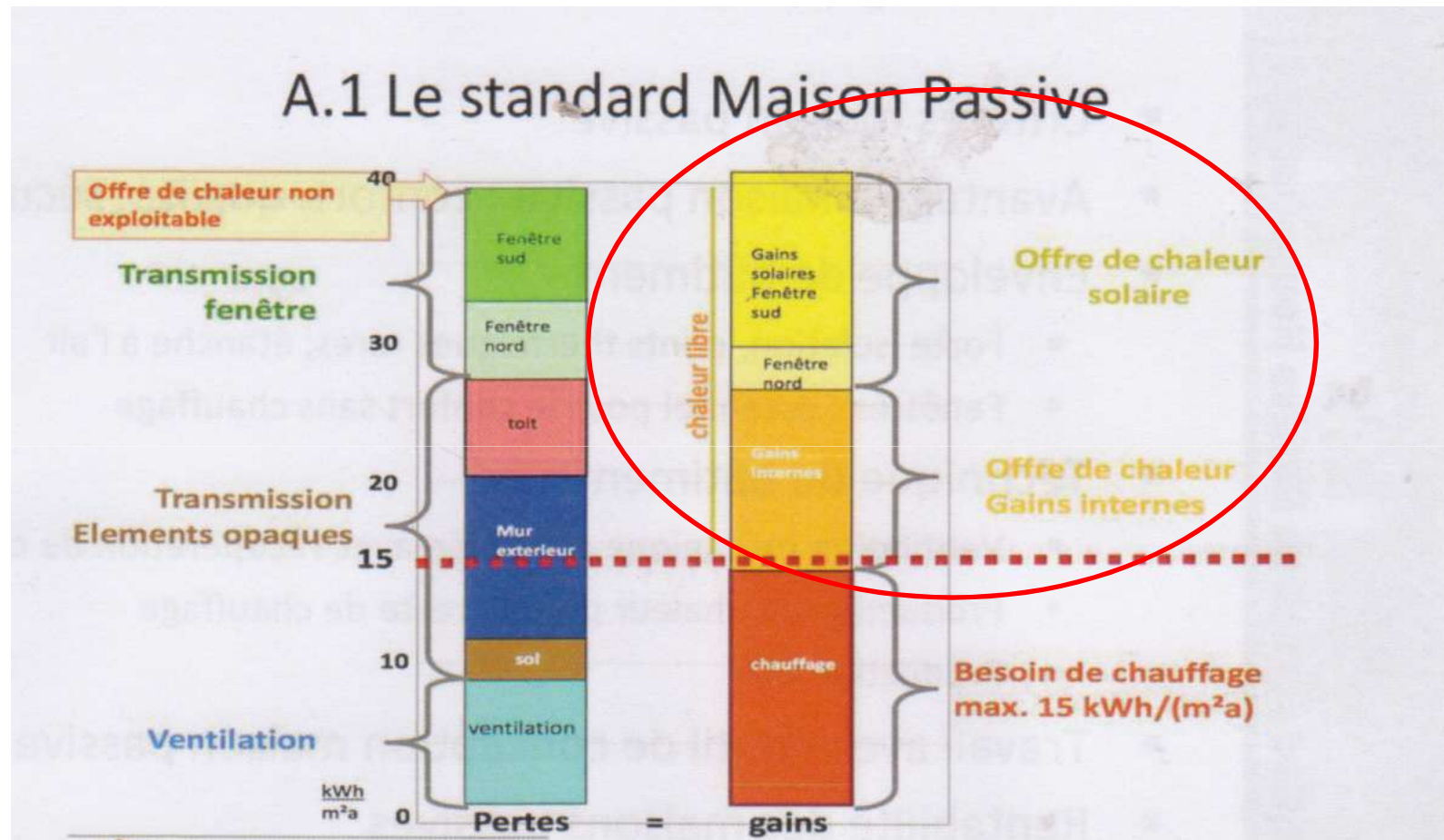




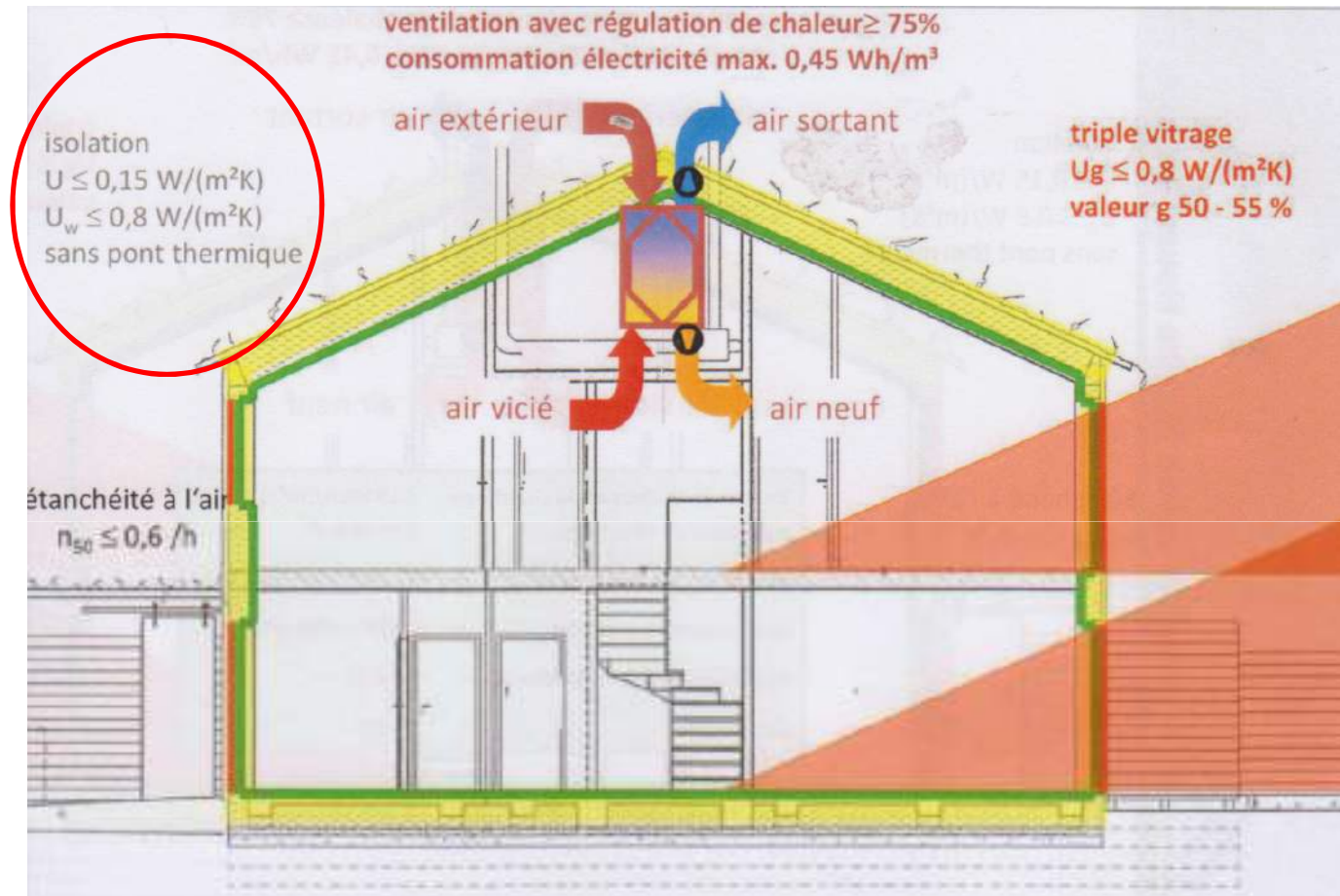
# Appréhender le passif en 2 heures chrono

Ce support de cours vous sera commenté personnellement lors de votre rencontre avec notre équipe

# Le Bilan passif



# Les grandes valeurs d'isolation des parois



Rappel : Epaisseur (m) =  $R \text{ (m}^2\text{K/W)} * \lambda \text{ (W}/(\text{m.K})$

Rappel :  $R \text{ (m}^2\text{K/W)} = 1/U \text{ (W}/\text{m}^2\text{.K})$

Quelle Epaisseur de paroi avec la laine de verre (Th32) pour une brique avec un  $R= 1.15 \text{ (m}^2\text{K/W)}$  ?

