

# Menuiseries extérieures et performance énergétique du bâtiment

---

## Réunion réseau Genep'Y

16/09/2021

VOTRE PARTENAIRE PUBLIC EN ÉCONOMIES D'ÉNERGIE



**ALEC**  
AGENCE LOCALE  
DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT  
Grande Région Grenobloise  
Société Publique Locale

# OBJECTIF DE LA RENCONTRE

- ❑ Mesurer l'importance du choix des menuiseries dans une opération de construction/réhabilitation
- ❑ Comprendre le rôle de la menuiserie dans la performance énergétique du bâtiment
- ❑ Garantir la performance énergétique d'une opération
  - > Ne pas tuer le **gisement d'économie d'énergie** sur les autres lots
  - > Les **clés de la réussite** à chaque phase d'un projet de réhabilitation
  - > Respecter les **exigences** pour mobiliser les subventions
- ❑ Améliorer les pratiques et échanger sur ce qui marche ou ne marche pas
- ❑ Lutter contre les idées reçues





# PROGRAMME 1<sup>ÈRE</sup> SESSION

- A. PERFORMANCE DU BÂTIMENT ET MENUISERIE - ALEC (60min)
- B. AMÉLIORER LES PRATIQUES, RETOURS D'EXPÉRIENCE - CSTB (40MIN)
- C. POUR ALLER PLUS LOIN - Tout public (20MIN)
  - ✓ Temps d'échange
  - ✓ Questions /réponses

# 1 THÈME: 2 SESSIONS

## SESSION 1

- La menuiserie élément clé de la performance du bâtiment
  - I - PERFORMANCE ENERGETIQUE
  - II – QAI
  - III – QUALITE D'USAGE

## SESSION 2

- Pose de menuiserie et stratégie patrimoniale
  - I – LES INTERFACES
  - II – LES PONTS THERMIQUES
  - III – ALORS, RÉNOVATION OU DÉPOSE TOTALE?
- La menuiserie au fil d'une opération
  - I – LA CONCEPTION
  - II – LES CCTP
  - III – LE SUIVI DE CHANTIER
  - IV – LA MAINTENANCE



# PERFORMANCE DU BÂTIMENT ET MENUISERIE

ALEC de Grenoble



○ La menuiserie élément clé de la performance du bâtiment

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Un peu de thermique du bâtiment... la menuiserie extérieure est une paroi déperditive!

| Equivalent                    |  | Mur béton/pierre non isolé |     | Mur brique pleine de 30cm |     | Mur en pisé de 60 cm |     | Brique alvéolaire de 20 cm |     | Mur béton cellulaire de 20 cm |     | Mur + isolant standard de 8 cm |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|--|----------------------------|-----|---------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Déperdition                   | Uw (W/m <sup>2</sup> .K)   | 5                          | 3,5 | 2,4                       | 1,8 | 1,7                  | 1,6 | 1,5                        | 1,4 | 1,3                           | 1,2 | 1,1                            | 1   | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| Résistance thermique          | R (m <sup>2</sup> .K/W)  | 0,2                        | 0,3 | 0,4                       | 0,6 | 0,6                  | 0,6 | 0,7                        | 0,7 | 0,8                           | 0,8 | 0,9                            | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 2,0 |
|                               | R avec volet (ΔR 0,21)   | 0,4                        | 0,5 | 0,6                       | 0,8 | 0,8                  | 0,8 | 0,9                        | 0,9 | 1,0                           | 1,0 | 1,1                            | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,2 |
| Performance atteinte          | Menuiserie + volet / Mur RT 2012 (R,3,7 m <sup>2</sup> .K/W)     | 11%                        | 13% | 17%                       | 21% | 22%                  | 23% | 24%                        | 25% | 26%                           | 28% | 30%                            | 33% | 36% | 39% | 44% | 51% | 60% |
| Coût énergétique (sans volet) | Puis. .en W/m <sup>2</sup> (menuiserie) T°ext. 0° - T°int.20°C   | 100                        | 70  | 48                        | 36  | 34                   | 32  | 30                         | 28  | 26                            | 24  | 22                             | 20  | 18  | 16  | 14  | 12  | 10  |
|                               | NRJ en kWh/m <sup>2</sup> (menuiserie).an 2350 DJU               | 282                        | 197 | 135                       | 102 | 96                   | 90  | 85                         | 79  | 73                            | 68  | 62                             | 56  | 51  | 45  | 39  | 34  | 28  |
|                               | Coût en €/m <sup>2</sup> (menuiserie).an chauffage elec. à 18cts | 51                         | 36  | 24                        | 18  | 17                   | 16  | 15                         | 14  | 13                            | 12  | 11                             | 10  | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   |

Expression de la performance des menuiseries en Uw

Menuiserie non performante du simple vitrage au bois faible double vitrage

Menuiserie moyennement performante couramment vue dans les programmes

Menuiserie performante

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Un peu de thermique du bâtiment...

-> une enveloppe performante est une enveloppe bien isolée, **isolée de façon continue!**

-> chaque menuiserie peut être considérée comme une **rupture d'isolation!**



-> la menuiserie est **une paroi froide** qui influence le **confort thermique ressenti par les usagers**



# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Un peu de thermique du bâtiment... valeur guide RT2012 mur ->  $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

| Equivalent                    |  | <i>Mur béton/pierre non isolé</i> |     | <i>Mur brique pleine de 30cm</i> |     | <i>Mur en pisé de 60 cm</i> |     | <i>Brique alvéolaire de 20 cm</i> |     | <i>Mur béton cellulaire de 20 cm</i> |     | <i>Mur + isolant standard de 8 cm</i> |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Déperdition                   | Uw (W/m <sup>2</sup> .K)   | 5                                 | 3,5 | 2,4                              | 1,8 | 1,7                         | 1,6 | 1,5                               | 1,4 | 1,3                                  | 1,2 | 1,1                                   | 1   | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| Résistance thermique          | R (m <sup>2</sup> .K/W)  | 0,2                               | 0,3 | 0,4                              | 0,6 | 0,6                         | 0,6 | 0,7                               | 0,7 | 0,8                                  | 0,8 | 0,9                                   | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 2,0 |
|                               | R avec volet ( $\Delta R$ 0,21)                                  | 0,4                               | 0,5 | 0,6                              | 0,8 | 0,8                         | 0,8 | 0,9                               | 0,9 | 1,0                                  | 1,0 | 1,1                                   | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,2 |
| Performance atteinte          | Menuiserie + volet / Mur RT 2012 (R,3,7 m <sup>2</sup> .K/W)     | 11%                               | 13% | 17%                              | 21% | 22%                         | 23% | 24%                               | 25% | 26%                                  | 28% | 30%                                   | 33% | 36% | 39% | 44% | 51% | 60% |
| Coût énergétique (sans volet) | Puis. .en W/m <sup>2</sup> (menuiserie) T°ext. 0° - T°int.20°C   | 100                               | 70  | 48                               | 36  | 34                          | 32  | 30                                | 28  | 26                                   | 24  | 22                                    | 20  | 18  | 16  | 14  | 12  | 10  |
|                               | NRJ en kWh/m <sup>2</sup> (menuiserie).an 2350 DJU               | 282                               | 197 | 135                              | 102 | 96                          | 90  | 85                                | 79  | 73                                   | 68  | 62                                    | 56  | 51  | 45  | 39  | 34  | 28  |
|                               | Coût en €/m <sup>2</sup> (menuiserie).an chauffage elec. à 18cts | 51                                | 36  | 24                               | 18  | 17                          | 16  | 15                                | 14  | 13                                   | 12  | 11                                    | 10  | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   |

Une performance d'enveloppe homogène est difficilement atteignable, **mais on peut s'en rapprocher.**

