de l'isolant, la température à la surface de la paroi peut être nettement inférieure à celle de l'air ambiant. Cette baisse de la température de surface peut être accentuée si des défauts d'étanchéité à l'air sont également présents. Cette différence de température peut créer de la condensation sur ces parois froides et on peut observer l'apparition de moisissures due à cette condensation à l'intérieur des locaux.

Isolation thermique intérieure

l'un des moyens est la pose de rupteurs de ponts thermiques entre les jonctions dalle/mur extérieur, dalle/balcon et mur de refend/mur extérieur. Il s'agit d'un dispositif structurel permettant d'offrir une complète isolation à une structure.

Isolation thermique extérieure

consiste à couvrir l'ensemble du bâtiment d'une enveloppe isolante qui permet de diminuer fortement les ponts thermiques dus au planchers intermédiaires, comme la pose de plaques isolantes fixées directement sur les façades extérieures.

Recours aux énergies renouvelables

Dans le but de répondre à l'objectif des 20 % d'énergie renouvelable d'ici 2020, ainsi que de diminuer la production de gaz à effet de serre, la RT2012 impose l'utilisation d'au moins une énergie dite renouvelable pour la construction de la maison particulière. Il peut s'agir :

- du raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par des énergies renouvelables,
- de capteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire,
- de panneaux photovoltaïques pour la production d'électricité,
- de l'utilisation de pompes à chaleur en chauffage ou eau chaude sanitaire (chauffe eau thermodynamique),
- de chaudière ou poêle à bois,
- de chaudière à micro-cogénération.

Afin de répondre à ces contraintes, des entreprises ont imaginé des solutions alternatives permettant de développer les énergies renouvelables tout en améliorant les performances énergétiques et environnementales des équipements existants de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.

Chapitre 2 : Thermique de l'enveloppe des bâtis

Bilan énergétique d'un bâtiment :

I. Définition :

Le bilan énergétique d'un bâtiment: c'est l'étude de tous les apports thermiques et de toutes les déperditions thermiques.

II. Les déperditions thermiques

Le toit : entre 28 et 30 %

Les murs : entre 20 et 25 %

Le renouvellement de l'air : 20 %

Les fenêtres et portes : entre 12 et 13 %

Le plancher : 7 %

Les ponts thermiques : de 5 à 6 %

III. Les apports thermiques

- Apports internes des occupants

- Apports solaires

- Apports par pertes récupérables (VMC, ECS)

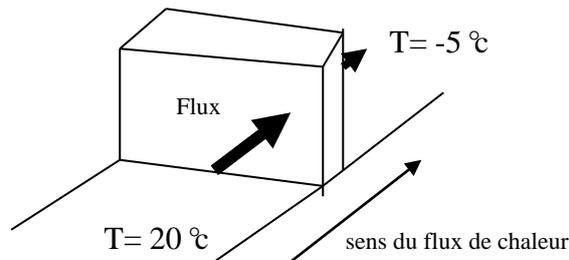
- Apports par le système de chauffage

IV. Calcul Du Bilan Energétique

1. Différents modes de transferts thermiques

- **La conduction thermique:**

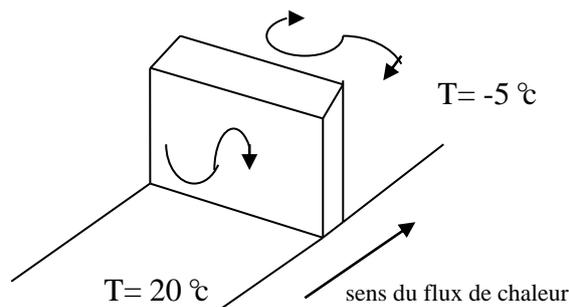
C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau. la chaleur se propage avec plus ou moins de facilité suivant la nature, la géométrie et la résistance thermique du matériau.



- **La convection thermique:**

C'est le transport de la chaleur par une partie d'un fluide (gaz ou liquide) qui se mélange avec une autre partie.

Ce type de transfert est propre aux fluides (gaz ou liquide), au contact d'un élément chaud le fluide se met en mouvement et se déplace vers l'élément froid au contact duquel il perd sa chaleur créant ainsi un mouvement vertical qui accélère les échanges thermiques entre les 2 éléments.



- **Le rayonnement thermique:** un corps chauffé émet de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique comme les rayons de soleil par exemple.

La conduction est le phénomène le plus prépondérant (majoritaire).

Caractérisation d'un matériau

1/ La conductivité thermique : λ

Définition :

La conductivité thermique est la quantité d'énergie (la puissance en Watts) traversant 1 m² de matériau d'un mètre d'épaisseur et pour une différence de 1 degré de température. Elle s'exprime en W / (m.K) .

Elle représente l'aptitude du matériau à se laisser traverser par la chaleur. C'est une caractéristique constante propre aux matériaux homogènes. Exemple la conductivité thermique λ du polystyrène expansé varie de 0.04 à 0.03 W/ (mK) selon la densité du matériau.

