



# « Gestion durable de l'énergie dans les bâtiments »

## Approche PEB (RBC/RW)

### Questions de refroidissement - surchauffe

**Véronique FELDHEIM,  
Stéphanie NOURRICIER**  
UMONS  
Bruxelles, 22/11/2010





	Introduction	Module 1 Bâtiment
04/10/10	X	
11/10/10	X	
18/10/10		Caractéristiques énergétiques – Approche réglementaire
25/10/10		PEB – enveloppe
08/11/10		PEB – ventilation
15/11/10		PEB – chauffage, ER
22/11/10		PEB – refroidissement, éclairage
29/11/10		PEB : procédures – formulaires Approche réglementaire
06/12/10		X
13/12/10		X
20/12/10		X



## Programme général:

- Jour 1:

Définition de la P.E.B.

Questions d'enveloppe du bâtiment

- Jour 2:

L'étanchéité à l'air et la ventilation

- Jour 3:

Le chauffage et les installations – le solaire thermique et photovoltaïque

- Jour 4:

**Problématique des surchauffes – refroidissement**

**L'éclairage**



## Canevas :

- La problématique de la surchauffe: état des lieux
- Prise en compte de la surchauffe dans la PEB : approche et définitions
- Gestion de la surchauffe : définition des paramètres
- Mise en pratique sur le cas fil rouge résidentiel



## Critères de surchauffe existants

### 1. PMV et PPD – La théorie de Fanger

PMV : Predicted Mean Vote = Vote moyen prédit

>> Calcul d'un vote de sensation thermique d'un groupe de personnes (échelle subjective allant de très froid à très chaud)

5	Inacceptable
4	Très très chaud
3	Très chaud
2	Chaud
1	Légèrement chaud
0	Neutre
-1	Légèrement frais
-2	Frais
-3	Froid
-4	Très froid
-5	Inacceptable

Ces tables de valeurs PMV sont fonction :

- du métabolisme,
- de la tenue vestimentaire,
- de la vitesse de l'air et
- de la température intérieure

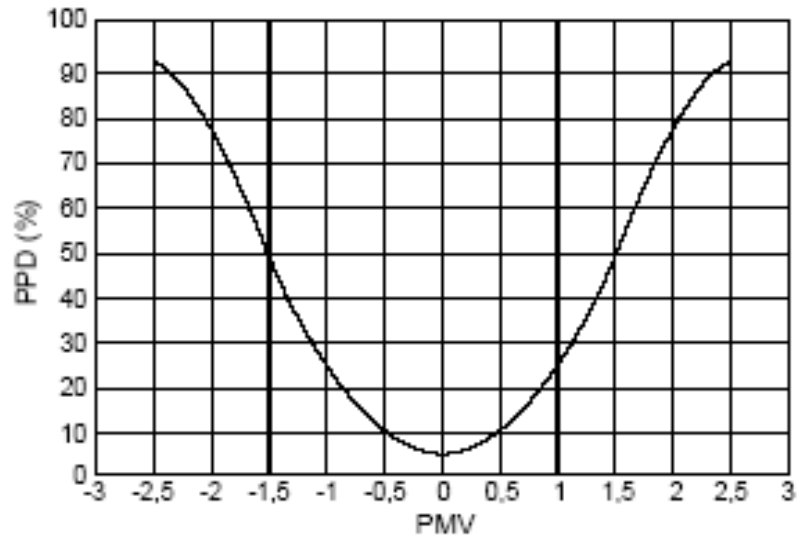


## Critères de surchauffe existants

### 1. PMV et PPD – La théorie de Fanger

PPD : Predicted Percentage of Dissatisfied = pourcentage de personnes insatisfaites

PPD et PMV sont liés par une relation qui implique qu'aucune condition thermique ne peut satisfaire 100% des personnes



Relation entre PMV et PPD :

$$PPD = \text{ABS} (100 - 95 \exp[-(0.03353 \text{ PMV}^4 + 0.2179 \text{ PMV}^2)])$$

Dans le meilleur des cas (PMV = 0), il reste 5% de personnes insatisfaites

## Critères de surchauffe existants

### 2. ATG (Adaptatieve Temperatuur grenswaarden)

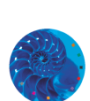
Auteurs : de Dear et Brager

Ont montré que la température de confort et la vêtue sont étroitement liées à la moyenne des températures extérieures de plusieurs jours antérieurs

Se basent sur la théorie de Fanger (PMV et PPD) et sur une étude statistique de la sensation thermique\*

>> Modèle de confort « adaptatif » : tient compte de la tolérance et de l'adaptation physiologique des personnes

\* : projet ASHRAE RP-884 : étude statistique de la sensation thermique, de l'acceptation et de la préférence sur 160 bâtiments dans le monde entier



## Critères de surchauffe existants

### 2. ATG (Adaptatieve Temperatuur grenswaarden)

Auteurs : de Dear et Brager

>> On détermine une température opérative intérieure fonction de :

- la température extérieure
- caractéristiques du bâtiment (fenêtres ouvrantes/fixes)
- la capacité de l'occupant (niveau d'habillement, ouverture des fenêtres, ajustement de la température par un refroidissement actif)

>> But : aider les concepteurs à évaluer le risque de surchauffe dans des bâtiments de bureaux où :

- les occupants ont une activité sédentaire
- aucun système de refroidissement actif n'est présent
- les occupants sont libres d'adapter leur habillement

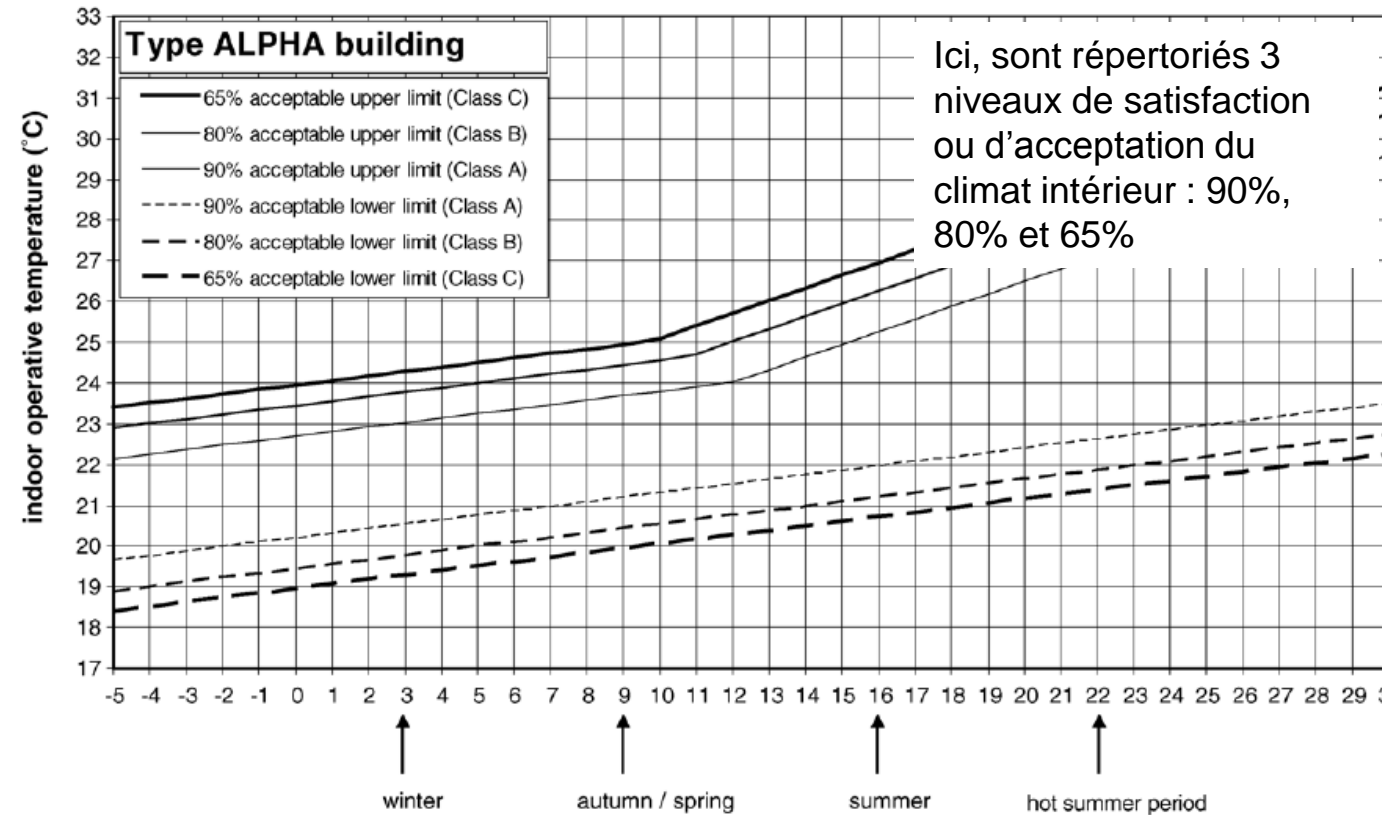
et permettre la conception de bâtiments pouvant avoir une gamme de température plus large





## Critères de surchauffe existants

### 2. ATG (Adaptatieve Temperatuur grenswaarden)



En Ordonnée : la température opérative intérieure = la moyenne arithmétique de la température de l'air (convection) et de la température des parois (rayonnement)  $\gg T_{op.int.} = T^{\circ}$  de confort

En abscisse : la température extérieure moyenne ( $T_{e, ref}$ ) = moyenne pondérée des moyennes des températures maximales et minimales du jour étudié et des trois jours précédents.