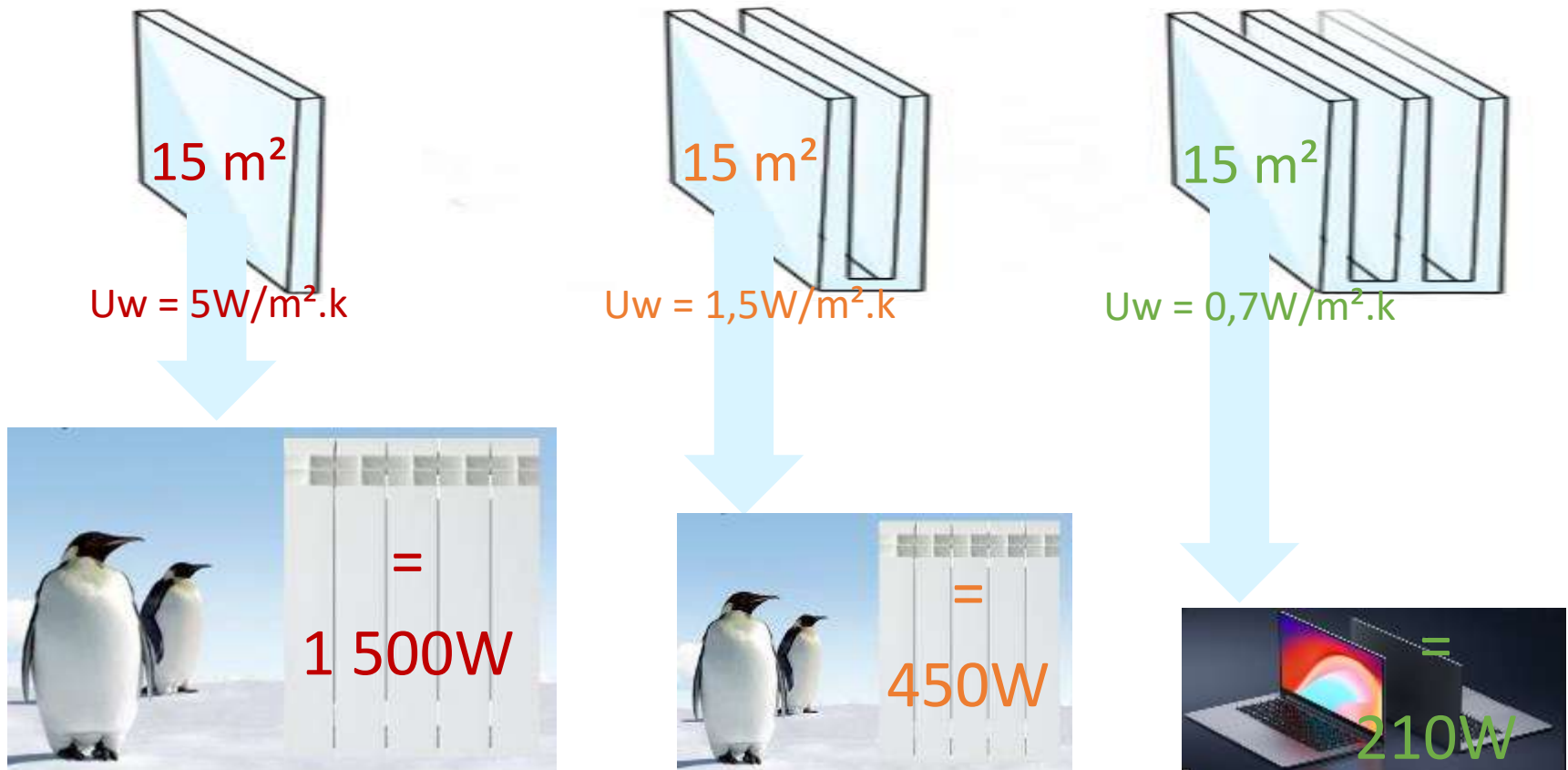
Les standards actuels pratiqués ne parcourent que **20 à 25%** du chemin de la performance.



# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

**Puissance déperditive...** exemple maison RT 2012 de 90m<sup>2</sup>  
(Text=0°;Tint=20°C)

**Surface vitrée = 1/6 Shab**



# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Traduction en **dépense énergétique**... Maison RT 2012 de 90m<sup>2</sup>

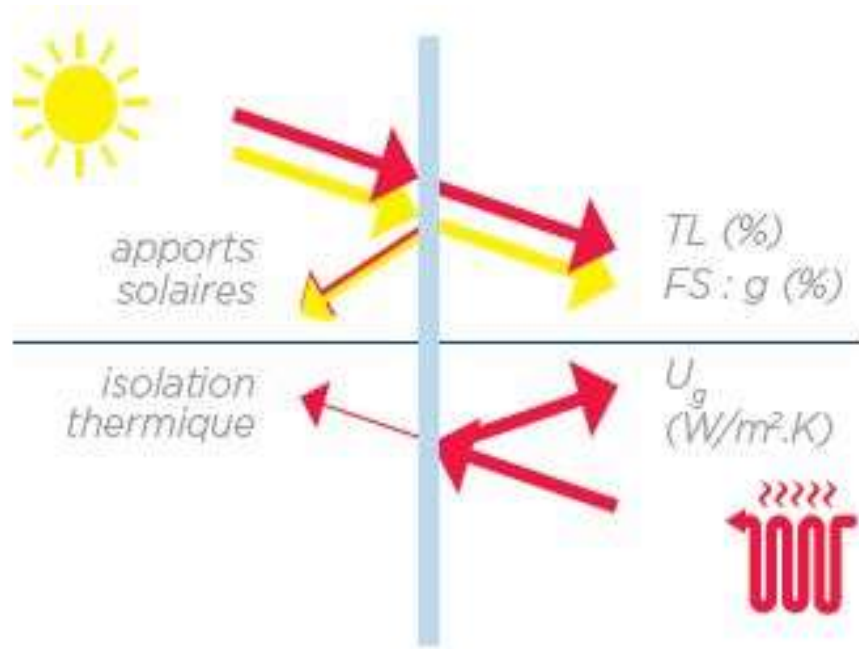


Une déperdition c'est de l'énergie (kWh) - un coût (€)

*Hypothèses 2350 DJU et chauffage élec. à 18cts/kWh*

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

La menuiserie est aussi un **contributeur énergétique!**



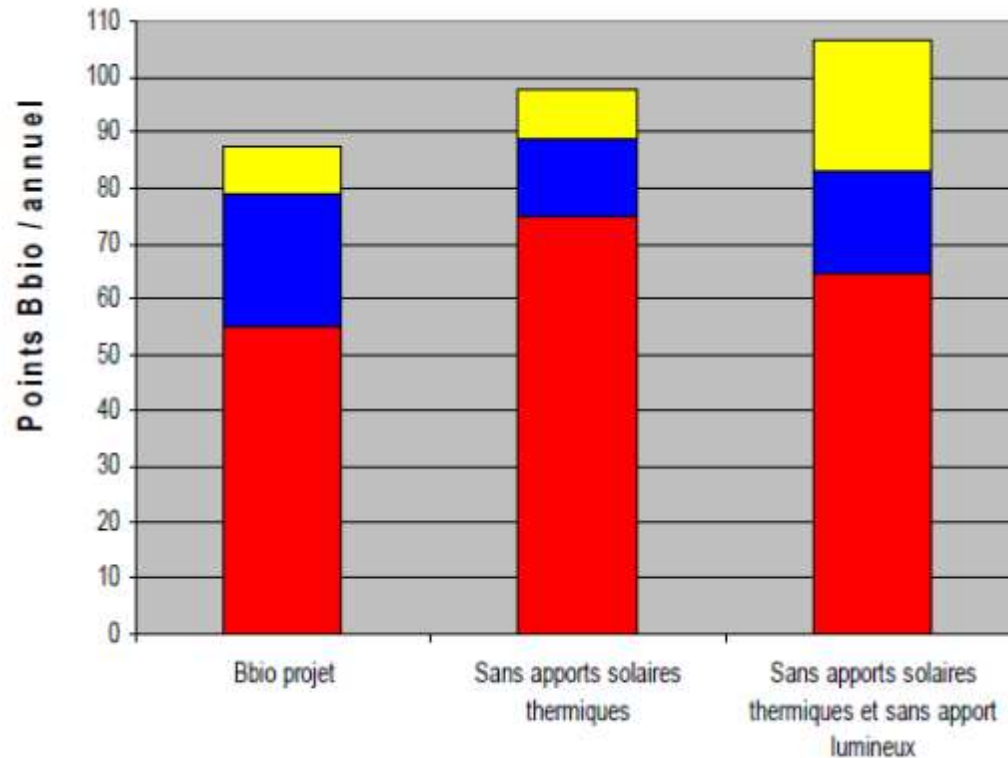
Les **apports solaires**, des apports énergétiques **verts et gratuits**

Fs élevé = ↓ de consommation de chauffage

TL élevé = ↓ d'éclairage artificiel

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Impact des apports solaires sur **besoin énergétique d'un bâtiment**



