

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

Nom :

Classe:

Date:

1) Mise en situation :

On a déjà vu à plusieurs reprises que le choix des matériaux était primordial pour plusieurs raisons : les **attentes** du client en terme de goût (couleurs, types d'ouvertures, matériaux...), mais les plus importantes sont la **résistance** aux intempéries et les **apports** de la menuiserie . Ces deux derniers critères dépendent de : **l'implantation** du bâtiment, **l'orientation** et la hauteur des menuiseries et la présence de **protections** (naturelles ou non).

De tous ces éléments vont dépendre les performances **thermiques**, **acoustiques**, et **l'étanchéité**. Dans une moindre mesure, viendront les critères **esthétiques**, le type d'**ouverture**, le degré de **sécurité** souhaité, la facilité d'**entretien** et la **résistance** dans le temps .

Une fois tous ces paramètres étudiés avec attention, un choix concernant les matériaux sera fait, mais il reste un critère à ne pas négliger pour le client, c'est le **coût** des menuiseries.

2) Comparaison des performances et des coûts des matériaux utilisés pour les cadres des menuiseries :

*En terme de coût, on peut dire que le bois(selon les essences utilisées) et le Pvc ont un prix assez **voisin**, et que l'aluminium et l'acier avec Rpt coûtent presque le **double** que leur homologue en Pvc. Les prix peuvent varier de façon significative en fonction des couleurs et du mode de finition.

*Pour les performances thermiques :

- le bois est un excellent **isolant**, de plus il est biodégradable, mais son efficacité dans le temps est la plus **courte** et il comporte des imperfections dans sa structure. Attention aussi à son entretien fastidieux et répétitif.

- Le Pvc est aussi un bon isolant (dans une moindre mesure que le bois) d'autant plus que si son nombre de chambres et leur largeur sont **importantes** . Par contre il est moins résistant mécaniquement, on est alors amené à le renforcer avec de l'acier. Il est aussi très sensible à la dilatation et aux retraites dans les grandes dimensions.

- L'acier et l'aluminium sont de très bons **conducteurs** thermiques, et donc de très mauvais **isolants** . Il est donc impératif qu'ils comportent au moins une rupture de pont thermique (Rpt), voire des renforts thermiques en mousse. Par contre ils offrent une bonne résistance mécanique (surtout l'acier), et palette de **finitions** très variées.

*Quant aux performances acoustiques :

Les matériaux des cadres ont des performances **similaires**, c'est sur les **vitrages** que la différence va se faire.

Il existe aussi des châssis qui combinent le bois et l'aluminium, très performant et très chers.

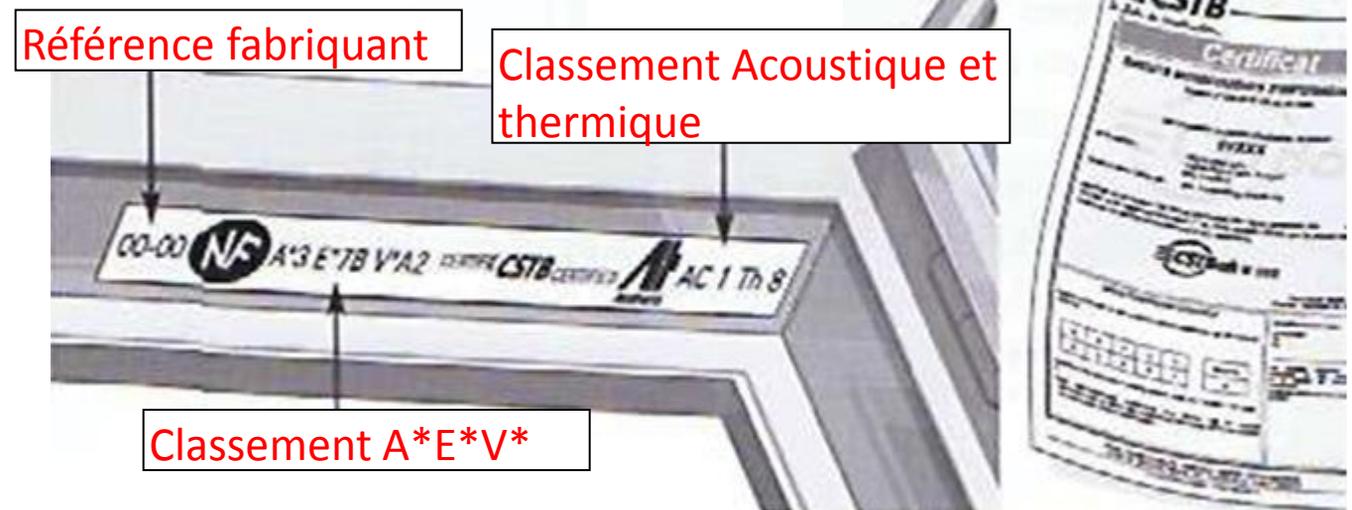
PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