Température intérieure maximale autorisée pour différents niveaux d'acceptabilité en fonction de la température extérieure pour des bâtiments ventilés naturellement.

## Critères de surchauffe existants

### 2. ATG (Adaptatieve Temperatuur grenswaarden)

- L'utilisateur doit:
  - Choisir un niveau de confort (très bon, bon ou juste acceptable);
  - Fournir les caractéristiques du bâtiment et l'influence qu'a l'occupant sur le climat intérieur → permet de déterminer le type de bâtiment/climat (Alpha ou Beta)
- A partir des données météo → calcul de la température moyenne extérieure pondérée
  - → obtenir la température opérative intérieure limite à comparer à la température opérative simulée
  - → regarder si le niveau de confort souhaité est respecté



## Critères de surchauffe existants

### 3. Méthode hollandaise (NEN 5128)

- Evalue un risque de surchauffe qui fournit un avertissement informatif du risque de dépassement de température interne acceptable
- Si un système de refroidissement mécanique est installé, la méthode permet de calculer les besoins de refroidissement
- S'il n'y a pas de refroidissement mécanique prévu, on tient compte d'une consommation d'énergie pour le confort estival, réduite d'un facteur 10 ou 3 selon qu'un système de free-cooling est prévu ou pas.
- Dans cette méthode, il est possible de tenir compte d'un refroidissement passif grâce à la prise en compte de :
  - Des ombrages
  - De l'augmentation des déperditions par ventilation (le risque de surchauffe et les besoins de refroidissement)
  - L'inertie du bâtiment



## Critères de surchauffe existants

### 3. Méthode hollandaise (NEN 5128)

- Calcul indicatif pour évaluer le risque de surchauffe:

Le calcul des besoins en énergie de refroidissement pour le mois de juillet est un indicateur pour évaluer la chaleur excédentaire

$$TO_{juli,i} = \frac{Q_{beh,koude,juli,i}}{(H_{t,koude,i} + H_{V,koude,i}) \cdot t}$$

Besoins de refroidissement pour le mois de juillet (MJ)   
 Longueur du mois de juillet

$TO_{juli,i}$  ↓ Valeur qui indique le risque de surchauffe au mois de juillet  
 $H_{t,koude,i}$  ↓ Coef. de déperdition par transmission pour le refroidissement (W/K)  
 $H_{V,koude,i}$  ↓ Coef. de déperdition par ventilation pour le refroidissement (W/K)

$TO_{juli,i}$	Risque de température interne élevée durant le mois de juillet
$0 \leq TO_{juli,i} \leq 2$	Faible à modéré
$2 \leq TO_{juli,i} \leq 4$	Modéré à grand
$TO_{juli,i} \geq 4$	Grand

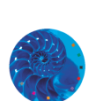
## Critères de surchauffe existants

### 4. Méthode anglaise (SAP 2007)

- La méthode évalue la propension d'un bâtiment à avoir des températures internes élevées en été.
- Cette méthode ne calcule pas des besoins en énergie pour le refroidissement.
- Calcul indicatif pour évaluer le risque de surchauffe :

Prise en compte des facteurs qui vont influencer l'évolution de la température intérieure :

- Les gains solaires : orientation, ombrages, facteurs solaires des vitrages
- La ventilation : possibilité d'ouvrir les fenêtres durant les périodes estivales, la possibilité ou non d'avoir une ventilation transversale, l'ouverture des fenêtres, ...
- L'inertie du bâtiment ;
- La température moyenne extérieure

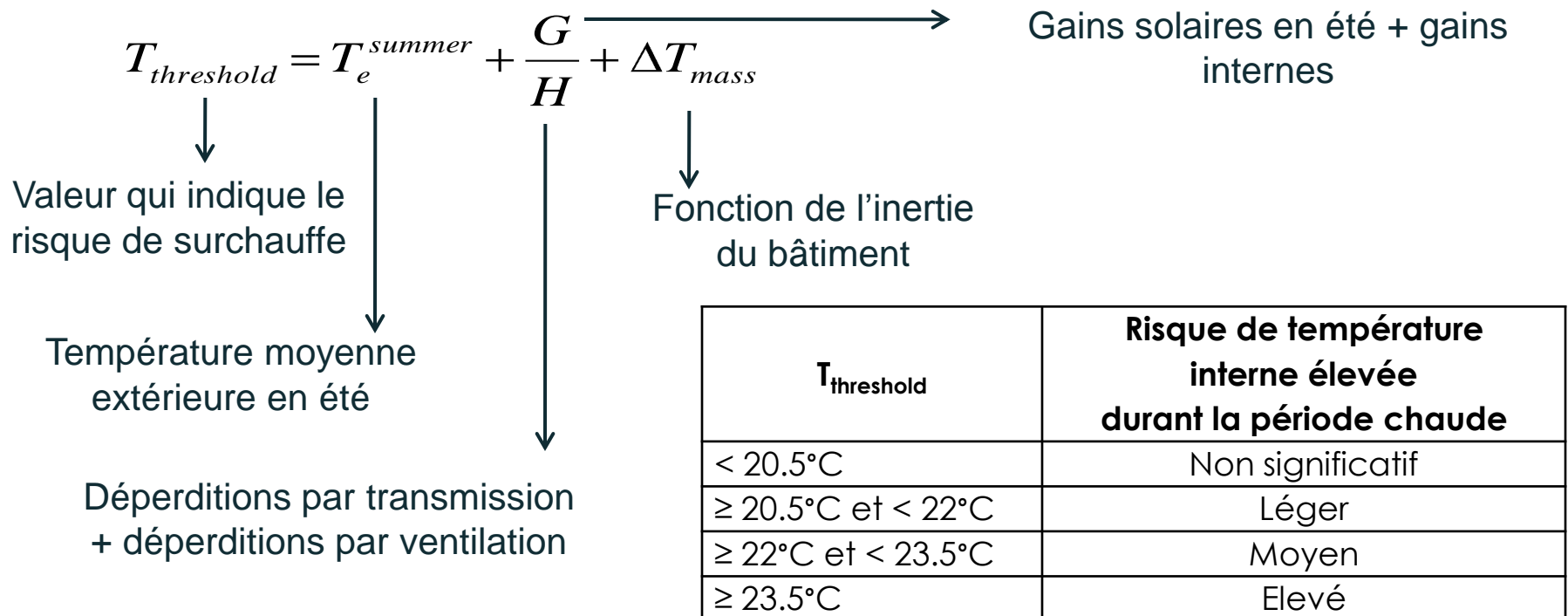


## Critères de surchauffe existants

## 4. Méthode anglaise (SAP 2007)

- Calcul indicatif pour évaluer le risque de surchauffe :

Calcul d'un seuil de température interne pour déterminer le risque de surchauffe:



## Critères de surchauffe existants

## 5. Synthèse

	Critères	Développement
<b>Théorie de Fanger</b>	PMV et PPD	Détermination d'un vote de sensation thermique Détermination d'un pourcentage de satisfaction lié au vote ( < ou = à 95%)
<b>ATG (de Dear et Brager)</b>	T°confort et T°ext.	Niveau d'acceptabilité du climat intérieur (pour des locaux non ventilés mécaniquement) Classes de confort sont déterminées à partir des niveaux d'acceptabilité
<b>Méthode hollandaise</b>	TO <sub>juli</sub>	Indicateur du risque de surchauffe calculé pour le mois de juillet Prise en compte des besoins de refroidissement, des coef. de déperdition par transmission et ventilation
<b>Méthode anglaise</b>	T <sub>threshold</sub>	Calcul d'un seuil de température interne. Pas de calcul des besoins en énergie pour le refroidissement La température "seuil" est fonction de la T°ext en été, des gains solaires, de l'inertie et des déperditions par transmission et ventilation
<b>Méthode belge</b>	Degrés-heures de surchauffe	Calcul des degrés-heures de surchauffe par rapport à 18°C. Calcul d'une probabilité du risque de surchauffe Calcul des besoins d'énergie pour le refroidissement