Exemple de calcul de BBIO

Besoin énergétique global ↑

-> sans apport solaire thermique

-> sans apport solaire lumineux

éclairage

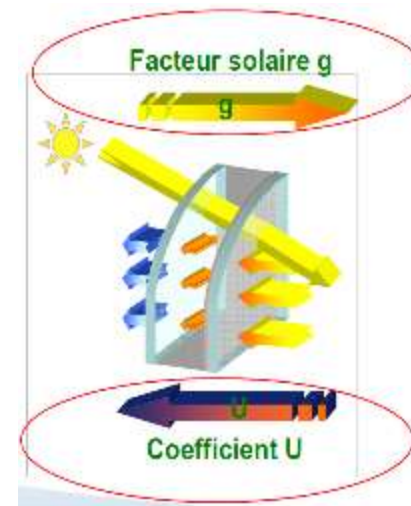
froid

chaud

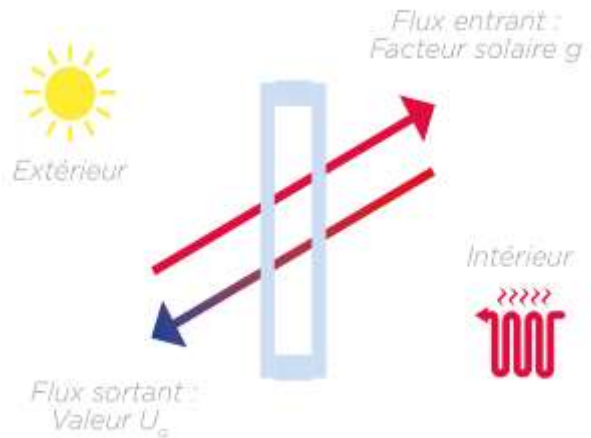
# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

**Balance énergétique:** résultat entre déperditions et apports

La balance énergétique d'un mur est -  
Celle d'une fenêtre peut être + (orientation)



Le coefficient  $S_w$  est le coefficient qui traduit le facteur solaire sur l'ensemble de la menuiserie (frame + glass)



La meilleure menuiserie n'est pas :

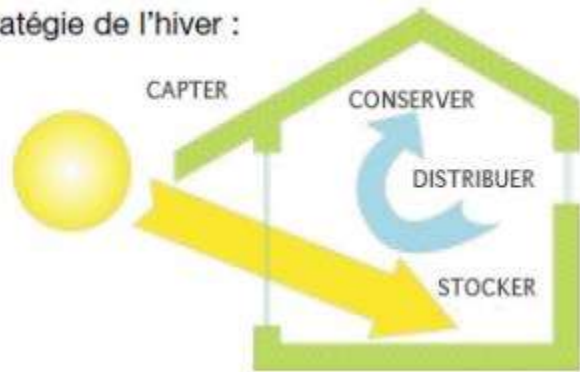
- la + isolante (coef.  $U_w$  le + bas)
- la plus productive (coef.  $S_w$  le + haut)

Elle est le meilleur compromis entre les 2

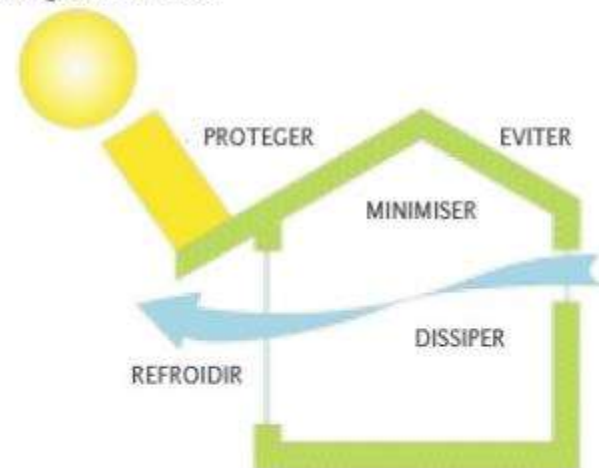
# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

La menuiserie, alliée de la **stratégie bioclimatique**

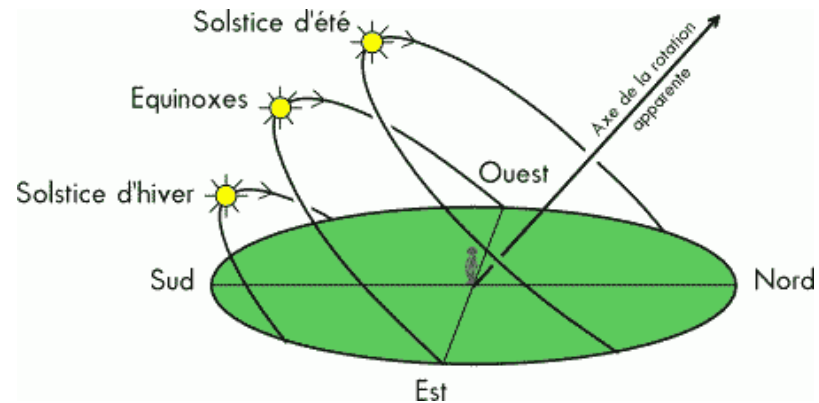
Stratégie de l'hiver :



Stratégie de l'été :



Les menuiseries, en fonction de leur **orientation**, captent l'énergie solaire dont une partie va être valorisée sur le besoin de chauffage et d'éclairage



**Nord** < Qté NRJ < **Sud**

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## Impact de l'orientation sur la balance énergétique

Attention, ces valeurs sont valables pour un triple vitrage avec un facteur g élevé. Si vitrage avec facteur g plus faible, les apports seront amoindris, et si le Ug est plus élevé, les déperditions thermique seront croissantes. Avec un Ug de 1,1 (=double vitrage classique), les déperditions sont à multiplier par presque 2 sur toutes les orientations.

|                                   | Vitrage<br>Sud | Vitrage<br>Est - Ouest | Vitrage<br>Nord | Murs<br>opaque |
|-----------------------------------|----------------|------------------------|-----------------|----------------|
| Gains solaires                    | + 115          | + 69                   | + 49            | 0              |
| Pertes thermiques                 | - 56           | - 56                   | - 56            | - 10           |
| Balance NRJ<br>kWh/m <sup>2</sup> | +59            | +13                    | - 7             | - 10           |

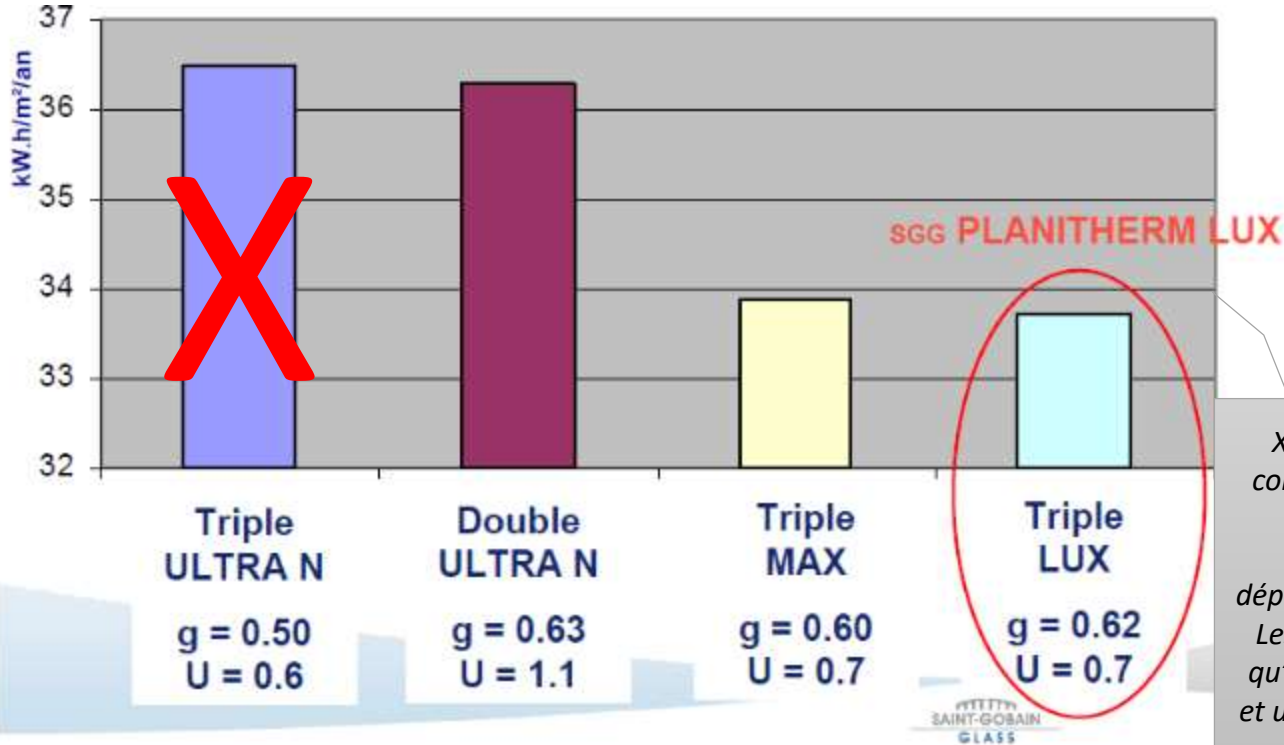




# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Comparatif performance de vitrage et impact sur le besoin de chauffage