3) Définition et choix du produit :

Les fenêtres à poser doivent répondre aux spécifications formulées par le maître d'œuvre. De ce fait, les menuiseries devront avoir des performances correspondantes aux critères énoncés dans le cahier des charges et en fonction de la réglementation thermique en vigueur.

Ces performances de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau, et de résistance au vent ont un classement : le classement A*E*V*.

Elles sont indiquées en clair sur chacune des menuiseries bénéficiant de la certification de qualité sur une étiquette située en haut et à droite de la fenêtre (vue de l'intérieure) sur le dormant.



3) Critères de performance thermique :

Trois critères caractérisent les performances énergétiques de la fenêtre :

a) Le coefficient de transmission thermique :



Coefficient de transmission thermique global de la fenêtre qui traduit sa capacité à conserver la température intérieure (associé à un volet il devient U jour nuit).

Il s'exprime en Watt/m² pour 1° de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Plus il est bas, plus la fenêtre est isolante.

Il se décompose et dépend des trois coefficients suivants :

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX



Coefficient surfacique de transmission thermique au **centre** du vitrage.

Coefficient surfacique moyen du **cadre** de fenêtre.



Coefficient de transmission thermique linéique de liaison **vitrage**./cadre de fenêtre (prend en compte les déperditions de l'intercalaire à la périphérie du vitrage isolant).

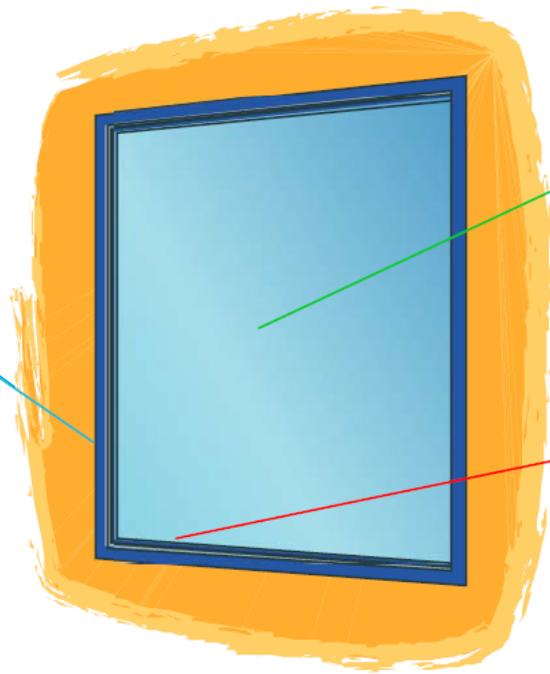
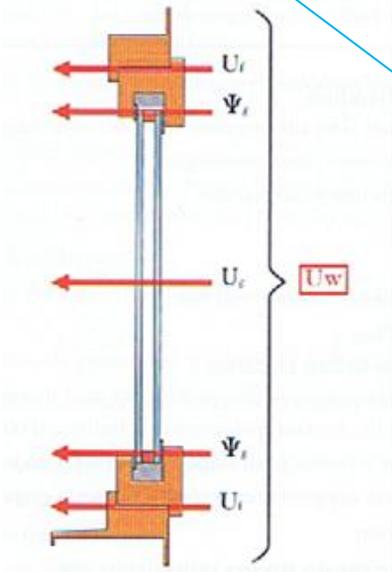


$$U_w = \frac{U_g \times \text{surface du vitrage} + U_f \times \text{surface cadre} + \Psi_g \times \text{périmètre vitrage}}{\text{Surface totale fenêtre}}$$