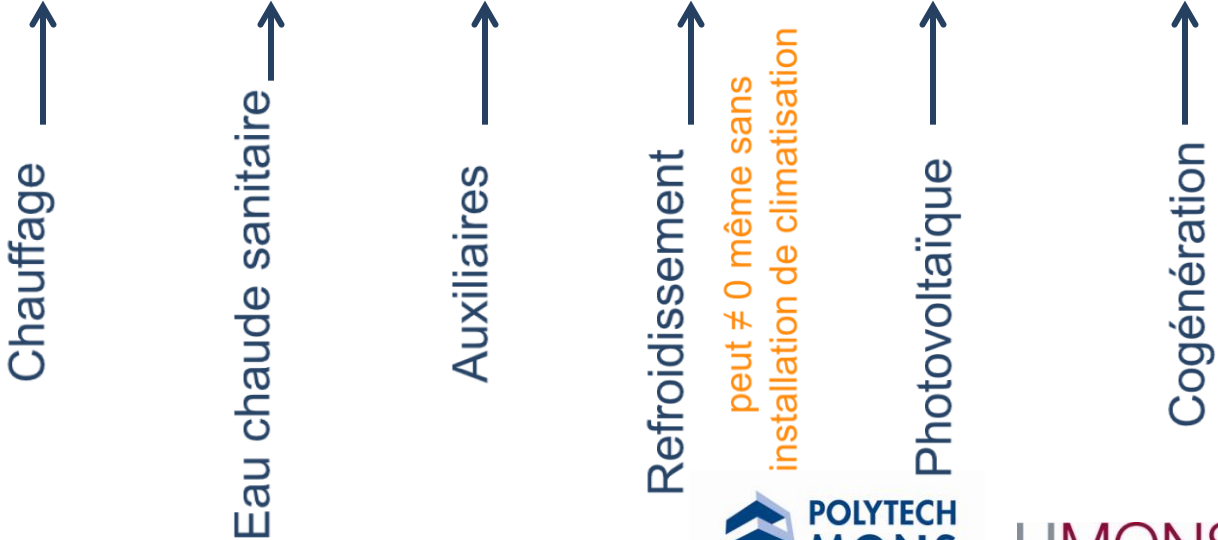
# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

### Méthode :

Permet d'évaluer le risque de surchauffe par la comparaison des gains excédentaires calculés par rapport à la température de consigne pour le chauffage (18°C) à deux limites (8 000 Kh et 17 500 Kh), permettant de conclure soit au non risque, soit à un risque plus ou moins grand, soit à un refus du projet pour risque trop élevé.

$$E_{\text{prim,est}} = \sum_{12 \text{ mois}} (E_{\text{prim,heat,m}} + E_{\text{prim,ECS,m}} + E_{\text{prim,aux,m}} + E_{\text{prim,cool,m}} - E_{\text{prim,pv,m}} - E_{\text{prim,cogen,m}})$$



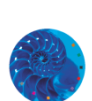


## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

#### 3 étapes :

- Calcul des gains de chaleur excédentaires par rapport à une température de consigne de 18°C >> INDICATEUR DE SURCHAUFFE
- En fonction de l'indicateur de surchauffe, calcul de la probabilité conventionnelle de l'installation de refroidissement actif
- Calcul des besoins nets en énergie pour le refroidissement à l'aide des gains calorifiques excédentaires dépassant la valeur de consigne du refroidissement (valeur de calcul: 23°C)



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

→ 3 possibilités

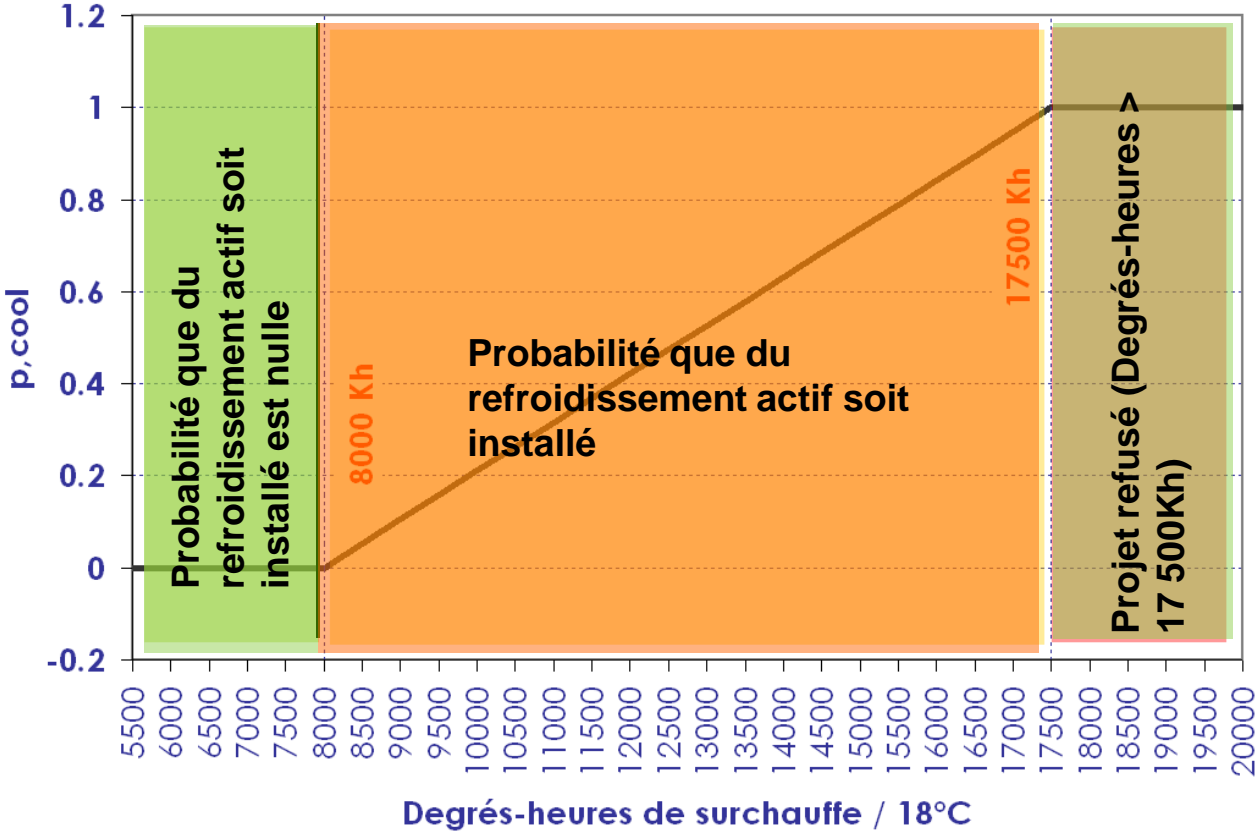
- On place un refroidissement actif : on tient toujours entièrement compte de la charge de froid
- On ne place pas de refroidissement actif mais le risque de surchauffe dépasse un certain seuil → on admet qu'on pourrait « un jour » installer un système de refroidissement → charge de froid fictive, proportionnelle au risque de surchauffe
- On ne place pas de refroidissement actif et risque de surchauffe inférieur au seuil prédéfini → risque d'installation = 0 et on n'inclut aucun refroidissement dans le calcul.

- Les besoins finaux en énergie pour le refroidissement sont obtenus en appliquant le rendement du système de production de froid.
- Les besoins en énergie primaire, eux, sont calculés en appliquant le facteur de conversion en énergie primaire (2.5)



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

#### 1. Evaluation du risque de surchauffe :

Indicateur = les gains de chaleur normalisés excédentaires >> On calcule des degrés-heures de surchauffe au-dessus de 18°C

Adaptations possibles: réduire la surface vitrée, prévoir des protections solaires, rehausser la masse thermique effective, installer des dispositifs de ventilation intensive



Si les gains calorifiques excédentaires annuels normalisés sont supérieurs à 17500 Kh → AMENDE OU modifier le projet de construction



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1 - \eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad [Kh]$$

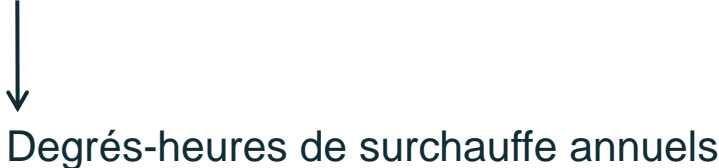


Les degrés-heures de surchauffe sont calculés mensuellement et ensuite sommés pour les 12 mois de l'année



Rendement mensuel de récupération des gains de chaleur

$$I_{surch,a} = \sum_{12mois} I_{surch,m}$$



$H_T$  = Coef. de déperdition de chaleur par transmission identique à celui calculé pour le chauffage

$H_V$  = Coef. de déperdition de chaleur par ventilation.

# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

### Rendement mensuel de récupération des gains de chaleur : $\eta$

$\eta = f(\gamma, a)$

$\gamma = \frac{Q_{ag}}{Q_{pertes}} = \frac{Q_{ag}}{Q_t + Q_{v,surch}}$

$a = 1 + \frac{\tau}{54000}$

$\tau = \frac{C}{H_t + H_{v,surch}}$

Gains de chaleur totaux mensuels [MJ]  
 Déperditions de chaleur par transmission [MJ]  
 Déperditions par ventilation [MJ]  
 Constante de temps [s]  
 Constante de temps : 54000 s = 15h  
 Capacité thermique [J/K]



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

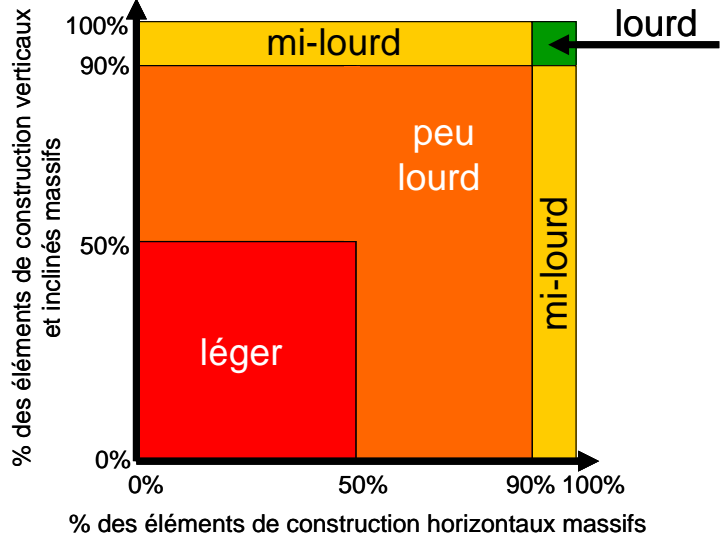
$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

### Rendement mensuel de récupération des gains de chaleur : $\eta$

$$\tau = \frac{C}{H_t + H_{v,surch}}$$

Elément massif: masse d'au moins 100 kg/m<sup>2</sup> en partant de l'intérieur jusqu'à un vide d'air ou une couche à conductivité thermique inférieure à 0.2 W/mK.

Type de construction	C [J/K]
Lourd	217 000 . Vsec
Mi-lourd	117 000 . Vsec
Peu lourd	67 000 . Vsec
Léger	27 000 . Vsec



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

### Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Rendement mensuel de récupération des gains de chaleur :  $\eta$

$$\eta = f(\gamma, a)$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad \text{si } \gamma = 1$$

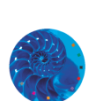
$$\gamma = \frac{Q_{ag}}{Q_{pertes}} = \frac{Q_{ag}}{Q_t + Q_{v,surch}}$$

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad \text{dans les autres cas}$$

$$a = 1 + \frac{\tau}{54000}$$

$$\tau = \frac{C}{H_t + H_{v,surch}}$$

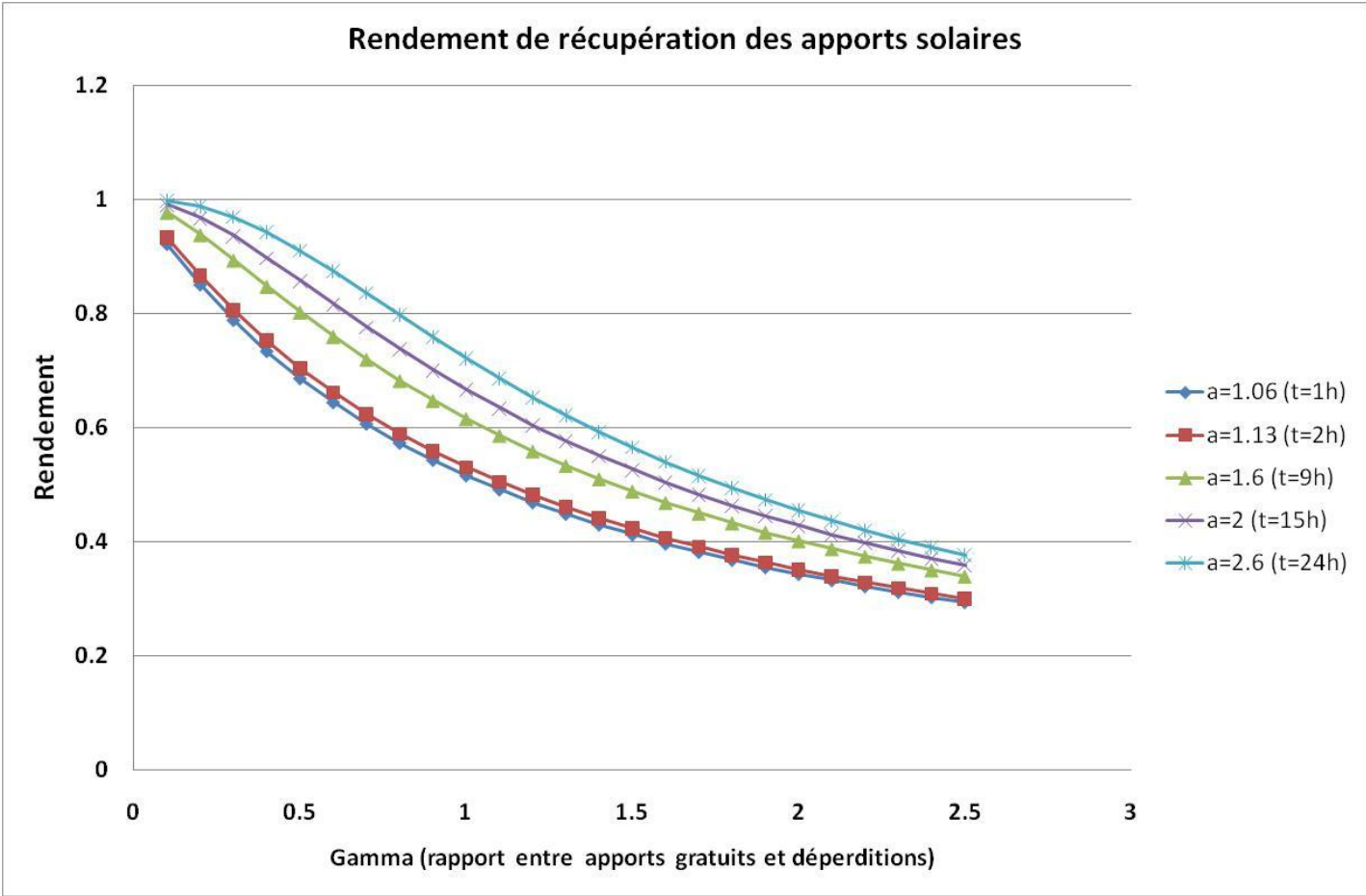
Sens physique : voir graphique





# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Rendement de récupération des apports solaires



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

### Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

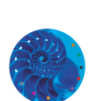
$$Q_{ag} = Q_{ag,int} + Q_{ag,ext}$$



Gains de chaleur mensuels par production de chaleur interne [MJ]  
 Chaleur produite par les sources internes: personnes, éclairage, appareils  
 Réglementation: valeur forfaitaire

$$Q_{ag,int} = \left( 0,67 + \frac{220}{V_{PER}} \right) * V_{sec,i} * l_m \text{ [MJ]}$$

- $V_{PER}$  : volume total du bâtiment analysé [m<sup>3</sup>]
- $V_{sec}$  : volume du secteur énergétique considéré [m<sup>3</sup>]
- $l_m$  : la longueur du mois considéré [Ms]



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

$$Q_{ag} = Q_{ag,int} + Q_{ag,ext}$$



Gains de chaleur mensuels dus à l'ensoleillement [MJ]