## Besoin de chauffage



**Maison Mozart  
(CSTB)**

Climat de NANCY  
100m<sup>2</sup> BBC  
Surface fenêtre =  
20% sol  
Std TRNSYS

X: le premier triple vitrage montre la contre performance d'un vitrage isolant avec un facteur solaire insuffisant.  
Le double vitrage concède bcp de déperditions malgré un excellent facteur g  
Les 2 derniers triples vitrages montrent qu'il y a peu de différence entre un g 0,6 et un g 0,62 (donc pas besoin de pinailler)

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## Focus sur l'étanchéité à l'air du bâtiment

L'étanchéité à l'air du bâtiment conditionne :  la performance énergétique  
 le confort

|                 | Niveau d'étanchéité à l'air | Besoins en chauffage du bâtiment |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Niveau passif → | 0,6 vol/h                   | 15 kWh/m <sup>2</sup>            |
|                 | 1,5 vol/h                   | 22 kWh/m <sup>2</sup>            |
|                 | 7,8 vol/h                   | 77 kWh/m <sup>2</sup>            |

Exemple sur un bâtiment de 85 m<sup>2</sup> à paramètres constants

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## L'étanchéité à l'air du bâtiment: les enjeux

Qualité d'étanchéité



Risque d'inétanchéité à l'eau  
Déperditions élevées  
QAI  
Confort usagers (thermique, acoustique...)



Performances minimisées dans un bâtiment bien isolé  
-> détériore le Rdt global d'un système de VMC DF  
Perturbation QAI



Peu de déperditions mais **nécessité** d'un système de ventilation contrôlée

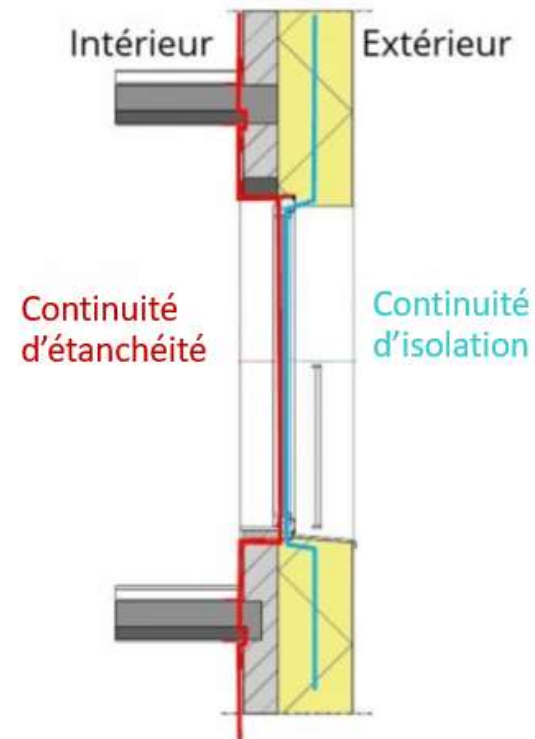
# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## Interaction menuiserie et étanchéité à l'air du bâtiment

La menuiserie joue un rôle déterminant dans l'étanchéité à l'air du bâtiment

-> encore plus vrai pour les systèmes constructifs béton

*Sur les ossatures bois, les menuiseries sont importantes, néanmoins, l'étanchéité est complexe à traiter en surface de mur et liaisons ossatures*



(Source: Séminaire Bâtiment Durable, Bruxelles Environnement)

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

## Étanchéité à l'air d'une menuiserie

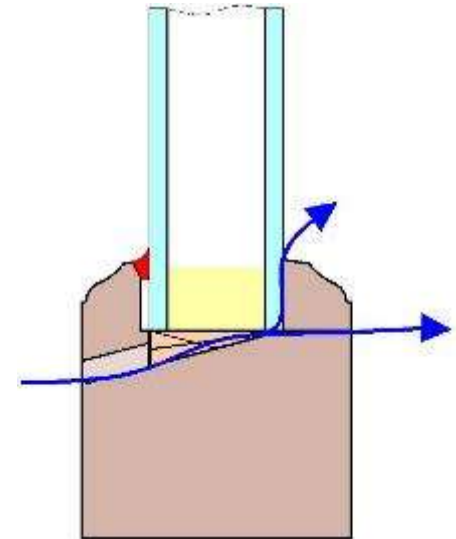
Liaisons ouvrant/dormant



Assemblages



Parclozes



**Accessibilité** -> seuil réduit et absence de seuil =étanchéité

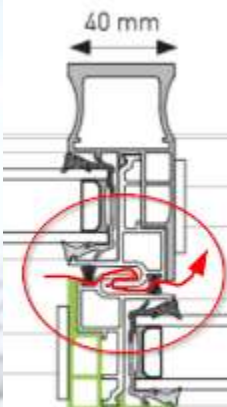


# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Étanchéité à l'air d'un coulissant

Coulissant à chicane et joints balais **fuyard**

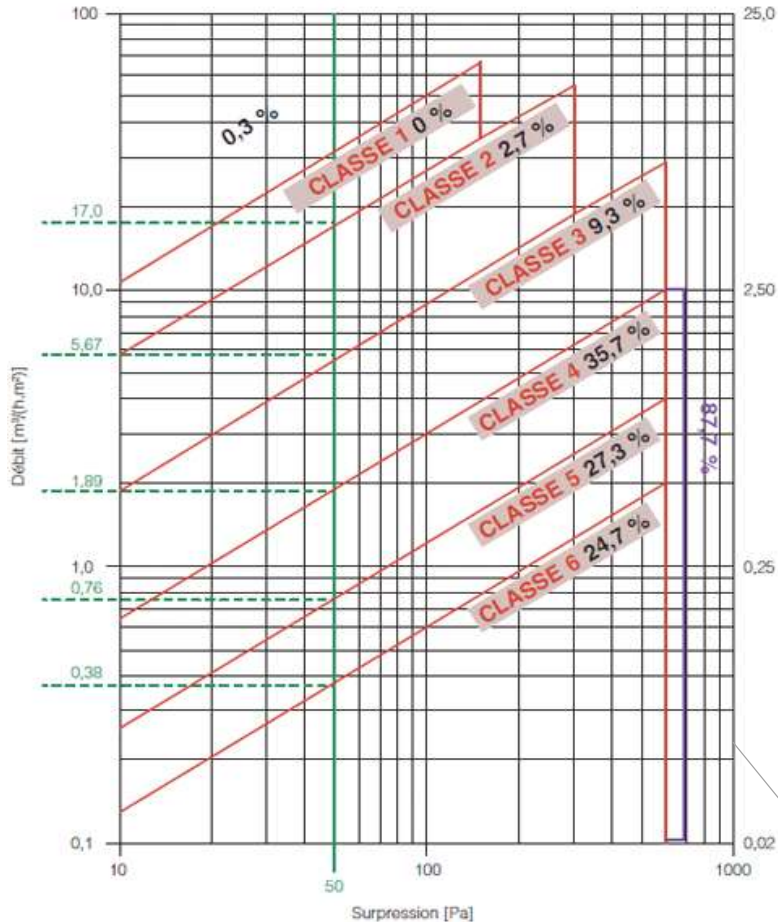
Coulissants à levage **mieux**  
ou  
à translation/frappe **l'idéal**



Pas de compression = mauvaise étanchéité ☹️

# LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Mesurer la performance du produit pour garantir l'étanchéité à l'air



Source : <https://www.cstc.be>



AEV : classement air de 0 à 4 (A)

Dans la **classe 4**, écart de pertes de **800%** entre les moins performantes et les meilleures menuiseries.

-> pourquoi pas de classe 5,6 et +?

Classes 5 et 6 pas validées par le Comité européen de normalisation (CEN) et n'ont donc pas encore été intégrées à la norme NBN EN 12207.