(f pour frame)
U du cadre


(g pour glass)
U au centre
du vitrage

Ψ_g liaison vitrage
cadre et intercalaire
du vitrage isolant



PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX



Ujn ou U jour nuit ; la fenêtre vitrée et sonvolet..... extérieur.
 Il s'exprime en Watt/m² comme le Uw. C'est le coefficient **moyen**.. jour/nuit.



$$U_{jn} = \frac{U_w + U_{wf}}{2}$$



Le volet extérieur **protège**... la fenêtre et **améliore**.. l'isolation.

b) Le facteur solaire de la fenêtre vitrée :

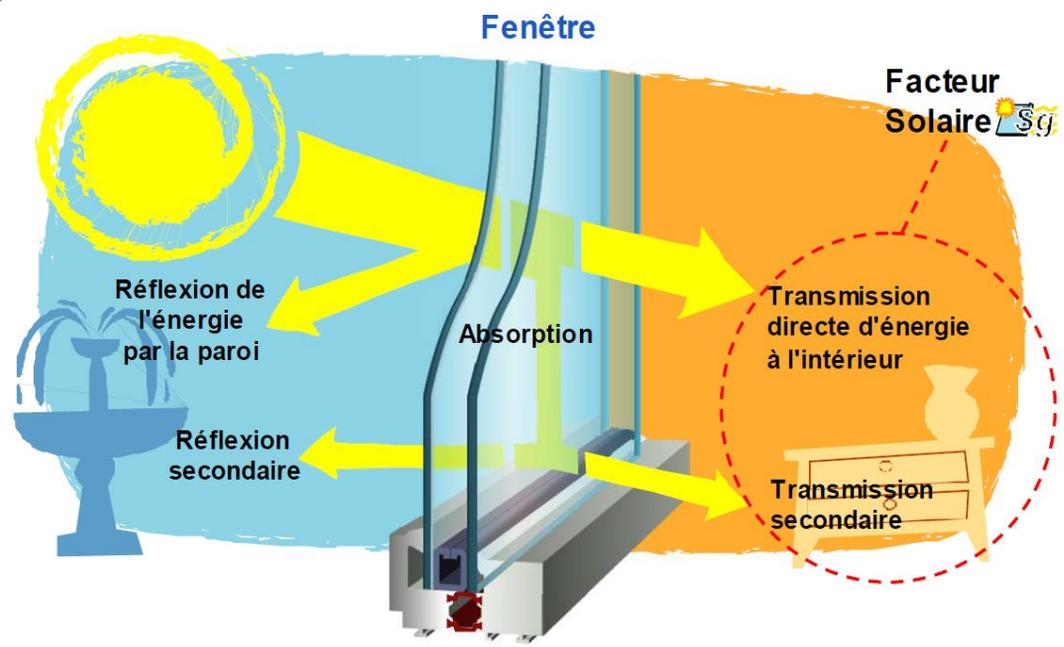


Facteur solaire de la fenêtre qui traduit sa capacité à **transmettre**.. la chaleur d'origine solaire à l'intérieur du local.

Compris entre 0 et 1, plus Sw est **haut**., plus la quantité de chaleur transmise **augmente**.. ; on calcule un Sw hiver et un Sw été, le calcul prend en compte :



facteur solaire du vitrage (avec protection solaire éventuelle pour Sw été).



PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX



facteur solaire des **profilés**...



rapport de surface fenêtre/vitrage.



$S_g \times \text{surface vitrage} + S_f \times \text{surface profil}$

$\text{Surface totale vitrage} + \text{cadre}$



facteur solaire
cadre



facteur solaire
vitrage



Pour une fenêtre posée au nu intérieur (>20cm), Sw est multiplié par 0.9 pour tenir compte de l'ombre des tableaux

c) La lumière de la fenêtre vitrée :



Facteur de **transmission** lumineuse de la fenêtre qui traduit sa capacité à transmettre la lumière naturelle à l'intérieur du local.

Compris entre 0 et 1, plus le TIw est **haut**, plus la quantité de **lumière** naturelle augmente. Il dépend :



du coefficient **TI** du vitrage.