# Les apports solaires

## Apports solaires



### Apports solaires :

facteur réduction \* valeur g \* surface fenêtre \* rayonnement global

$$Q_s = r * g * A_w * G$$

$$0,43 * 0,55 * 11,44 \text{ m}^2 * 313 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$= 841 \text{ kWh/a}$$

r = facteur de réduction par :

- la partie châssis,
- l'ombrage,
- la saleté,
- et le rayonnement solaire non perpendiculaire

g = facteur solaire = valeur g

$A_w$  = surface hors tout / brute des menuiseries

G = offre rayonnement globale comme valeur moyenne pendant la période de chauffe.

Calcul particulier selon PHPP pour chaque format de fenêtre.

# Les apports solaires

Orientation des fenêtres	Facteur de réduction voir feuille "Fenêtre"	Facteur solaire (valeur g) (rayon perp.)	Surface m <sup>2</sup>	Rayonnement global kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/a	
nord	0,46	0,50	11,0	86	219	
est	0,00	0,00	0,0	136	0	
sud	0,44	0,50	30,4	270	1816	
ouest	0,40	0,50	2,0	146	59	
horizontal	0,00	0,00	0,0	214	0	
<b>Total des surfaces opaques</b>					<b>189</b>	
<b>Apports solaires Q<sub>s</sub></b>					<b>Total</b>	<b>2283</b>
						<b>14,6</b>

**puissance de chauffe = max(puissance de chauffe jour froid; puissance de chauffe jour couvert)**

Température de calcul	Rayonnement:	nord	est	sud	ouest	horizontal		
Conditions météo 1: -10,6 °C		10	30	90	35	40	W/m <sup>2</sup>	
Conditions météo 2: -1,2 °C		5	5	10	5	10	W/m <sup>2</sup>	
Température du sol pour le calcul: 21,0 °C	Surface		Valeur U		Facteur		Diff. de temp. 1	Diff. de temp.
Parois du bâtiment	Zone de température	m <sup>2</sup>	W/(m <sup>2</sup> K)		toujours 1 (sauf "X")		K	K

jour modéré / couvert

jour froid dégagé

# Les apports solaires et les caractéristiques du vitrage

Les deux critères pour le vitrage

- Critère de confort pour le vitrage
 
$$U_g \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$
 (aujourd'hui des valeurs de 0,60 W/m<sup>2</sup>K sont courantes)
- Critère énergétique pour le vitrage:
 
$$U_g - S \cdot g < 0$$
 (S = 1,6 W/m<sup>2</sup>K pour l'Europe Centrale)

Aujourd'hui mise en œuvre la plus sensée :

$U_g = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$  (EN673)  
 Et  $g = 52 \%$  (EN410).

Critère énergétique  $0,51 - (1,6 \times 0,52) = -0,33 < 0$

Ceci permet d'obtenir ainsi l'hiver en façade sud un bilan net positif




Foto: H. Lübke

A côté du critère de confort du vitrage, on voit ici la formule pour le critère énergétique du vitrage.

Ici on prend en compte le coefficient de déperdition  $U_g$  mais aussi le facteur solaire  $g$ , qui sont rapprochés à l'aide de la valeur  $S$  (quotient du rayonnement moyen sur la différence de température moyenne).

Si l'approximation des déperditions (gain à partir de la formule ci-dessus) est inférieure à 0, le vitrage chauffe en moyenne l'hiver. Les valeurs  $U_g$  et  $g$  se retrouvent sur tous les certificats ([www.passiv.fr](http://www.passiv.fr) / vitrages certifiés).

Les vitrages à protection solaire avec leur faible valeur  $g$  sont inadaptées aux maisons passives en Europe Centrale / de l'Est ainsi qu'en Europe du Nord. le coefficient de gain solaire  $S$  dépend de la région climatique et de l'orientation du soleil. Ils se calculent selon la formule suivante :

$$S = (c \times I) / (G_t \times 24h/d) \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