Sur 300 fenêtres testées, 87 % sont à minima classe 4 dont plus de la moitié (60%) pourraient être dans les classes 5 et 6

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Etanchéité à l'air de la pose

Joint mousse imprégnée  
adapté à l'espace à combler

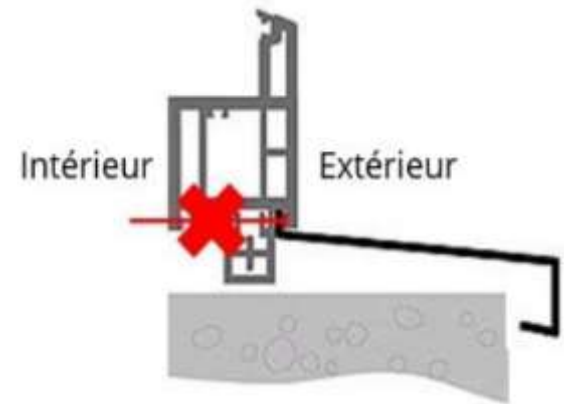


membrane + adhésif



*Sur les ossatures bois, les menuiseries sont importantes, néanmoins, l'étanchéité est complexe à traiter en surface de mur et liaisons ossatures*

!! Percement/fixation



Liaisons menuiserie/support de pose -> **respect du DTU 36.5**  
Pas de mousse polyuréthane en bombe en calfeutrement principal !





# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Mesurer la performance de la pose pour garantir l'étanchéité à l'air



*Déperditions par infiltration= jusqu'à 20%  
des déperditions d'un bâtiment.*

Les tests d'infiltrométrie à la porte soufflante : seuls tests permettant de garantir l'étanchéité à l'air.

## Faite un test intermédiaire !

Seul moyen de corriger les défauts avant finition

RT 2012-> **Q4**pa<sub>surf</sub>

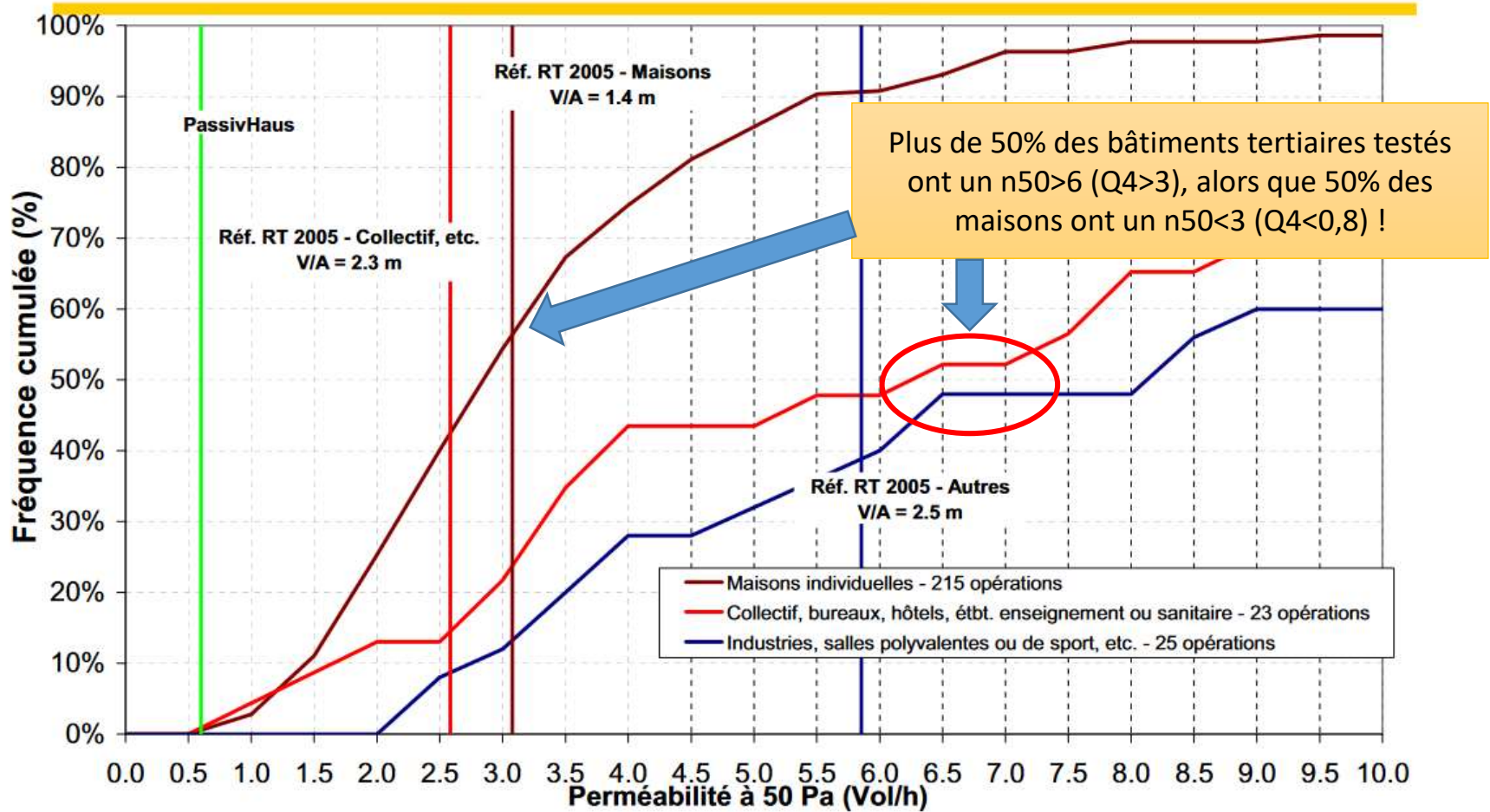
- 0,6 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) logement indiv.
- 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) logement collectif
- 1,7** m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) tertiaire

Observatoire BBC – EFFINERGIE 2016 :

La valeur de Q4Pa<sub>surf</sub> = 0.80 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) est atteignable

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Une bonne étanchéité à l'air est atteignable !



Source : Extraction de la base de données du CETE de Lyon - Juillet 2006

# I – LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Étanchéité à l'air du bâtiment, la responsabilité des menuiseries

*Conclusion: minimum classe 4!*

Part du n50 due aux fenêtres en fonction du classement AEV

| Analyse statistique (percentile) | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 | Classe 6 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Minimum                          | 0,04     | 0,01     | 0,01     | 0,00     |
| 10 %                             | 0,27     | 0,09     | 0,04     | 0,02     |
| 20 %                             | 0,32     | 0,11     | 0,04     | 0,02     |
| 30 %                             | 0,35     | 0,12     | 0,05     | 0,02     |
| 40 %                             | 0,38     | 0,13     | 0,05     | 0,03     |
| Moyenne                          | 0,44     | 0,15     | 0,06     | 0,03     |
| 60 %                             | 0,45     | 0,15     | 0,06     | 0,03     |
| 70 %                             | 0,49     | 0,16     | 0,07     | 0,03     |
| 80 %                             | 0,54     | 0,18     | 0,07     | 0,04     |
| 90 %                             | 0,63     | 0,21     | 0,08     | 0,04     |

*Les classes 5 et 6 n'existent pas, il s'agit d'une extrapolation des meilleures en classe 4*

L'étude statistique synthétise les résultats de 5 600 bâtiments étudiés.

**La classe 6 représente entre 0 et 4%** des déperditions d'enveloppe! Contre près de la moitié en classe 3

## II – LA QUALITE DE L’AIR INTERIEUR (QAI)

### Interaction menuiserie et ventilation

Menuiserie

=

Etanchéité

=

Désordre



*Le renouvellement de l’air peut être mécanique, naturel, manuel ou encore hybride  
Le renouvellement de l’air peut se faire par extraction ou surpression. Dans tous les cas, les entrées d’air servent d’équilibrage de la pression de l’air dans le volume ventilé.*