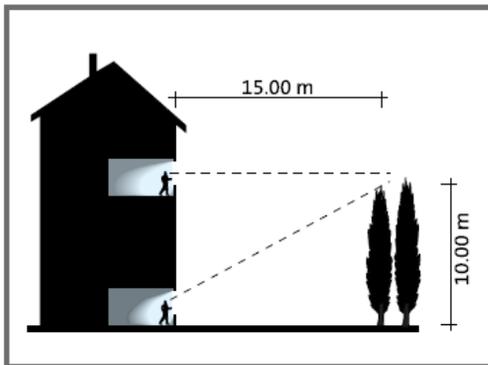


du rapport de surface fenêtre/vitrage.

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

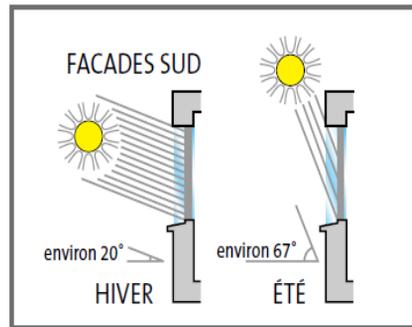
La quantité de lumière entrante dans le bâtiment, permet de faire des économies d'électricité (luminaire), mais aussi joue sur le bien être des personnes vivant dans les pièces. Voici ce qu'il est conseillé de faire.

- tenir compte de l'environnement extérieur (immeubles voisins, végétation, obstacles naturels). Un obstacle de 10 m de haut situé à 15 m de la façade peut réduire de 40 % la quantité de lumière naturelle disponible à 5 m des ouvertures ;



La surface de verre doit être la plus grande possible afin d'augmenter la quantité de lumière disponible à l'intérieur.

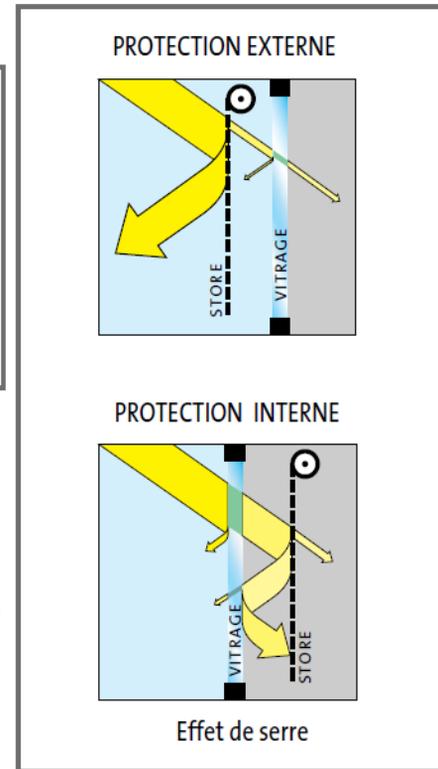
En été (soleil haut), les ouvertures orientées au sud peuvent être facilement protégées à l'aide d'un avant-toit (balcon, auvent, etc.).



Positionner les vitrages le plus haut possible

C'est la partie haute des vitrages qui permet d'éclairer le fond de la pièce. La limite supérieure du vitrage doit être située à une hauteur au moins égale à la moitié de la profondeur du local. Dans le cas contraire, la partie arrière de l'espace devra faire appel à l'éclairage artificiel.

Si le store est en position intérieure, il se produit un effet de serre qui peut entraîner des surchauffes importantes.



Sans fenêtre



100 %

Châssis fixe



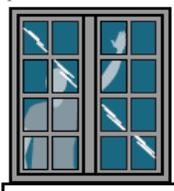
80 %

Châssis ouvrant



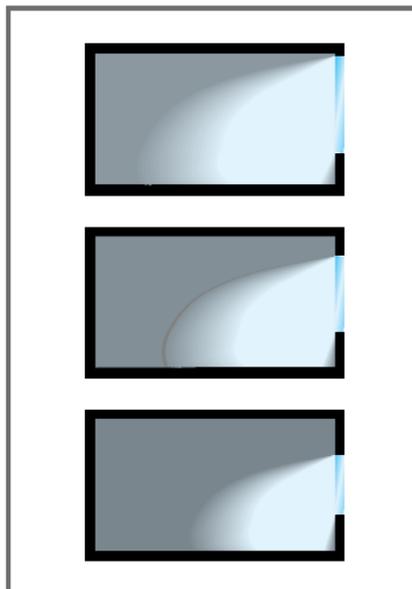
55 %

Châssis ouvrant petit carreaux



45 %

Pourcentage de surface "transparente"