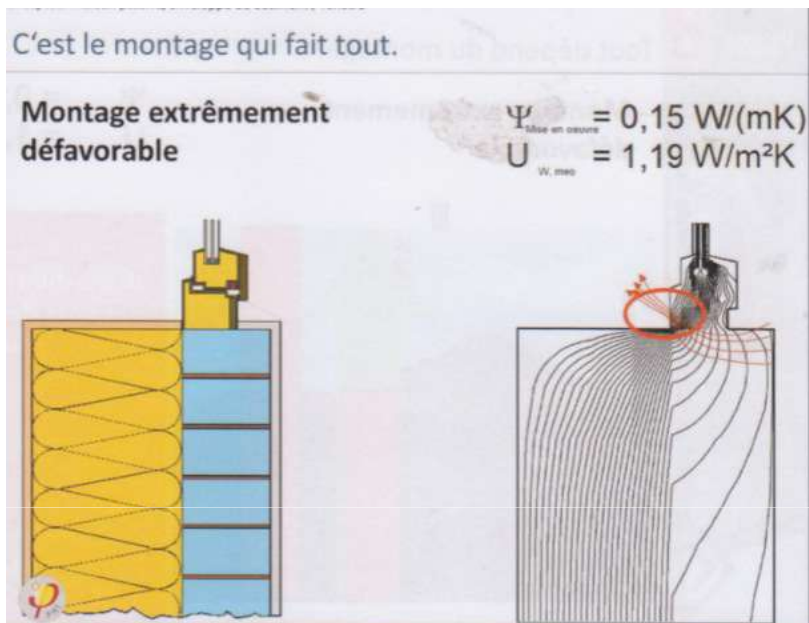
$c$  : facteur de correction part de châssis , orientation, saleté

$I$  : rayonnement moyen ( dépendant du lieu)

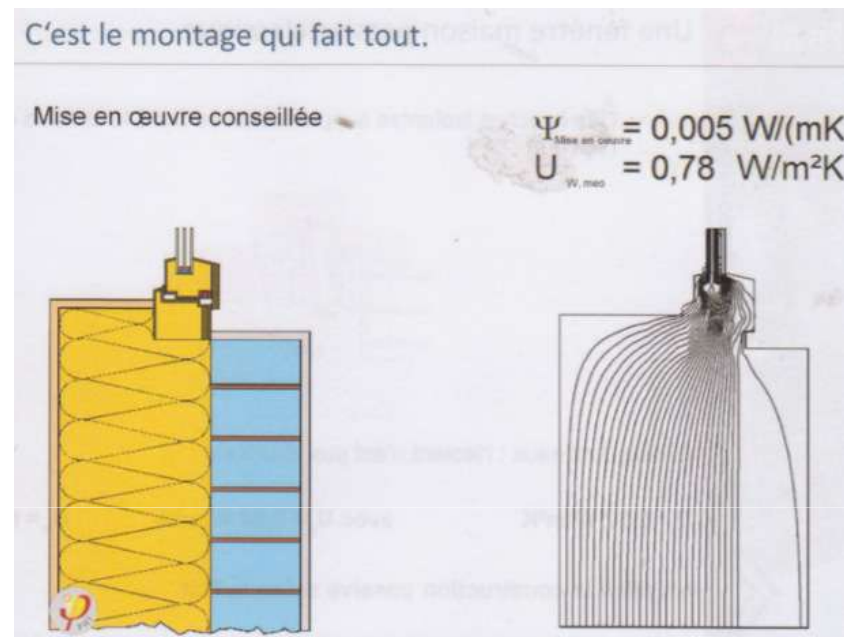
$G_t$  : degrés jour ( voir feuille 118 ff)

La fenêtre est le chauffage de l'avenir. Si l'on calcule la valeur  $U$  équivalente des vitrages maisons passives actuelles, on obtient généralement des valeurs négatives. Un signe négatif décrit un changement de la direction du flux énergie . L'énergie ne s'écoule plus de l'intérieur vers l'extérieur, mais dans le sens inverse.