**• Gains solaires par les fenêtres**

- Gains solaires par les systèmes d'énergie solaire passive non ventilés (p.m. ex.: mur Trombe)
- Gains solaires résultant d'espaces contigus non chauffés



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

### Evaluation du risque de surchauffe

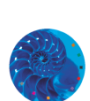
$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

Gains solaires par les fenêtres

$$Q_{ag, vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$

- 0.95: facteur de réduction pour cause de salissure
- $g_j$ : facteur solaire moyen de la fenêtre j
- $A_j$ : surface vitrée de la fenêtre j en  $m^2$
- $I_{sol,j,omb}$ : ensoleillement de la fenêtre j pour le mois considéré, compte tenu de l'ombrage d'obstacles fixes [ $MJ/m^2$ ]



## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

### Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

Gains solaires par les fenêtres

$$Q_{ag, vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$

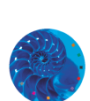
$$g_j = 0,9 * (a_c F_c + (1 - a_c)) g_{\perp}$$

0,9 : correction de l'angle d'incidence

$F_c$  : facteur de réduction pour protection solaire

$a_c$  : facteur d'utilisation moyen de la protection solaire

$g_{\perp}$  : facteur solaire du vitrage en cas d'incidence normale





# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

Gains solaires par les fenêtres

Valeurs par défaut pour Fc (constantes tout au long de l'année)

	Fc
Protection solaire extérieure	0.5
Protection solaire intermédiaire non ventilée	0.6
Protection solaire intérieure	0.9
Tous les autres cas	1



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Gains de chaleur mensuels:  $Q_{ag}$

### Gains solaires par les fenêtres

- Protection solaire fixe:  $a_c=1$
- Protection solaire mobile: voir tableau

**! Valeurs différentes pour le chauffage ou le refroidissement**

Remarque: si une fenêtre a plusieurs systèmes de protection solaire, on considère  $F_{c\ max}$  pour le chauffage et  $F_{c\ min}$  pour les conditions ÉTÉ

	Chauffage	Surchauffe	Refroidissement
Commande manuelle	0	0.5	0.2
Commande automatique	0	0.6	0.5



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

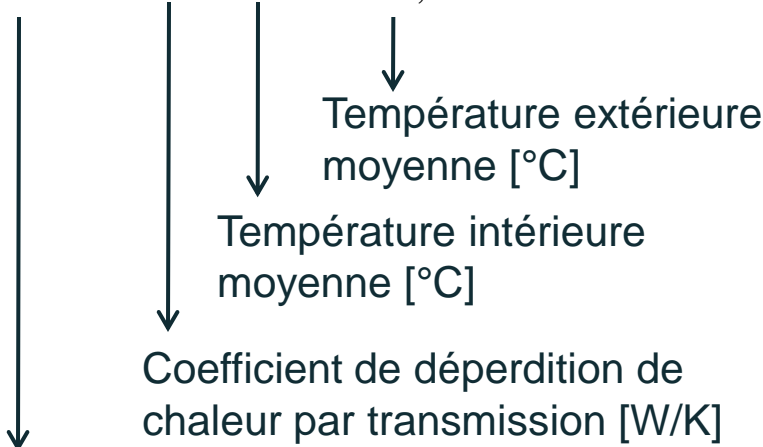
## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Coefficient de déperdition par transmission:  $H_T$

$$Q_T = H_T (18 - t_{e,m}) * l_m \longrightarrow \text{Longueur du mois considéré [Ms]}$$



Déperditions de chaleur par transmission [MJ]



1 W = 1 J/s



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Evaluation du risque de surchauffe

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

Coefficient de déperdition par ventilation:  $H_V$

$$Q_{V,surch} = H_{V,surch} (18 - t_{e,m}) * l_m \longrightarrow$$

Longueur du mois considéré [Ms]

↓  
Température extérieure moyenne [°C]  
↓  
Température intérieure moyenne [°C]

↓  
Coefficient de déperdition de chaleur par ventilation [W/K]

↓  
Déperditions de chaleur par ventilation [MJ]

!! : Le coefficient de déperdition de chaleur par ventilation considère actuellement un débit de ventilation global (inf/exfiltration et volontaire) forfaitaire de 1 volume/h.



Pour le calcul des déperditions par ventilation, la PEB ne permet pas de tenir compte d'un refroidissement passif

# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

### 2. Besoins nets en énergie pour le refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr} \quad [MJ]$$



$Q_{excès,refr}$ : gains calorifiques excédentaires par rapport à la température de consigne du refroidissement [MJ]

$p_{refr}$ : probabilité conventionnelle d'installation d'un refroidissement actif [-]

$Q_{refr}$ : besoins nets en énergie pour le refroidissement [MJ]

# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

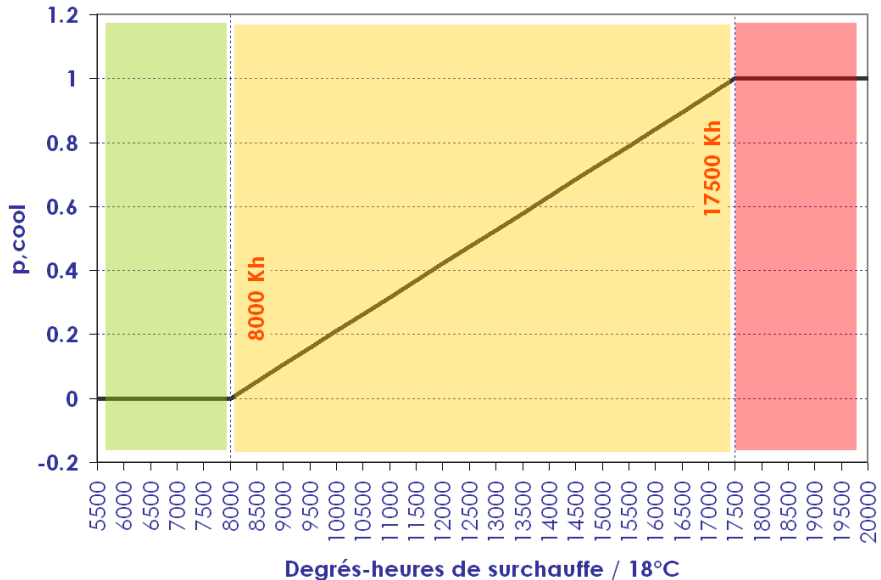
## Besoins nets en énergie pour le refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

Probabilité conventionnelle d'installation d'un refroidissement actif

Si du refroidissement actif est installé, on a  $p_{refr} = 1$

Si aucun refroidissement actif n'est installé on a :



$$p_{refr} = \max \left\{ 0, \min \left( \frac{I_{surch,a} - I_{surch,min}}{I_{surch,max} - I_{surch,min}}, 1 \right) \right\}$$

Avec

- $I_{surch,a}$  = degrés-heures de surchauffe
- $I_{surch,min} = 8\ 000\ Kh$
- $I_{surch,max} = 17\ 500\ Kh$



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Besoins nets en énergie pour le refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

Gains calorifiques excédentaires p. r. à la température de consigne du refroidissement

$$Q_{excès,refr} = (1 - \eta) \cdot Q_{ag} \quad [MJ]$$

$$Q_{ag} = Q_{ag,int} + Q_{ag,ext}^*$$



On augmente le rayonnement incident de 10%

- Avec  $Q_{ag}$  = gains de chaleur mensuels [MJ]
- $Q_{ag,int}$  = gains de chaleur mensuels par production de chaleur interne [MJ]
- $G_{ag,ext}$  = gains de chaleur mensuels par ensoleillement [MJ]

## Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

### Méthode PEB (Belgique)

### Besoins nets en énergie pour le refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

Gains calorifiques excédentaires p. r. à la température de consigne du refroidissement

$$\eta = f(\gamma, a)$$

Avec

$Q_t^*$  = Déperdition de chaleur par transmission [MJ]

$Q_v^*$  = Déperdition de chaleur par ventilation [MJ]

$$a = 1 + \frac{\tau}{54000}$$

$$\tau = \frac{C}{H_t + H_v}$$

$$\gamma = \frac{Q_{ag}}{Q_t^* + Q_{v,refr}^*}$$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \text{ si } \gamma = 1$$

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \text{ sinon}$$



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Méthode PEB (Belgique)

## Besoins nets en énergie pour le refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_t^* = H_t (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$

$$Q_{v,refr}^* = H_{v,refr} (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$



23°C = la température intérieure utilisée pour la détermination du besoin de refroidissement