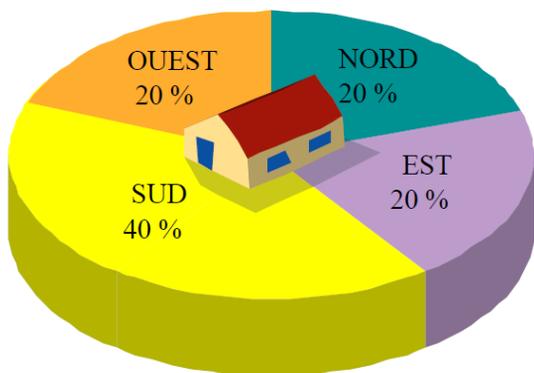
PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

En plus des coefficients U_w ou U_{jn} , Sw , Tl de la fenêtre, 3 autres paramètres liés au bâtiment doivent être considérés :



- La zone climatique
- l'**orientation** des fenêtres
- la **surface** des fenêtres

Orientation conseillée d'un bâtiment :



Maisons individuelles

Calculs de consommations :

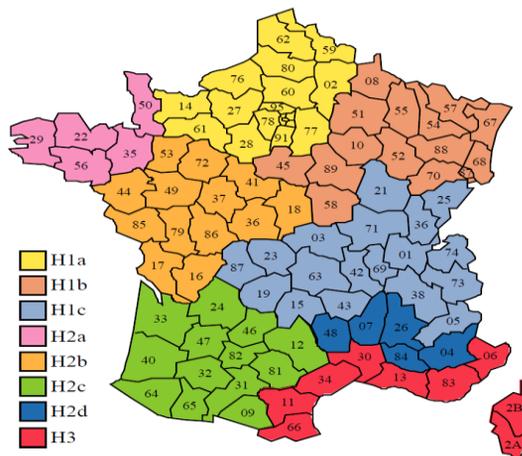
● calcul de la consommation de chauffage :
déperditions – apports solaires
 paramètres utilisés : U_w , Sw , S , θ , zone climatique

● calcul consommation éclairage :
lumière électrique – lumière naturelle
 paramètres utilisés : Tl_w , S , θ , zone climatique

Les postes de consommation d'un bâtiment d'habitation* selon la zone climatique et l'énergie utilisée

Chauffage (de 40 à 70%)	≈ 55%
Eau chaude (de 20 à 50%)	≈ 35%
Éclairage	≈ 5%
Ventilation (VMC)	≈ 5%

8 zones climatiques



* non climatisé

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

d) Importance de la surface vitrée :

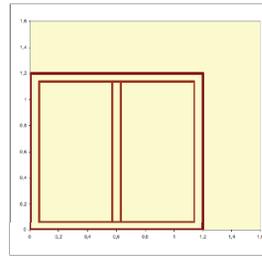
Influence de la surface d'une fenêtre sur ses caractéristiques énergétiques:

Si ↗ surface d'une baie:

- ↗ Clair de vitrage
- ↘ Déperditions
- ↗ Apports solaires (chaleur et lumière)

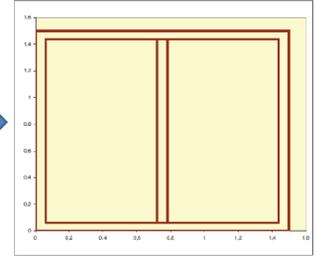
De ce fait, **les pertes par cette baie diminuent alors que les gains augmentent.**