# L'importance de la mise en œuvre

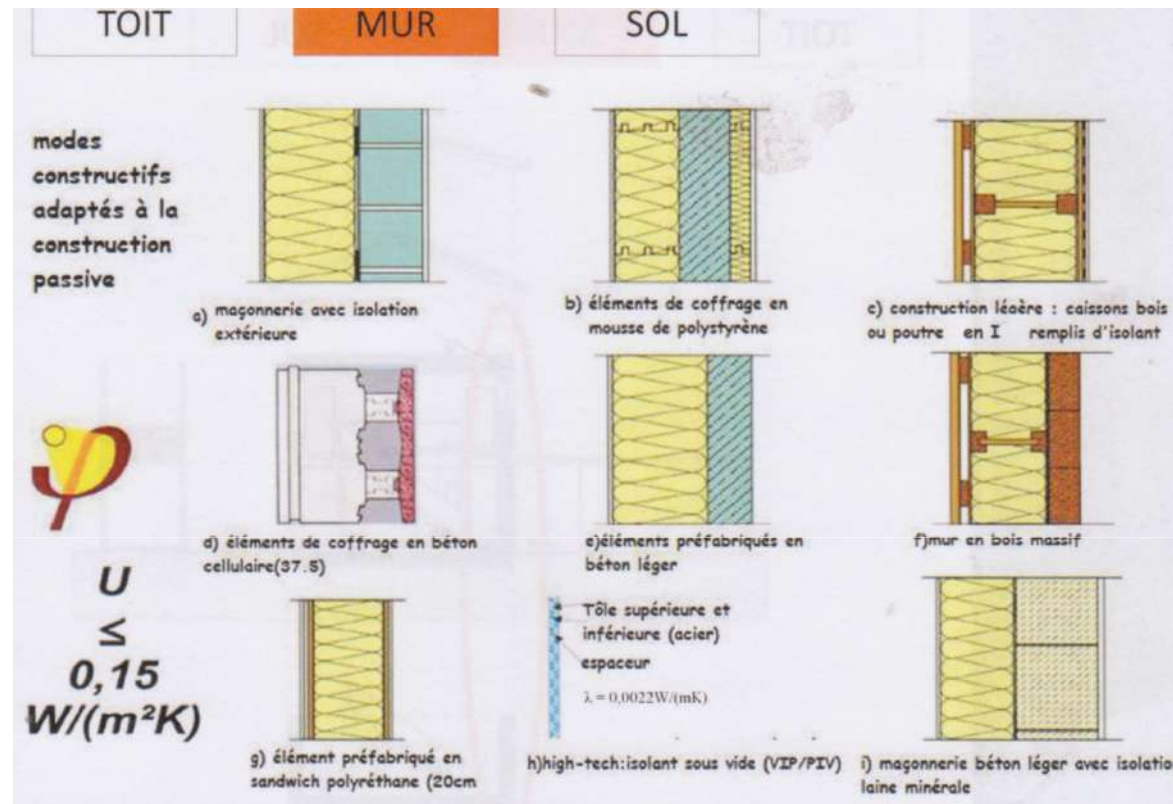


Les situations de mises en œuvre conventionnelles ont des conséquences tragiques. Une valeur Psi de 0,15 W/m<sup>2</sup>K augmente les valeurs de  $U_{\text{W, meo}}$  de plus de 1,2 W/m<sup>2</sup>K. Ce qui est intéressant, c'est qu'on obtient une valeur semblable avec un montage optimisé d'une fenêtre nettement moins chère. Les isothermes se rassemblent au point faible pour faire une « fête de chaleur ». On pourrait aussi parler d'un « jet de chaleur traversant ». ( ligne de flux thermique rouge).



Dans le cas de situations de mise en œuvre optimisées, on atteint des valeurs de Psi de 0 W/mK. Il est très important pour cela que la fenêtre soit placée dans l'isolant et que le dormant soit complètement sur-isolé. La règle pifométrique pour l'épaisseur de la sur-isolation ( sur l'image le long de la partie horizontale du dormant) est de 6 cm.