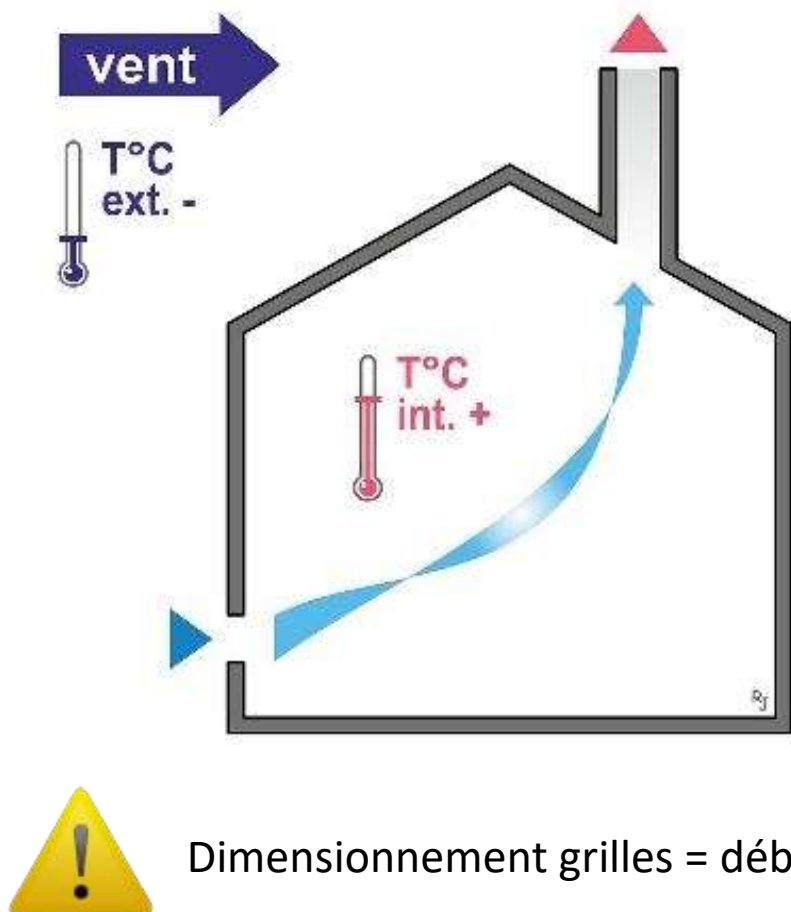


Il est **impératif** d’assurer un renouvellement de l’air suffisant pour éviter les pathologies liées au bâti et les problématiques sanitaires.

**Sauf VMC double flux, surtout pas d’entrée d’air!**

## II – LA QUALITE DE L’AIR INTERIEUR (QAI)

Interaction menuiserie et ventilation naturelle ou manuelle



Pression exercée en façade +  
Amplitude thermique  
=  
Tirage thermique

*Si réseau aéraulique de tirage existant  
avec reprise d'air dans les sanitaires,  
grilles uniquement dans les pièces sèches.  
Sinon grilles dans toutes les pièces,  
sanitaires compris!*

Dimensionnement grilles = débit réglementaire (RSdT ou code du travail)

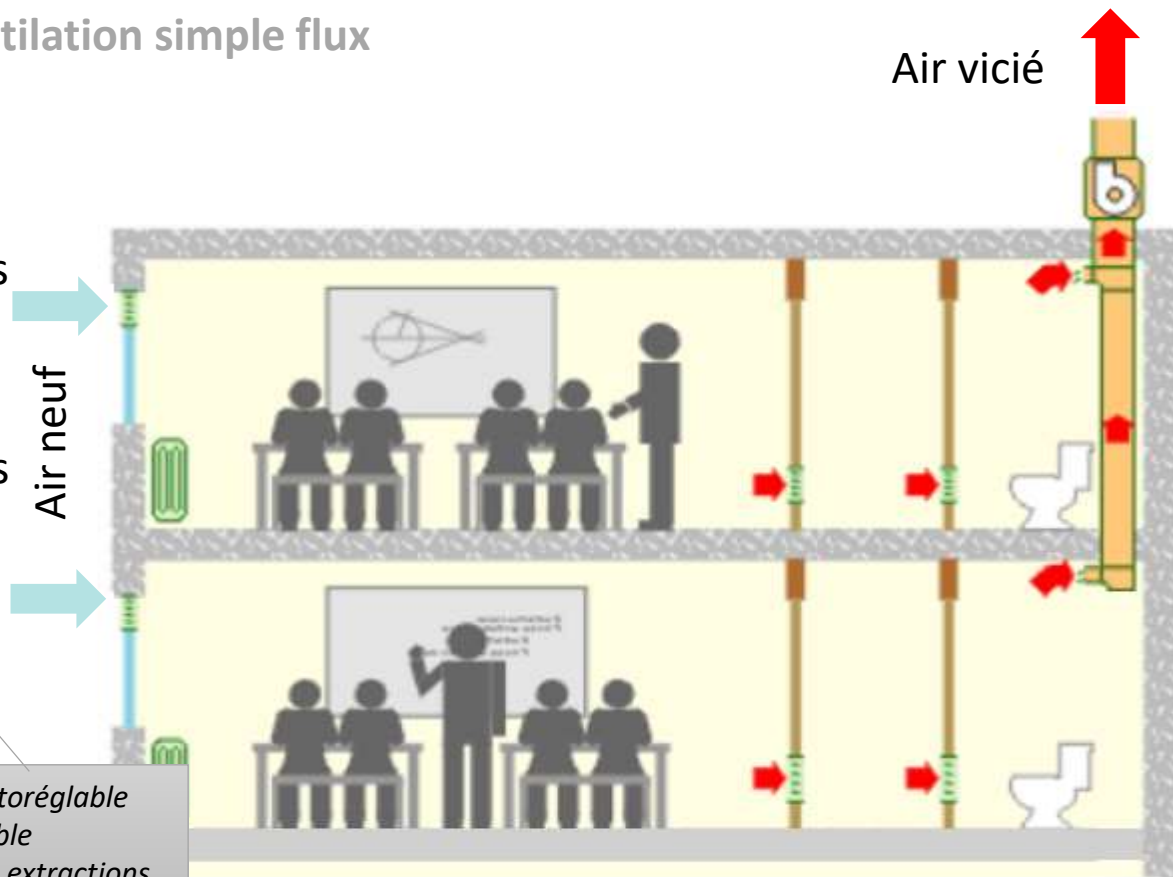
## II – LA QUALITE DE L’AIR INTERIEUR (QAI)

### Interaction menuiserie et ventilation simple flux

La VMC extrait l’air vicié selon les débits réglementaires

En insufflation, le sens des débits est inversé

Les grilles peuvent être auto réglables ou hygro réglables



VMC auto réglable et hygro réglable A = grille autoréglable  
VMC hygro réglable B = grille hygro réglable  
Les entrées d’air compensent à débit équivalent les extractions

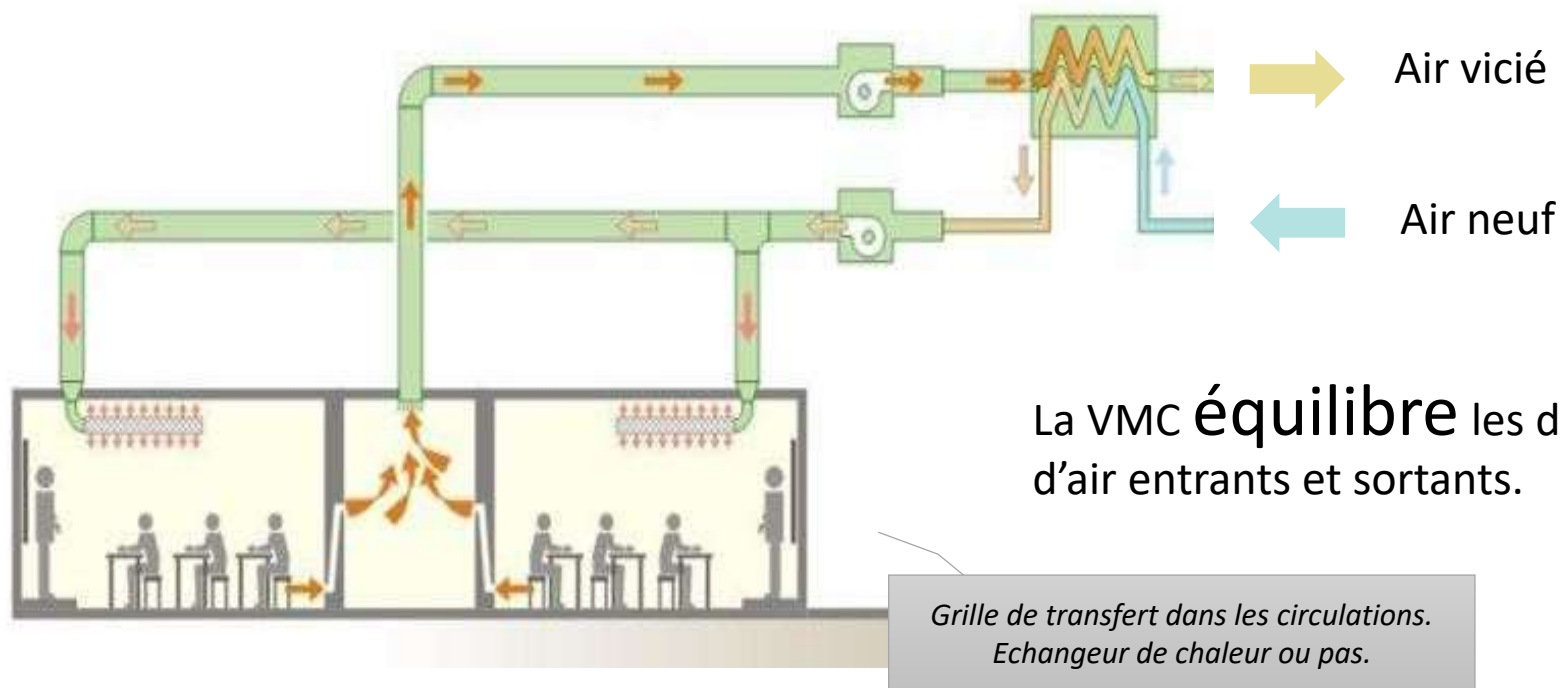


Dimensionnement grilles = débit max VMC

Les entrées d’air doivent être positionnées dans les pièces sèches

## II – LA QUALITE DE L’AIR INTERIEUR (QAI)

### Interaction menuiserie et ventilation double flux



L'enveloppe doit être parfaitement étanche.