Comparaison de deux baies vitrées



Fenêtre 1,2m x 1,2m
Clair de vitrage : 1,10m²

U_w : 1.48
Sw : 0.45
TL_w : 0.61



Fenêtre 1,5m x 1,5m
Clair de vitrage : 1,82m²

U_w : 1.4
Sw : 0.47
TL_w : 0.65



Conclusions

- ✓ L'étude montre tout l'intérêt de réduire les deux postes consommateurs d'énergie que sont le chauffage et l'éclairage **en augmentant les surfaces vitrées.**
- ✓ En **augmentant la surface** d'une fenêtre, **on améliore** ses performances en thermique d'hiver (U_w, Sw, TL_w)
- ✓ Dès que les surfaces vitrées augmentent (jusqu'à 25 %), **les gains obtenus au niveau du BBio sont significatifs** (2 à 5 kWhep/m²). Les besoins en éclairage artificiel sont réduits de près de 15%.
- ✓ L'augmentation des surfaces vitrées devient un outil/moyen pour les concepteurs pour faire baisser la consommation des bâtiments.
Ceci tout en assurant le confort en été par l'utilisation de protections mobiles adaptées (fermetures, stores).
- ✓ En plus de la performance énergétique, la surface minimum des parois vitrées garantira la construction de bâtiments résidentiels lumineux, donc confortables et agréables à vivre.

A chaque vitrage son orientation et son utilité

Chaque côté de la maison a ses spécificités par rapport à la gestion de la chaleur.

Déperditions, surchauffes estivales, éclairage, le vitrage est choisi en fonction des besoins.

Position du vitrage

Les surfaces **au nord** sont thermiquement déficitaires

- > Triple vitrage
- > Moins de 10% de la surface

Les pièces **à l'est** seront dans les premières à être ensoleillées

- > Double vitrage à isolation renforcée
- > Bon indice de transmission lumineuse
- > Prévoir des protections estivales

En été, le soleil **d'ouest** est puissant et bas

- > Attention aux chambres à l'ouest
- > Prévoir des occultations
- > Faible facteur solaire

Les baies vitrées **au sud** permettent de capter les apports solaires

- > Double vitrage à isolation renforcée
- > Jusqu'à 60% du vitrage total
- > Bon facteur solaire
- > Se protéger en été par des débords de toitures, des balcons ou de la végétation à feuille caduque.

Nord

Un velux plein sud incliné de 45° apportera deux fois plus de chaleur qu'un vitrage vertical au sud

Ne pas dépasser 25% de la surface habitable en vitrage pour éviter les inconforts et le recours à la climatisation

La nouvelle réglementation thermique impose 17% de vitrage minimum, soit 1/6e de la surface habitable

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

c) Exemples :

* FENETRES A TRIPLE VITRAGE : EFFICACITE ENERGETIQUE REELLE EN FRANCE ???
Mode, Lobbying, ou réalité?

Doubles vitrages: Une lame d'air de 12mm remplissage Argon et une couche basse émissivité en face 3

$U_g = 1,2 \text{ à } 1,1 \text{ W/m}^2\text{k}$ $S_g = 0,65$ et $TI = 0,8$

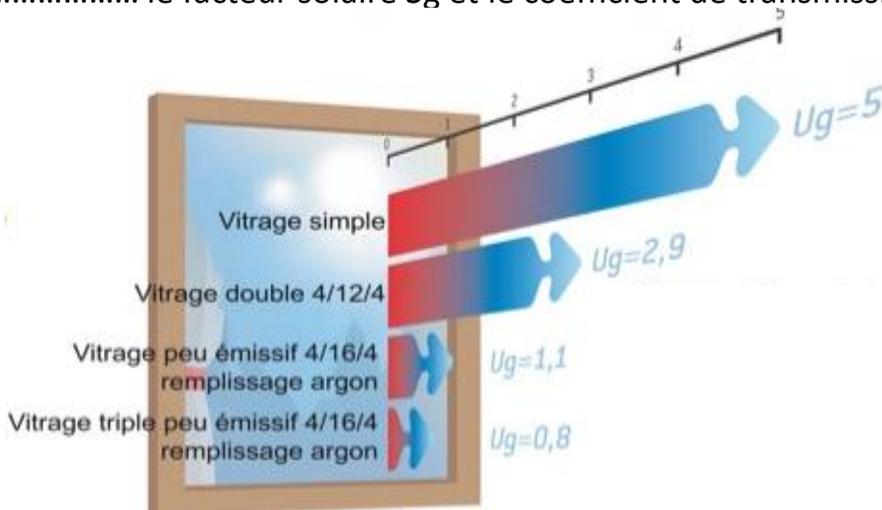
→ Épaisseur en 4/16/4 de 24mm et un poids de 20Kg/m²