# Différents types de murs

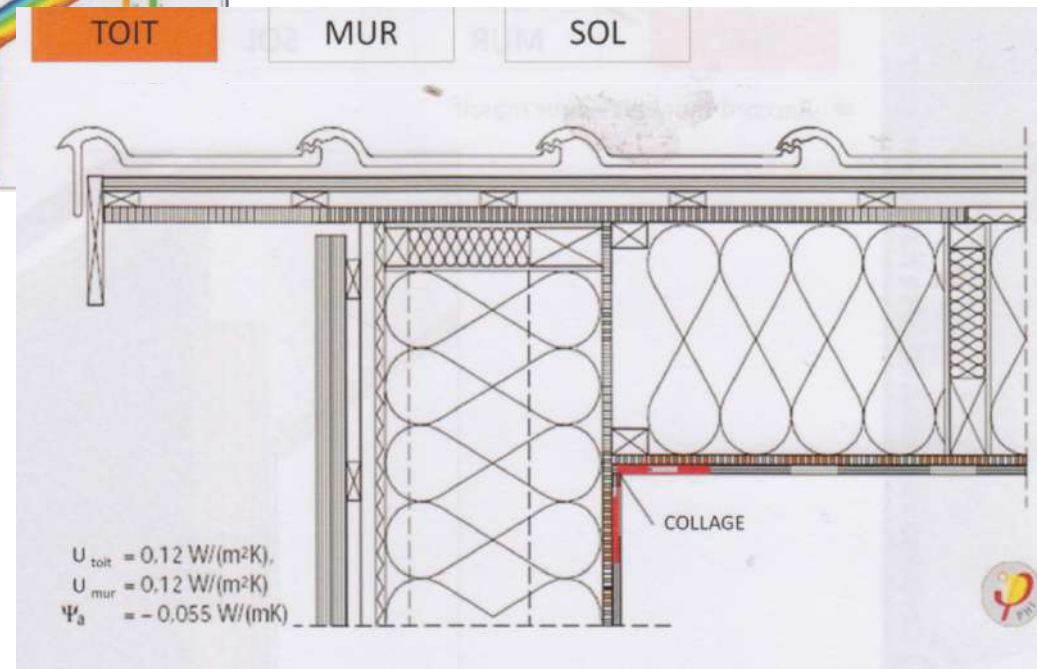
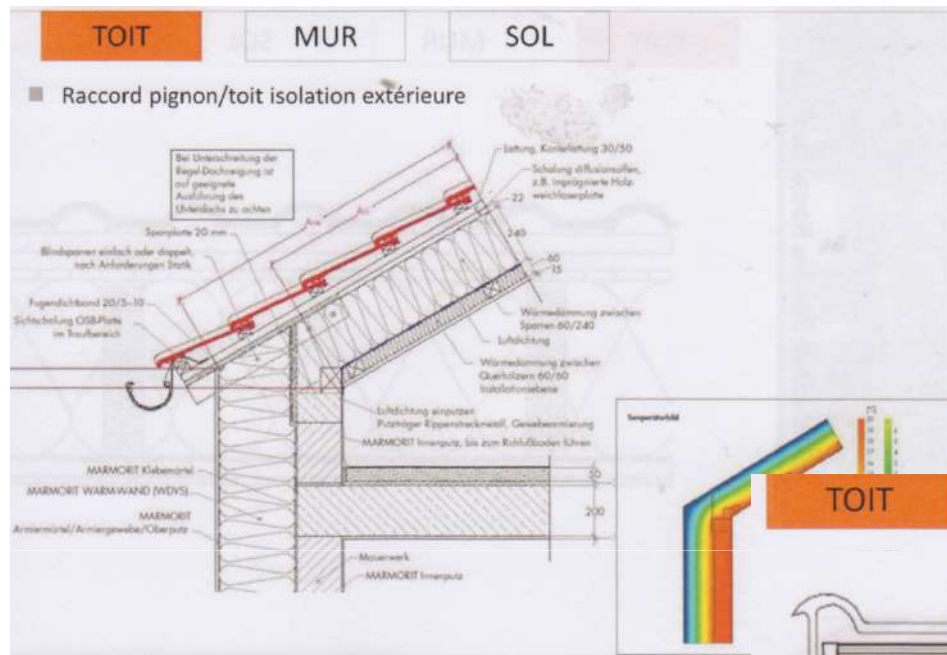


Le terme de maison passive décrit un niveau énergétique: tout comme pour la conception, le mode constructif du bâtiment peut être choisi librement.