Les menuiseries ne doivent pas avoir d'entrées d'air

# III – LA QUALITE D’USAGE

La menuiserie au centre de la **qualité d’usage**



Qualité de l’air

Accessibilité



Ergonomie  
d’utilisation



Etanchéité



Sécurité incendie



Sécurité  
des biens



Sécurité des  
personnes



Confort  
estival



Confort d’hiver



Confort  
lumineux



Confort  
visuel



Confort  
acoustique





# III – LA QUALITE D’USAGE

La menuiserie au centre de la **qualité d’usage**



Qualité de l’air

Accessibilité



Ergonomie  
d’utilisation



Etanchéité



Sécurité incendie



Sécurité  
des biens



Sécurité des  
personnes

Faites le choix  
de la  
**QUALITE...**

Confort  
estival



Confort d’hiver



Confort  
lumineux



Confort  
visuel



Confort  
acoustique



## III – LA QUALITE D’USAGE

...pour garantir le confort d’hiver

*La menuiserie est souvent à l’origine de tension entre usagers et exploitants/gestionnaires de patrimoine. Malgré un consigne de confort respectée, la menuiserie peut être source d’inconfort thermique pour les usagers. Conséquence, soit les bâtiments sont surchauffés, soit les convecteurs électriques d’appoint pullulent.*

Paroi  
froide



Entrée d’air froid

Défaut  
d’étanchéité

## III – LA QUALITE D’USAGE

...pour garantir le confort d’été



## III – LA QUALITE D’USAGE

Film solaire ou Verre à contrôle solaire, qu’en penser?

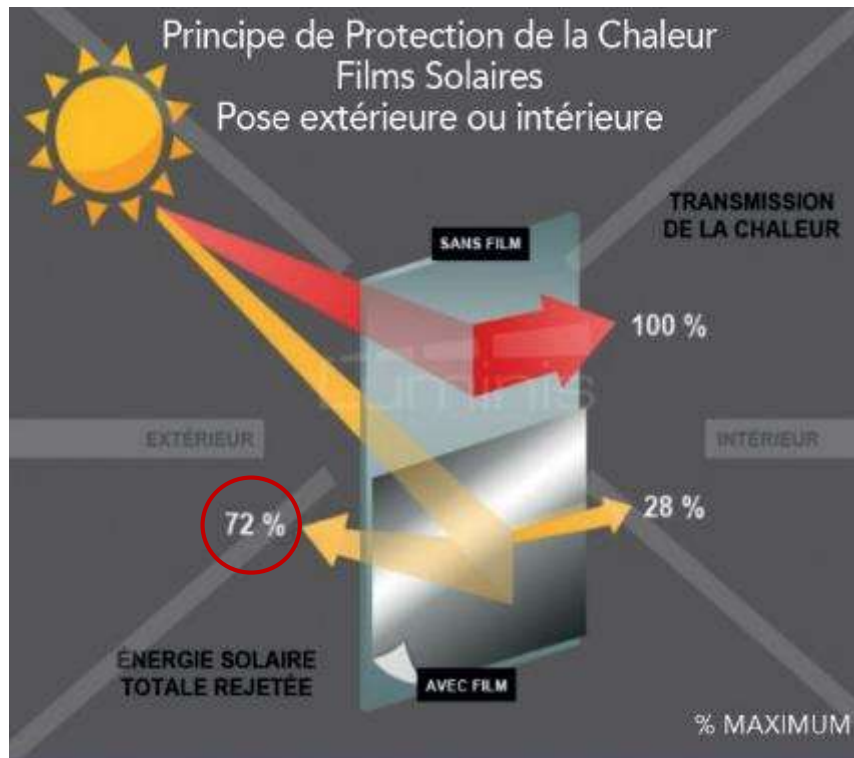
Efficace mais

=

Réduction des apports solaires

thermique et lumineux

Été et Hiver



Privilégier les protections extérieurs (occultations, avancé de toit, bandeaux latéraux, végétalisation caduque...)

## III – LA QUALITE D’USAGE

...pour garantir l’acoustique, la sécurité des biens ou des personnes

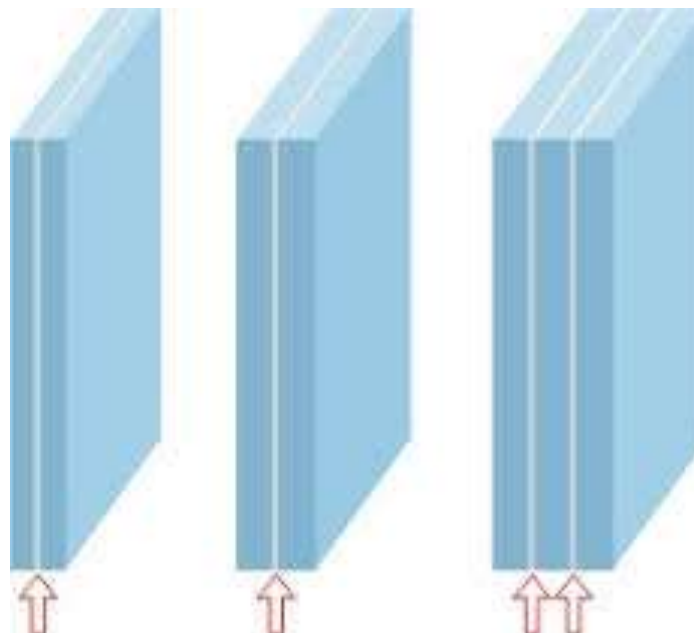
Vitrage feuilleté ou verre trempé

=

verre + épais

=

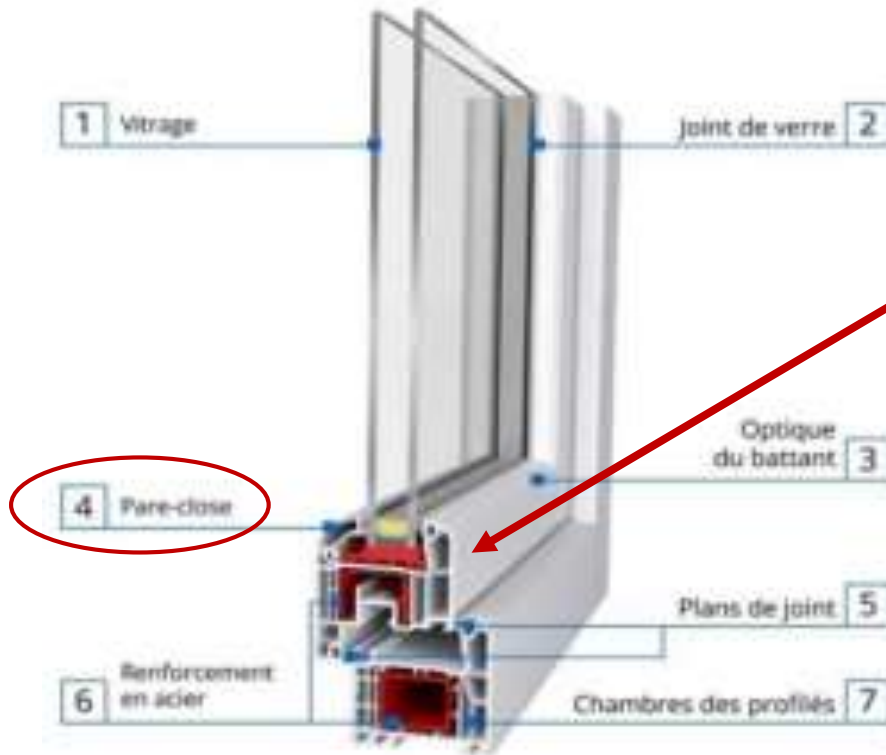
Lame d’air - large



Privilégier les châssis épais (mini 70 mm), avec plusieurs combinaison de parcloles pour préserver la lame d’air à 16 mm