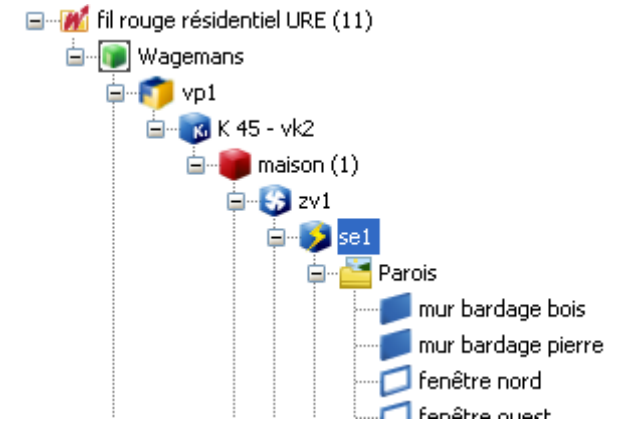
$\Delta t_{em}$ : hausse de la température extérieure moyenne mensuelle pour le calcul des besoins nets en énergie de refroidissement = 2°C (pour tenir compte du fait que les besoins de refroidissement pour une année moyenne ne sont pas équivalents aux besoins de refroidissement moyens sur différentes années car les années chaudes pèsent relativement « plus lourd »)

>> Prise en compte de températures et d'un ensoleillement quelque peu supérieurs à la moyenne au long de l'année

# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 1. Logiciel PEB

Le risque de surchauffe est évalué au niveau du secteur énergétique.



Nom	U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.	Surch.
maison	✓	✓ 37	✓ 86	✓ 154	✓	✓

**Exigences de Surchauffe**

Résumé

**Résumé**

Indicateur de surchauffe  K.h

Probabilité refroidissement actif



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 1. Logiciel PEB

**Exigences de Surchauffe**

exigence respectée, mais risque de surchauffe  
 Valeur maximale autorisée: **17 500,00 K.h**  
 Amende indicative: **0 EUR**

Liste des parois vitrées

Nom	Type de paroi	Protections solaires	Surface [m <sup>2</sup> ]	Valeur g (facteur solaire)
fenêtre nord est	Fenêtre	Oui	3,02	0,65
velux nord	Fenêtre de toit	Oui	0,53	0,65
fenêtre sud est	Fenêtre	Oui	3,02	0,65
fenêtre est	Fenêtre	Oui	4,27	0,65
velux sud	Fenêtre de toit	Oui	0,53	0,65
fenêtre sud	Fenêtre	Oui	6,01	0,65
fenêtre nord	Fenêtre	Oui	4,00	0,65
fenêtre ouest	Fenêtre	Oui	2,73	0,65

Aire des parois extérieures vitrées / Aire des parois extérieures opaques: **24 m<sup>2</sup> / 296 m<sup>2</sup>**  
 Pourcentage de surface de vitrage sur l'unité PEB: **7,53 %**

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat	Amende [€]
se1	551,00	8 549,35	<input checked="" type="checkbox"/>	0



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

**Etude de sensibilité** des différents paramètres intervenant dans le calcul des besoins en énergie pour le refroidissement

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	89
Dépéridions par trans. [W/K]	168
Dépéridion par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	11033
Probabilité surch. [%]	32%
BE refr [MJ]	2993
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

### Cas « fil rouge »

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.	Surch.
✓	✓ 37	✓ 89	✓ 158	✓	✓

#### Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résult.
se1	551,00	11 033,85	

#### Résumé

Niveau Ew	89,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	100 860,63 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	157,65 kWh/m <sup>2</sup>



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### A. Variation des valeurs U

Les coefficients de transmission U des parois (murs, toit et planchers) sont passés de leur valeur initiale (0.33 W/m<sup>2</sup>.K et 0.32 W/m<sup>2</sup>.k pour les deux types de mur, 0.28 W/m<sup>2</sup>.K pour la toiture et 0.31 W/m<sup>2</sup>.K et 0.3 W/m<sup>2</sup>.K pour les deux types de plancher) à la valeur de 0.15 W/m<sup>2</sup>.K .

Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta).Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$H_t = H_{t,ext} + H_{t,sol} + H_{t,int}$$

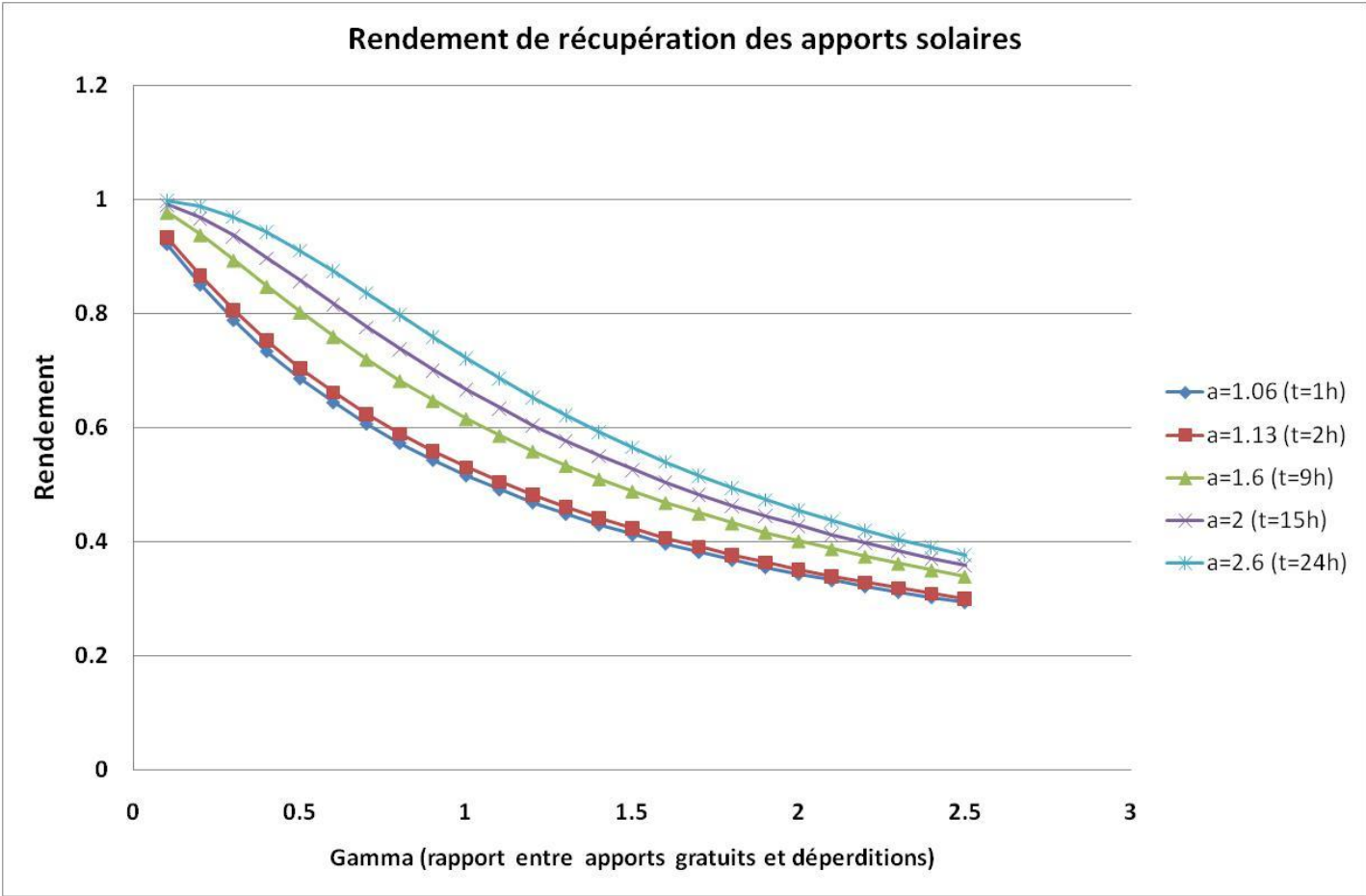
$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1-\eta).Q_{ag}$$

$$Q_t^* = H_t (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$

# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Rendement de récupération des apports solaires



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### A. Résultats

Caractéristiques	Valeur
Niv K	24
Niv Ew	78
Déperditions par trans. [W/K]	108
Déperdition par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	14157
Probabilité surch. [%]	65%
BE refr [MJ]	7584
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.	Surch.
✓	✓ 24	✓ 78	✓ 139	✓	✓

#### Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	14 157,20	✓

#### Résumé

Niveau Ew	78,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	88 857,33 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	138,88 kWh/m <sup>2</sup>

++ : les déperditions diminuent ainsi que le niveau Ew  
 -- : Be fictifs de refroidissement sont 2.5 fois plus importants et la probabilité du risque de surchauffe est 2 fois plus importante !