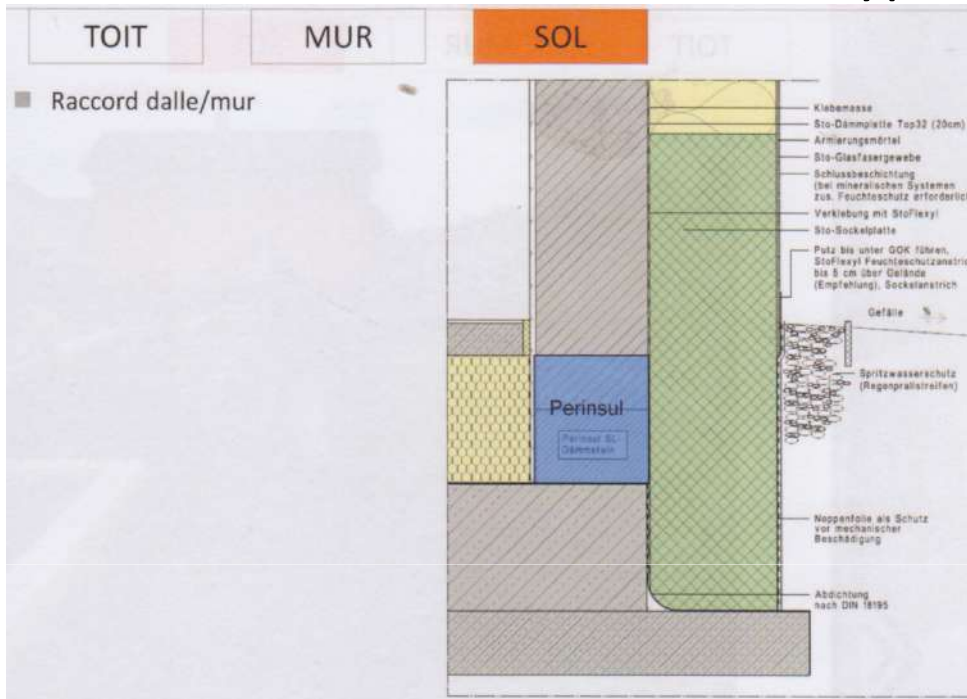
Un grand nombre de modes constructifs sont possibles, de la maçonnerie avec isolation extérieure à de nombreuses variantes de construction bois en passant par les blocs de coffrage en polystyrène les VIP/PIV ou – non représentées – les constructions paille. On peut utiliser des modes constructifs traditionnels adaptés à la construction passive aussi bien que des modes constructifs développés spécialement pour la construction passive.



# Différents types de toitures



# Différents types de planchers



Exemple d'une isolation sur la dalle. Ce qui est important ici c'est le raccord sans pont thermique avec l'isolation montante à l'aide de béton cellulaire (ici présenté en bleu).


Construction d'une dalle de sol avec isolation contenue sous la dalle et remontée sur les bords.

Montage dalle:

Couche de propreté		8cm
Polystyrène expansé $\lambda = 0,040$	20cm	
Dalle		25cm

# La ventilation

**Ventilation**



**Ventilation :**

Volume d'air \* renouvellement d'air équivalent \* capacité calorifique air \* degré heure

$$Q_V = V * n_{\text{équi}} * c_p \rho * G_t$$

296 m<sup>3</sup> \* 0,059 h<sup>-1</sup> \* 0,33 Wh / (m<sup>3</sup> K) \* 78,4 kWh/a  
= 455 kWh/a

**Calcul de déperdition de ventilation :**

- $V_L$  = volume de la pièce = SRE x 2,5m HSP
- SRE = surface de référence énergétique selon PHPP
- $n_{\text{équi}}$  = renouvellement air énergétiquement efficace  
= seulement la partie qui pourra rester dans la maison sans passer par la récupération de chaleur  
=  $n_{L, \text{ventil}} \times (1 - (1 - n_{\text{récup}}) \times (1 - n_{\text{Ech.Geoeth}})) + n_{L, \text{reste}}$
- $n_{L, \text{centrale}}$  = renouvellement air ventilation rapporté à  $V_L$
- $\eta_{\text{récup}}$  = rendement efficace récupération de chaleur selon procédé PHI
- $\eta_{\text{Ech.Geoeth}}$  = rendement de l'échangeur géothermique (puits canadien, à air ou à eau glycolée), calculé sous PH Luft ou PH Erde
- $n_{L, \text{reste}}$  = renouvellement d'air d'infiltration par le puits rapporté à SRE x 2,5m =  $n_{50} \times e \times V_{n50} / V_L$
- $n_{50}$  = renouvellement d'air du test de pression sous 50 Pa de différence de pression
- $V_{n50}$  = volume net du test de pression
- $e$  = coefficient de protection au vent selon EN 13790
- $c_p \rho$  = capacité calorifique de l'air
- $G_t$  = degrés - heure

# Un calcul rapide

Pour concevoir une maison passive il faut avoir quelques notions de thermique du bâtiment et savoir utiliser la feuille de calcul excel PHPP de conception de maison passive.

Cependant, il est possible de dégrossir un projet en faisant un petit bilan simple de puissance de chauffage sur la base d'un calcul normalisé. Ainsi pour la Loire Atlantique, en prenant une température minimale de base de  $-5^{\circ}\text{C}$  pour une ambiance intérieur à  $19^{\circ}\text{C}$ , il faut viser entre autour de 12/13  $\text{W}/\text{m}^2$  de pertes thermiques (la surface de référence est la surface habitable).