## III – LA QUALITE D’USAGE

...attention aux verres épais



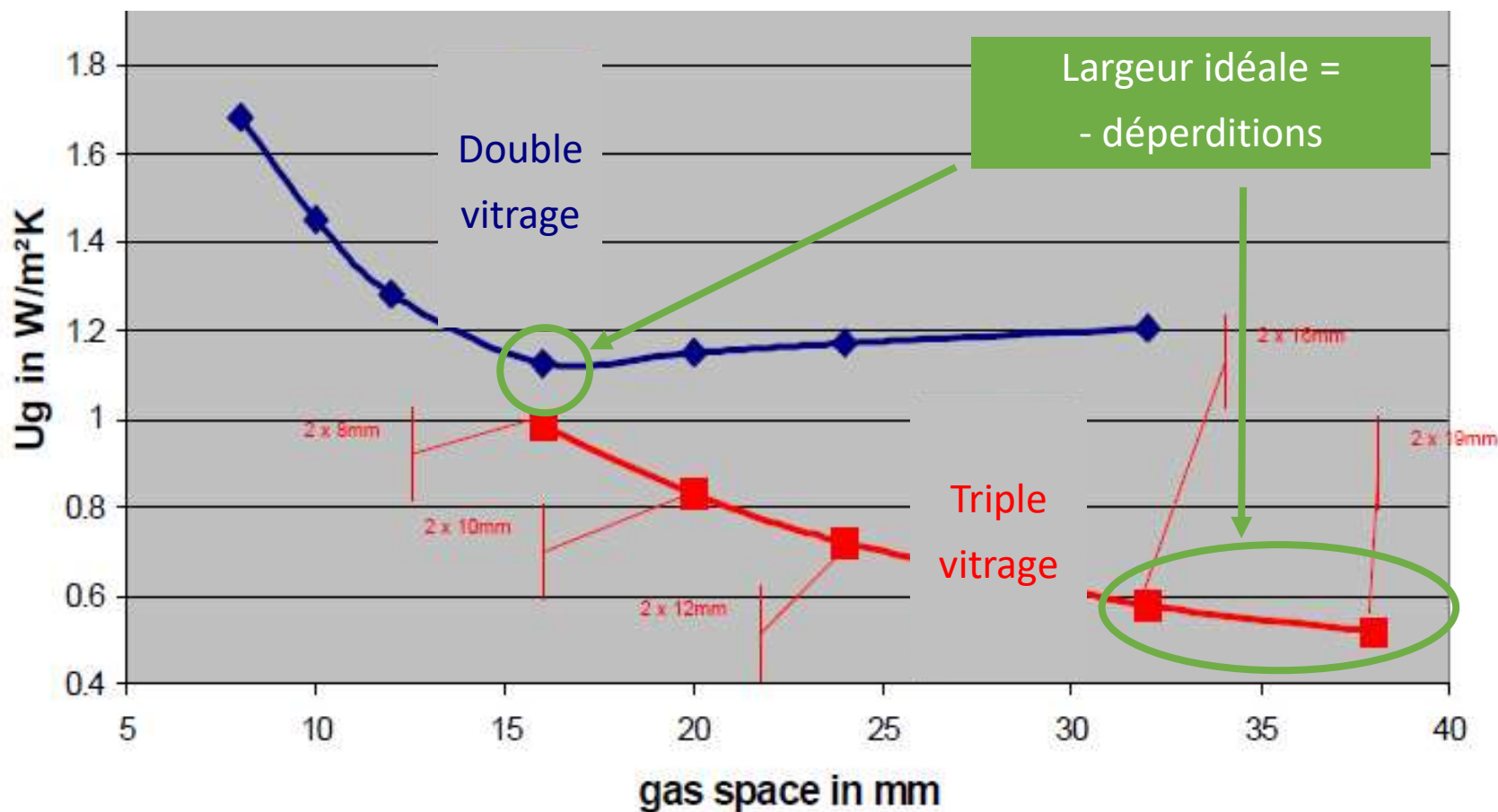
Châssis + large

=

Feuillure vitrage + large

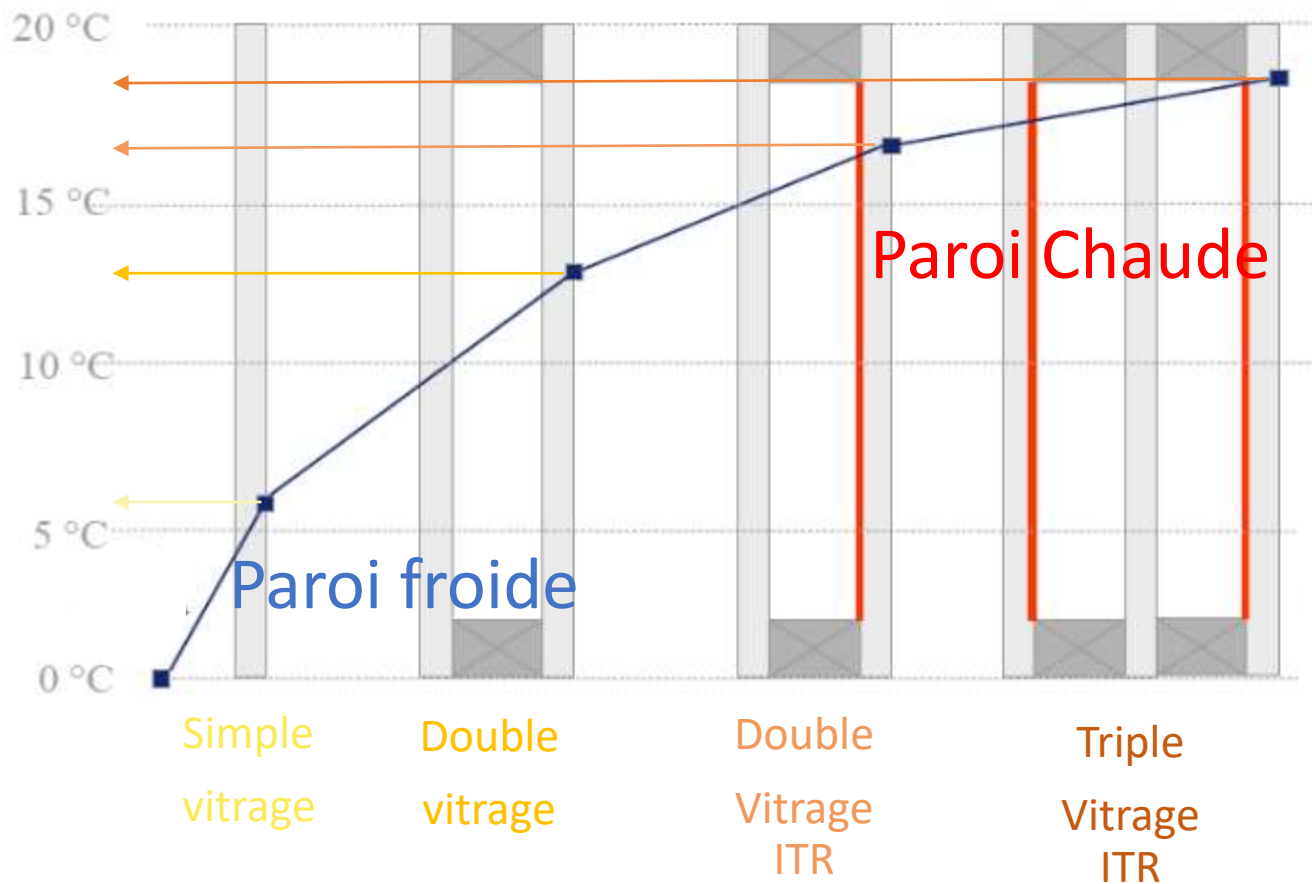
# III – LA QUALITE D’USAGE

Importance de la lame d’air!



# III – LA QUALITE D'USAGE

## Confort et température de surface des vitrages








**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**

ALEC de Grenoble



○ Améliorer les pratiques,  
Retours d'expérience –  
CSTB (40min)