Triples vitrages: Deux lames d'air de 12mm remplissage Argon et 2 couches basse émissivité en faces 3 et 5

$U_g = 0,7 \text{ à } 0,5 \text{ W/m}^2\text{k}$ $S_g = 0,5$ et $TI = 0,7$

→ Épaisseur en 4/12/4/12/4 de 36mm et un poids de 30Kg/m²

Le triple vitrage **améliore** donc le coefficient de transmission thermique U_g , mais il **détérior**e le facteur solaire S_g et le coefficient de transmission lumineuse TI .



* ALUMINIUM OU PVC ?

Fenêtre aluminium à profilés RPT ouvrant caché et double vitrage VIR :

$U_{jn} = 1,6 \text{ W/M}^2\text{k}$ $SW = 0,45$

Fenêtre PVC et triple vitrage VIR :

$U_{jn} = 0,75 \text{ W/M}^2\text{k}$ $SW = 0,28$

Nous pouvons donc conclure que la fenêtre aluminium augmente l'apport solaire (Sw), mais fait augmenter aussi le U_{jn} , qui lui doit être le plus **bas** possible.

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

d) Le classement thermique (CEKAL suivant EN 673) :

Les menuiseries sont classées de TR1 à TR14, en fonction de la valeur de leur coefficient U_g (exprimé en $W/m^2.K$) de transmission surfacique, **Plus « TR » est élevé, meilleures seront les performances isolantes**. La classification varie ensuite en fonction du type de menuiserie.

	TR	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	TR6	TR7
$U_g \leq 2$ $W/(m^2.K)$		U_g 1,9	U_g 1,8	U_g 1,7	U_g 1,6	U_g 1,5	U_g 1,4	U_g 1,3
		TR8	TR9	TR10	TR11	TR12	TR13	TR14
		U_g 1,2	U_g 1,1	U_g 1,0	U_g 0,9	U_g 0,8	U_g 0,7	U_g 0,6

5) Critères de performance acoustique (CEKAL suivant EN 673 et nf en 12758-1) :

Il existe **6** classes de performances Acoustiques Renforcées des vitrages (AR1 à AR6). Ces classes AR présentent des indices d'affaiblissement acoustique de 25 dB(A) à 38 dB(A) face à un bruit routier. Ainsi, un vitrage AR2 permet un abaissement du niveau sonore des bruits extérieurs de l'ordre de 28 dB à 30 dB.

AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6
$R \geq 25$ dB(A)	$R \geq 28$ dB(A)	$R \geq 30$ dB(A)	$R \geq 33$ dB(A)	$R \geq 35$ dB(A)	$R \geq 37$ dB(A)

Un indice commun à tous, R_w (C; Ctr), a été créé.

L'indice "tr" vient de "trafic".

- C (dB) est la correction pour les sources de bruit contenant peu de **basses** fréquences, par ex. : trafic routier rapide, trafic ferroviaire rapide, proximité d'un avion, activités de vie, parole, enfants qui jouent.

- Ctr (dB) est la correction pour les sources de bruit contenant beaucoup de basses fréquences, par ex. : trafic urbain, musique de discothèque, trafic ferroviaire lent, avion à grande distance.

Les termes de correction sont calculés sur la base des spectres sonores pondérés A:

- C : bruit rose

- Ctr : bruit de trafic routier urbain.

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

Exemple d'un double vitrage 4/12/6 acoustique ayant pour performance acoustique 33 (-1;-4) dB selon la norme EN12758-1.