Cet ordre de grandeur, permet de garantir le succès d'un projet passif en se passant réellement de chauffage.

Pour faire cette estimation, il faut d'abord réaliser le bilan de toutes les surfaces déperditions et des longueurs de ponts thermiques. Dans le cas de ma maison, il y a environ  $130\text{m}^2$  de mur,  $60\text{m}^2$  de sol,  $60\text{m}^2$  de toiture,  $20\text{m}^2$  de menuiserie et.....309 m de ponts thermiques

En voyant ces métrés, cela coule de source qu'il faudra des ponts thermiques très faibles (vous avez vu la longueur) puis des murs très bien isolés pour se permettre un peu moins d'isolant en sol et toiture. Un tableur excel permettra de trouver par « tâtonnement » les valeurs idéales.

## Un calcul rapide pour l'obligation de triple vitrage

Surfaces	S ou L	U ou $\psi$	UxS ou $\psi$ xL	Puissance (W)	%
mur	130	0,200	26	624	25%
sol	60	0,200	12	288	11%
toit	60	0,150	9	216	8%
menuiseries	20	1,400	28	672	26%
ponts thermiques	309	0,100	31	742	29%
		Total :	106	2542	100%
Objectif passif 12 W/m2 environ				→	23,98

RT 2012

Surfaces	S ou L	U ou $\psi$	UxS ou $\psi$ xL	Puissance (W)	%
mur	130	0,150	20	468	26%
sol	60	0,150	9	216	12%
toit	60	0,150	9	216	12%
menuiseries	20	0,850	17	408	22%
ponts thermiques	309	0,070	22	519	28%
		Total :	76	1827	100%
Objectif passif 12 W/m2 environ				→	17,24

Passif : Non

Surfaces	S ou L	U ou $\psi$	UxS ou $\psi$ xL	Puissance (W)	%
mur	130	0,100	13	312	23%
sol	60	0,100	6	144	10%
toit	60	0,100	6	144	10%
menuiseries	20	0,850	17	408	30%
ponts thermiques	309	0,050	15	371	27%
		Total :	57	1379	100%
Objectif passif 12 W/m2 environ				→	13,01

Passif : Oui

# Un calcul rapide pour l'intérêt financier sur sur-isoler

**Question posé à votre banquier** : Est-il intéressant de mettre plus d'isolant dans une maison pour éviter de mettre un système de chauffage couteux ?

**Votre banquier** : Une isolation cela existe au moins 80 ans sans maintenance, un système de chauffage consomme de l'énergie qui coûte de plus en plus cher, il faut l'entretenir, le renouveler tous les 10 ans : **Oui c'est plus intéressant de mieux isoler.**

**Question posé à votre thermicien** : Peut on estimer les facilement les économies réalisées en rajoutant de l'isolant ?

**Votre thermicien** : C'est assez facile et prenons les hypothèses suivantes pour l'exemple des murs d'une maison de 150 m<sup>2</sup> de surface habitable, soit environ 400 m<sup>2</sup> de surface de murs :

- Projet Classique type RT 2012 : Isolation de 400 m<sup>2</sup> de murs avec 14 cm d'isolant type laine de roche soit un U de 0.26 W/(m<sup>2</sup>.K)
- Projet Passif : Isolation de 400 m<sup>2</sup> de murs avec 40 cm d'isolant type laine de roche soit un U de 0.1 W/(m<sup>2</sup>.K)
- Soit un delta U de  $(0.26 - 0.1) = 0.16$  W/(m<sup>2</sup>.K)

Votre thermicien : Pour calculer les économies en consommation on multiplie le delta U par la surface de paroi et la consommation de référence du lieu ici 84 kWh/a

- soit  $0.16$  W/(m<sup>2</sup>.K) \* 400 m<sup>2</sup> \* 84 kWh/a = 5 973 kWh/a soit 119 460 kWh sur 20 ans
- soit 119 460 kWh \* le prix du kWh en €

Si le prix du kWh est à 0.3 € (prix du kWh électrique en Allemagne aujourd'hui) en valeur lissée **sur les 20 prochaine années, sur la durée de votre prêt l'économie réalisée est de 35 838 €**