Exemple de quelques valeurs de conductivité thermique des matériaux usuels

Cuivre :	380	W/mK
Aluminium :	230	//
Fer :	72	//
Granit :	3.5	//
Béton armé:.....	2.3	//
Calcaire ferme :	1.7	//
Verre :	1.16	//
Plâtre :	0.25	//
Bois dur :.....	0.23	//
Bois tendre :.....	0.12	//
Isolant à base de fibres végétales :.....	0.040 – 0.060	//
Polystyrène expansé:	0.030 – 0.040	//
Laines minérales :	0.030 – 0.040	//
Polyuréthane :	0.022 – 0.025	//

2/ La résistance thermique : R

C'est la capacité d'un matériau à résister au froid et au chaud est appelée « résistance thermique » ou R.

$$R = e / \lambda$$

avec

R : résistance thermique en m².K.W⁻¹

e : épaisseur de matériau en m

λ : Conductivité thermique du matériau en W.m⁻¹.K⁻¹

- Plus R est élevé plus le produit est isolant.

3/ La r é sistance thermique d' é change superficiel

La transmission de la chaleur de l'air ambiant à une paroi et vice versa se fait à la fois par rayonnement et par convection.

R_{si} et R_{se} quantifie cet é change de chaleur entre l'air ambiant et la paroi (intérieur ou extérieur)

Avec R_{si} : température intérieure de la paroi

R_{se} : température extérieure de la paroi

Elle s'exprime en $m^2.K/W$

Dans la pratique pour les parois planes, la valeur de r é sistance thermique superficielles sont donn ées dans les r ègles thermiques.

Exemple : paroi verticale opaque : $R_{si} = 0.13$, $R_{se} = 0.04$

paroi horizontale opaque (flux ascendant): $R_{si} = 0.10$, $R_{se} = 0.04$

paroi horizontale opaque (flux descendant): $R_{si} = 0.17$, $R_{se} = 0.04$

paroi verticale vitr ée (flux horizontal): $R_{si} = 0.13$, $R_{se} = 0.04$

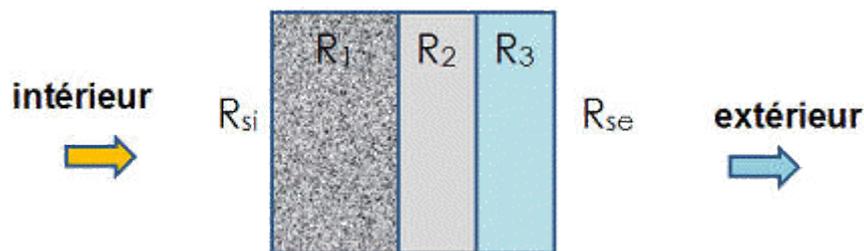
paroi horizontale vitr ée (flux ascendant): $R_{si} = 0.10$, $R_{se} = 0.04$

4/ La r é sistance thermique totale

La r é sistance thermique totale est é gale à la somme des r é sistance des parois et des r é sistance superficielles.

Exemple: $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se}$

$$R_{\text{paroi}} = \sum R + R_{si} + R_{se}$$



Le calcul de la r é sistance thermique est un pr éalable au calcul du coefficient de transmission thermique d'une paroi. les r é sistance thermique s'ajoutent, les conductivit é s thermique ne s'ajoutent pas.

5/ La d éperdition d'une paroi en partie courante : U_C

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi homogène U_C traduit la quantit é de chaleur s'échappant au travers d'une paroi homogène de $1 m^2$ pour une diff érentiel de 1 degré. c'est l'inverse de la r é sistance thermique totale d'une paroi homogène, elle s'exprime en $W/(m^2.K)$

$$U_C = \frac{1}{\sum R + R_{si} + R_{se}}$$

Avec : R les résistances thermiques des éléments de la paroi homogène

R_{si} et R_{se} les résistances thermiques superficielles de la paroi

Plus le coefficient U_C est faible moins il y a de déperdition, plus la paroi est performante.

6/ La déperdition thermique dans une paroi: U_p

Le coefficient de transmission thermique U_p traduit la quantité de chaleur s'échappant au travers d'une paroi incluant des ponts thermiques intégrés, de 1 m^2 pour un différentiel de 1 degré. Il s'exprime en $W / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$$U_p = U_C + \frac{\sum_i \Psi_i L_i + \sum_j X_j}{A}$$

$$= U_p = \frac{1}{\sum R + R_{si} + R_{se}} +$$

$$\frac{\sum \text{ponts thermiques ponctuels} + \sum \text{ponts thermiques linéaires}}{\text{Aire de la paroi}}$$

En pratique les fabricant peuvent indiquer cette valeur sur leurs produits .

Exemples de ponts thermiques :

- Rail métallique
- Espaceur de vitrage
- Plancher intermédiaire
- Plancher bas
- Mur de refond
- Appui métallique

7/ LE Flux thermique (la fuite de chaleur)

Le flux thermique φ est la quantité d'énergie ou de chaleur passant au travers de 1 m^2 de paroi pendant une seconde lorsqu'il existe un écart de température entre ses 2 faces. Il s'exprime en W/m^2 .

$$\varphi = \lambda * \frac{\Delta T}{e}$$

Avec λ la conductivité thermique, ΔT l'écart de température et e l'épaisseur de la paroi.

La quantité de chaleur s'échappant d'une paroi simple diminue : lorsque la conductivité thermique décroît, lorsque l'écart de température entre les deux faces de la paroi diminue et lorsque l'épaisseur de la paroi augmente.