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### B.1. Variation du système de ventilation

On passe d'une ventilation naturelle (type A) à une ventilation mécanique de type D avec récupération de chaleur sur l'air vicié.

On considère que le by-pass est total (possibilité d'interrompre totalement le débit d'air neuf dans l'échangeur)

#### Où cela intervient-il ?

~~$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$~~

~~$$H_{V,surch} = 0.34 * 1 * V$$~~



Le débit de ventilation global (inf/exfiltration + volontaire) est forfaitaire: 1V/h

>> Le niveau d'étanchéité à l'air et le type de système de ventilation n'ont aucune influence sur l'évaluation du risque de surchauffe !

# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### B.1. Variation du système de ventilation

#### Où cela intervient-il ?

$$Q_{refr} = P_{refr} * Q_{excès,refr}$$



$$Q_v^* = H_v (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$



$$H_{V,refr} = 0.34 * [\dot{V}_{in/exfilt,refr} + r_{preh,refr} * \dot{V}_{dedic} + \dot{V}_{over}]$$



Facteur de réduction pour préchauffage [-]

	U	K	Ew	Es
ma...	✓	37	61	108
<b>Ventilation</b>				
Calcul				
m,zone				1,50
r,preh,heat				14 %
r,preh,cool				100 %

Cette valeur peut varier dans le cas d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur et by-pass partiel ou by-pass total.



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### B.1. Résultats

U/R	K	Ew	Espéc
✓	✓ 37	✓ 73	✓ 130

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	<b>73</b>
Dépérisions par trans. [W/K]	168
Dépérision par ventil. [W/K]	<b>82</b>
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	11033
Probabilité surch. [%]	32%
BE refr [MJ]	2993
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	11 033,85	✓

Résumé

Niveau Ew	73,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	83 331,95 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	130,25 kWh/m <sup>2</sup>

++ : le niveau Ew diminue  
 Be refroidissement et risque de surchauffe restent identiques

-- : -



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### B.2. Variation du système de ventilation

On passe d'une ventilation naturelle (type A) à une ventilation mécanique de type D avec récupération de chaleur sur l'air vicié.

On considère que le by-pass est partiel (pas possible d'interrompre totalement le débit d'air neuf dans l'échangeur)

#### Où cela intervient-il ?

$$Q_{refr} = P_{refr} * Q_{excès,refr}$$



$$Q_v^* = H_v * (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$



$$H_{V,refr} = 0.34 * [\dot{V}_{in/exfilt,refr} + r_{preh,refr} * \dot{V}_{dedic} + \dot{V}_{over}]$$

Récupérateur de chaleur présent :  Oui  Non

Récupérateur de chaleur

Le récupérateur de chaleur est équipé d'un by-pass :  Oui  Non

Passage à travers l'échang. de chaleur total. Interrompu :  Oui  Non

Marque du produit : -

Product-ID : -

Rendement thermique mesuré selon EN 308 : 90,00

Résultats				
Unité PEB				
...	U	K	Ew	Es
ma...	✓	37	61	109
Ventilation				
Calcul				
m,zone				1,50
r,preh,heat				14 9%
r,preh,cool				57 9%





# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### B.2. Résultats

U/R	K	Ew	Espéc
✓	✓ 37	✓ 74	✓ 131

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	74
Dépérissons par trans. [W/K]	168
Dépérisson par ventil. [W/K]	82
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	11033
Probabilité surch. [%]	32%
BE refr [MJ]	3501
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

Secteurs énergétiques			
Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	11 033,85	✓

Résumé	
Niveau Ew	74,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	83 840,03 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	131,04 kWh/m <sup>2</sup>

++ : Le risque de surchauffe reste identique.  
 -- : Les Be refroidissement augmentent légèrement ( $r_{preh, cool} < 1$ ) et le niveau Ew augmente un peu (/ B.1.)

## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### C.1. Capacité thermique

On passe d'un système constructif de type « peu-lourd » à un système constructif de type « léger ».

#### Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$Q_{refr} = P_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1-\eta) \cdot Q_{ag} \quad [MJ]$$

$$Q_{ag} = Q_{ag,int} + Q_{ag,ext}^*$$

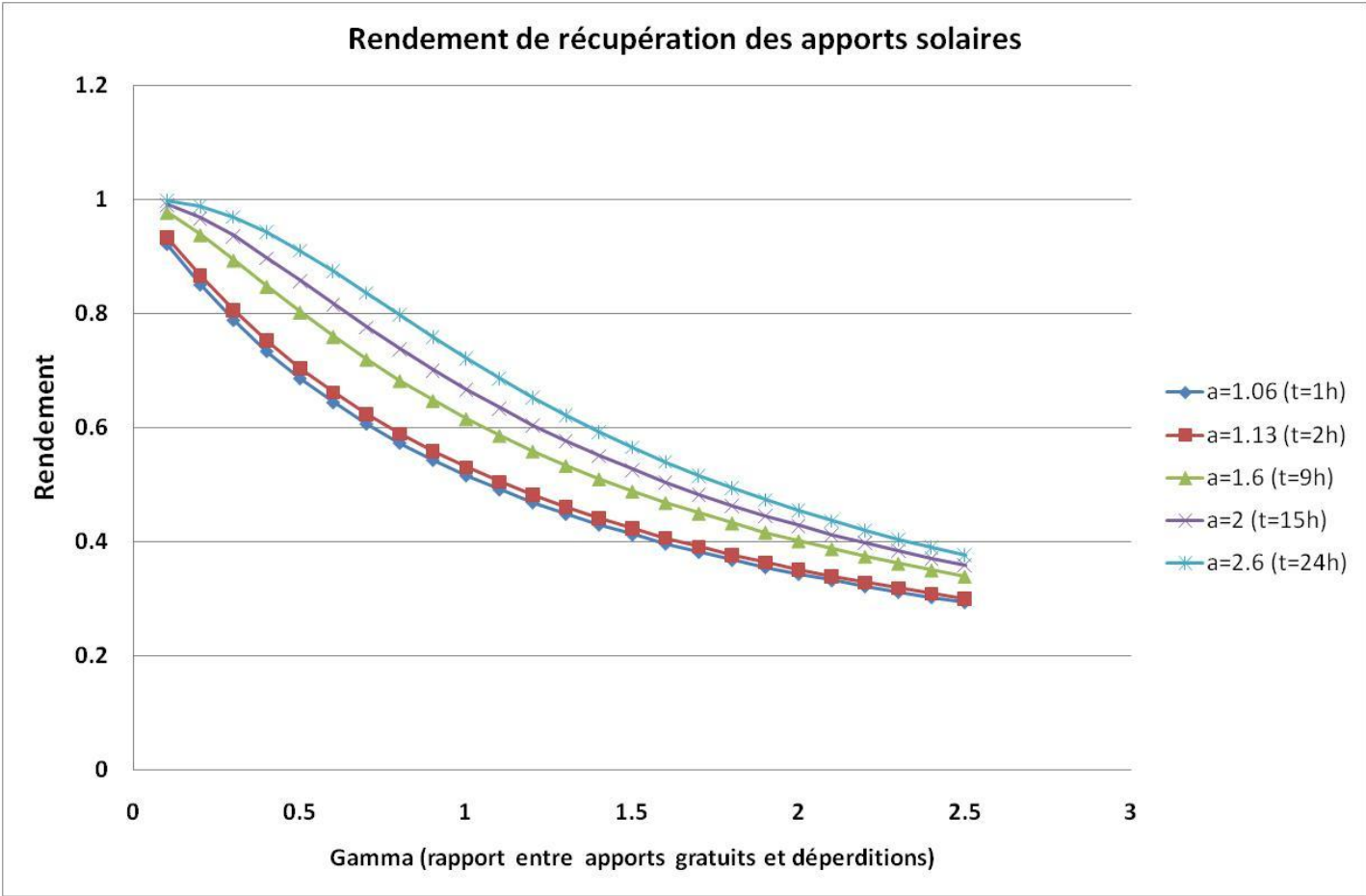
Le rendement de récupération des gains de chaleur est proportionnel à la capacité thermique

>> si l'inertie est faible, le rendement sera petit, la valeur du numérateur sera donc grande et les degrés-heures de surchauffe seront donc augmentés.