La valeur RA est $33-1$ = 32 dB et RA,tr est $33-4$ = 29 dB

Composition des vitrages		Valeurs selon EN 717-1			R _A	R _{A,tr}
		R _w	C	C _{tr}		
Vitrage monolithique	6 mm ⁽¹⁾	32	-1	-2	31	30
	8 mm ⁽¹⁾	33	-1	-2	32	31
	10 mm ⁽¹⁾	35	-1	-2	34	33
Double vitrage SGG CLIMALIT ou SGG CLIMAPLUS	4 (12) 4	30	0	-3	30	27
	4 (16) 4	30	0	-3	30	27
	8 (16) 8	34	-1	-4	33	30
Double vitrage acoustique SGG CLIMALIT ACOUSTIC ou SGG CLIMAPLUS ACOUSTIC	4 (12) 6	33	-1	-4	32	29
	4 (16) 8 ⁽¹⁾	36	2	-5	34	31
	10 (12) 4	35	0	-3	35	32
Double vitrage de sécurité renforcée SGG CLIMALIT PROTECT, SGG CLIMALIT PROTECT SP ou SGG CLIMAPLUS PROTECT, SGG CLIMAPLUS PROTECT SP	8 (20) 44.2	38	-1	-5	37	33
	8 (20) 44.4	40	-1	-4	39	36
	8 (20) SP 514	41	-1	-5	40	36
Double vitrage acoustique et de sécurité SGG CLIMALIT SILENCE ou SGG CLIMAPLUS SILENCE	8 (12) 44.1A	40	-1	-5	39	35
	10 (12) 44.2A	42	-2	-5	40	37
	10 (20) 44.2A	45	-1	-5	44	40
	66.2A (20) 44.2A	49	-2	-6	47	43

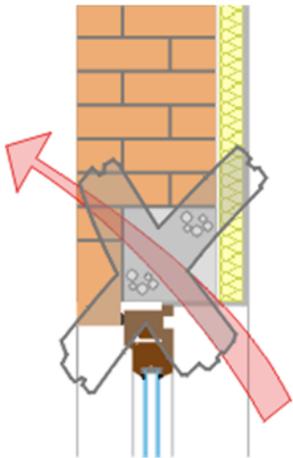
Comme nous l'avons déjà dit, une fenêtre est un tout, et même si on a traité l'acoustique que sur le vitrage, le châssis, et dans une plus grande mesure, l'isolation du jeu périphérique de pose doivent être en adéquation pour maintenir les performances.

Tous ces critères sont de plus en plus étudiés dans la construction des bâtiments, notamment pour ceux sont en BBC (bâtiment basse consommation) et les maisons passives (se dispensant totalement de système de chauffage ou de climatisation).

PERFORMANCES DE LA BAIE ET DES MENUISERIES CHOIX DES MATERIAUX

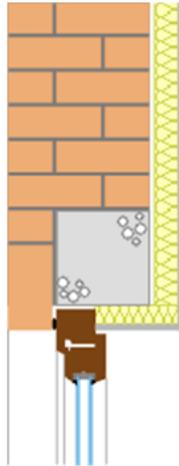
6) La pose des menuiseries :

Nous n'allons pas entrer dans les détails, car cela a déjà été vu dans d'autres séances. Simplement voici les grosses fautes à ne pas commettre.

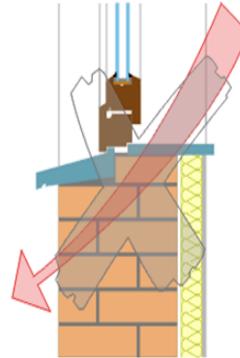


Mauvais !

Linteau (coupes verticales).

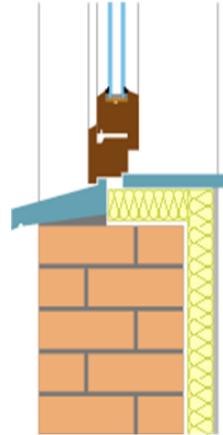


Bon !



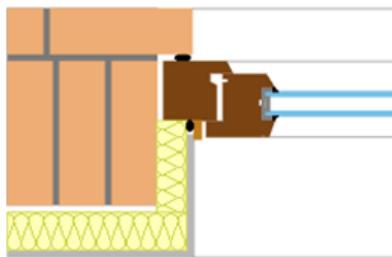
Mauvais !

Seuil de fenêtre (coupes verticales).



Bon !

Seuil de fenêtre (coupes verticales).



Bon !

Retour de fenêtre (coupe horizontale).

Cette séance est savoir pour le :