# Prise en compte de la surchauffe dans la PEB

## Rendement de récupération des apports solaires



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### C.1. Capacité : résultats

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	<b>93</b>
Dépérissons par trans. [W/K]	168
Dépérisson par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	<b>Léger</b>
Orientation	S-N-E-O
Kh	<b>12680</b>
Probabilité surch. [%]	<b>49%</b>
BE refr [MJ]	<b>6279</b>
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.
✓	✓ 37	✓ 93	✓ 166	✓

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	12 680,29	✓

Résumé

Niveau Ew	93,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	106 297,65 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	166,14 kWh/m <sup>2</sup>

++ : -  
 -- :

Les Be refroidissement ont plus que doublé;  
 Le risque de surchauffe passe de 32% à 49%.



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### C.2. Capacité thermique

On passe d'un système constructif de type « peu-lourd » à un système constructif de type « **lourd** »

#### Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$Q_{refr} = P_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1-\eta) \cdot Q_{ag} \quad [MJ]$$

$$Q_{ag} = Q_{ag,int} + Q_{ag,ext}^*$$

Le rendement de récupération des gains de chaleur est proportionnel à la capacité thermique

>> si l'inertie est grande, le rendement sera grand, la valeur du numérateur sera donc petite et les degrés-heures de surchauffe seront donc diminués.



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### C.2. Capacité : résultats

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.
✓	✓ 37	✓ 86	✓ 153	✓

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	<b>86</b>
Dépéridions par trans. [W/K]	168
Dépéridion par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	<b>Lourd</b>
Orientation	S-N-E-O
Kh	<b>9867</b>
Probabilité surch. [%]	<b>20%</b>
BE refr [MJ]	<b>1402</b>
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	9 867,03	✓

Résumé

Niveau Ew	86,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	97 799,71 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	152,86 kWh/m2

++ : Le niveau Ew diminue

-- : Les Be refroidissement ont diminué de 53%  
Le risque de surchauffe passe de 32% à 20%



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### D. L'étanchéité à l'air : débit de fuite à 50Pa

On ne prend plus la valeur par défaut . On considère un débit de fuite à 50Pa égal à 8 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>

**Où cela intervient-il ?** >> dans le calcul des besoins de refroidissement

Si on ne considère pas la valeur par défaut, il faut donner la preuve de la réalisation d'un test d'étanchéité à l'air qui nous fournira la valeur  $v_{50}$  ; cette dernière sera alors introduite dans le logiciel PEB.

Quand un test est réalisé,  $v_{50,heat} = v_{50,refr} = v_{50}$  du test



Quand un test est réalisé,  $v_{50,heat} = v_{50,refr} = v_{50}$  du test

Quand aucun test n'est réalisé,  $v_{50,heat} = 12\text{m}^3/\text{h.m}^2$  et  $v_{50,refr} = 0\text{m}^3/\text{h.m}^2$

## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### D. L'étanchéité à l'air : débit de fuite à 50Pa

Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul des besoins de refroidissement

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1 - \eta) \cdot Q_{ag}$$

Inversément proportionnel aux déperditions par ventilation

$$Q_{v,refr}^* = H_{v,refr} (23 - (t_{e,m} + \Delta t_{e,m})) * l_m$$

Débit de fuite à 50Pa par unité de surface [m³/h.m²]

$$\dot{V}_{in/exfilt,refr} = 0.04 * v_{50,refr} * A_T$$

$$H_{V,refr} = 0.34 * [\dot{V}_{in/exfilt,refr} + r_{preh,refr} \times \dot{V}_{dedic} + \dot{V}_{over}]$$

Nom :	maison
Destination de l'unité PEB :	Bâtiments résidentiels
Surface utile totale :	<input type="text"/> m²
Surf. tot. de plancher chauffée ou climatisée Ach :	177,72 m²
Mesure du débit de fuite présente :	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non
Le débit de fuite à 50 Pa par unité de surface :	8,00 m³/(h.m²)





# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### D. Résultats

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	<b>83</b>
Déperditions par trans. [W/K]	168
Déperdition par ventil. [W/K]	<b>147</b>
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	11033
Probabilité surch. [%]	32%
BE refr [MJ]	<b>2618</b>
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.
✓	✓ 37	✓ 83	✓ 147	✓

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	11 033,85	✓

Résumé

Niveau Ew	83,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	94 299,17 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	147,39 kWh/m <sup>2</sup>

- ++ : Le niveau Ew diminue ainsi que les déperditions par ventilation
- ++ : Les besoins de refroidissement ont **diminué** ( $v_{50} = 8\text{m}^3/\text{h.m}^2$  à la place de  $0\text{m}^3/\text{h.m}^2$ )



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### E. Facteur solaire

On prend un facteur solaire égal à 0.3 au lieu de 0.65 encodé dans le projet « fil rouge »

Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$Q_{ag,vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1-\eta) \cdot Q_{ag}$$

$$Q_{ag,vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### E. Facteur solaire : résultats

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	91
Dépérisions par trans. [W/K]	168
Dépérision par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m <sup>2</sup> ]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	5904
Probabilité surch. [%]	0%
BE refr [MJ]	0
Volume [m <sup>3</sup> ]	551
Fact. sol.	0,30
Protec. Sol.	-

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.	Surch.
✓	✓ 37	✓ 91	✓ 161	✓	✓

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m <sup>3</sup> ]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	5 904,26	✓

Résumé

Niveau Ew	91,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	103 011,48 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	161,01 kWh/m <sup>2</sup>

- ++ : Probabilité de risque de surchauffe est nulle et les besoins de refroidissement sont nuls
- : Le niveau Ew augmente car les gains solaires sont moindres



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### F. Surface des fenêtres

On augmente la surface des fenêtres de 20%

Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$Q_{ag,vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$

$$Q_{refr} = p_{refr} * Q_{excès,refr}$$

$$Q_{excès,refr} = (1-\eta) \cdot Q_{ag}$$

$$Q_{ag,vit j} = 0,95 * g_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### F. Résultats

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.
✓	✓ 39	✓ 92	✓ 164	✓

Secteurs énergétiques			
Nom	Volume [m³]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	12 627,84	✓

Résumé	
Niveau Ew	92,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	105 054,02 MJ
Valeur de référence	115 336,57 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	164,20 kWh/m2

Caractéristiques	Valeur
Niv K	39
Niv Ew	92
Dépérissons par trans. [W/K]	179
Dépérisson par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m²]	29
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	12628
Probabilité surch. [%]	49%
BE refr [MJ]	5764
Volume [m³]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-

++ :

-

-- :

Les Be refroidissement sont quasi 2 fois plus importants  
 La probabilité du risque de surchauffe passe de 32% à 49%



## Gestion de la surchauffe dans un projet

### 2. Etude de sensibilité

#### G. Protections solaires

On applique des protections solaires extérieures mobiles, de type manuelles

#### Où cela intervient-il ?

>> dans le calcul du risque de surchauffe et des besoins de refroidissement

$$I_{surch,m} = \frac{(1-\eta) \cdot Q_{ag}}{(H_T + H_{V,surch})} \cdot \frac{1000}{3.6}$$

$$Q_{ag,vit j} = 0,95 * g_j * F_j * A_j * I_{sol,j,omb}$$

$$g_j = 0.9 * \left( a_c F_c + \left( 1 - a_c \right) * g_{g,\perp} \right)$$

$g_j$  : facteur solaire moyen

0.9 : correction de l'angle d'incidence

$F_c$  : facteur de réduction pour la protection solaire

$a_c$  : facteur d'utilisation moyen de la protection solaire

$g_{g,perp}$  : facteur solaire pour une incidence normale



# Gestion de la surchauffe dans un projet

## 2. Etude de sensibilité

### G. Résultats

U/R	K	Ew	Espéc	Ventil.	Surch.
✓	✓ 37	✓ 86	✓ 154	✓	✓

Secteurs énergétiques

Nom	Volume [m³]	Indicateur de surchauffe [K.h]	Résultat
se1	551,00	8 549,35	✓

Résumé

Niveau Ew	86,00
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire	98 332,82 MJ
Valeur de référence	114 426,63 MJ
Consommation caractéristique annuelle d'énergie primaire /Ach	153,69 kWh/m2

++ : Probabilité de risque de surchauffe est quasi nulle et les besoins de refroidissement sont quasiment nuls  
Le niveau Ew diminue

-- : -

Caractéristiques	Valeur
Niv K	37
Niv Ew	86
Dépérisions par trans. [W/K]	168
Dépérision par ventil. [W/K]	170
Sfce baie [m²]	24
Inertie	Peu-lourd
Orientation	S-N-E-O
Kh	8549
Probabilité surch. [%]	6%
BE refr [MJ]	465
Volume [m³]	551
Fact. sol.	0,65
Protec. Sol.	-