

TRIPLE VITRAGE

PRESENTATION DU PRODUIT ET CONTEXTE D'UTILISATION

C'est dans un contexte de recherche permanente de réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments que le triple vitrage, à la suite du succès sans précédent du double vitrage, a été imaginé il y a un peu plus d'une dizaine d'années. Les vitrages sont en effet des sites importants de perte d'énergie d'un bâtiment. Afin de réduire encore plus leurs coefficients de transmission thermique (U_g) et par la suite celui de la fenêtre (U_w), les triples vitrages sont constitués de trois plaques de verre, au lieu de deux pour les double vitrages, intercalées par deux lames d'air ou de gaz rare (actuellement l'argon ou le krypton). On atteint ainsi pour le vitrage, des valeurs minimales d' U_g de 0,4 W/m²K.

Le triple vitrage est aujourd'hui majoritairement posé sur des bâtiments à faible consommation d'énergie, en particulier dans le cadre de bâtiments labellisés passifs, qui exigent des coefficients de transmission thermique des fenêtres inférieur à 0,8 W/m².K, qui ne peuvent être atteints qu'avec des triples vitrages. Cependant le triple vitrage reste un produit encore peu utilisé et moins bien maîtrisé par les verriers français que le double vitrage.

FABRICANTS (type)

Verriers

[SAINT GOBAIN GLASS*](#) (06) : PLANITHERM ULTRA N, PLANITHERM Lux

[AGC FLAT GLASS EUROPE](#) (69) : Thermobel Tri

[INTERPANE](#) (67) : iPlus 3L, iPlus 3CL, iPlus 3E, iPlus city E

[GLASTRÖSCH](#) (Suisse) : SILVERSTAR

Menuiseries/Gammistes

[FINSTRAL*](#) (13, 05, 83)

[TRYBA*](#) (13, 83, 84, 06, 05,04)

[MENUISERIE DAVID*](#) (38, 83)

[BIEBER – BOIS](#) (67, 95, 32, Monaco)

[MENUISERIE ANDRE](#) (07)

[QUEDUBOIS](#) (79)

[REHAU](#) (57)

[VEKA](#) (74)

* Présents en région PACA

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

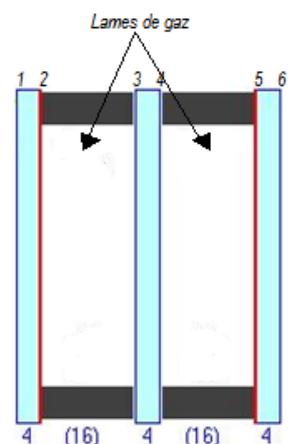
COMPOSITION (de l'intérieur vers l'extérieur)

Un triple vitrage est composé de deux espaces isolants séparés par 3 couches de verre ayant chacune deux faces numérotées de 1 à 6 (voir schéma). Les espaces isolants sont remplis d'air ou de gaz rare (argon ou krypton). Dans les cas d'utilisation d'Argon ou de Krypton, la lame de gaz ne contient en fait que 85 % de gaz rare, du fait des contraintes de fabrication. Un traitement de basse émissivité peut être appliqué à l'intérieur des parois externes.

Le traitement de basse émissivité est mis en place lors de la fabrication et consiste en une couche dure d'oxydes métalliques déposée sur la surface du verre.

PROCEDE DE FABRICATION

Les triples vitrages sont des assemblages complexes de verres et de lames de gaz. Dans le cas d'un chantier situé à plus de 800 m d'écart d'altitude avec l'usine de fabrication du triple vitrage, celui-ci doit être pré-équilibré pour éviter que les écarts entre la pression atmosphérique et la pression des lames de gaz ne crée des déformations du verre et par la suite ne le casse par surpression. Pour ce faire, une valve et une sonde de pression sont installées sur le vitrage, permettant le pré équilibrage en usine avant l'envoi sur le chantier. Cette installation supplémentaire entraîne un surcoût non négligeable. Ce sont les entreprises de menuiserie qui réalisent ensuite l'assemblage du vitrage avec le châssis (en bois, aluminium ou PVC renforcé), afin d'assurer les propriétés d'isolation de la fenêtre et être cohérent avec le choix onéreux du triple vitrage. La menuiserie des fenêtres doit être particulièrement isolante vis-à-



Source : www.vit.fr

vis du verre et des murs pour garder la cohérence d'une sur-isolation du bâtiment. Elle peut comporter de la garniture en liège, en laine de mouton ou en polystyrène.

CARACTERISTIQUES FONCTIONNELLES

AVIS SOLIDITE / STRUCTURE

Les dimensions les plus courantes varient de 32 à 44 mm selon l'épaisseur de la lame de gaz :
(Verre extérieur/lame de gaz/verre central/lame de gaz/verre intérieur)

4/16/4/16/4 = 44 mm

4/14/4/14/4 = 40 mm

4/12/4/12/4 = 38 mm

4/10/4/10/4 = 34 mm

4 /9/ 4 /9/ 4 = 32 mm

Mais on peut trouver des variantes avec des verres plus épais (jusqu'à 6 mm en général au lieu de 4), et des assemblages asymétriques pour des questions d'acoustique.

Le choix des verres externes (float, feuilleté...), ainsi que de leurs couches est fait en fonction des propriétés choisies : autonettoyant, isolation acoustique (les verres auront des épaisseurs différentes), sécurité, protection solaire ou de l'intimité.

Le verre interne est soit un verre clair, soit un verre trempé ou durci si le vitrage risque de présenter des écarts de température supérieurs à certaines valeurs critiques. Ces écarts peuvent être dus aux conditions climatiques, au mode d'ouverture des ouvrants, à l'ombre portée d'un bâtiment voisin, à la proximité d'un corps de chauffe ou la présence de rideaux aux abords du vitrage, en fonction.

Le triple vitrage est plus épais et plus lourd qu'un double vitrage : 30 kg/m² pour un triple vitrage contre 20 kg/m² pour un double. Il nécessite souvent une menuiserie adéquate renforcée et plus épaisse ; devant, en fonction de la surface du vitrage, soutenir des contraintes mécaniques supérieures. De même, la structure des murs doit prendre en compte cette surcharge.

AVIS MISE EN ŒUVRE

Les fenêtres à triple vitrage doivent assurer des propriétés d'isolation et d'étanchéité particulièrement exigeantes pour être cohérentes avec le choix du produit, ce qui nécessite une attention toute particulière pour des chantiers de bâtiments sur-isolés.

Les fenêtres à triple vitrage sont aussi plus lourdes que celles à double vitrage, et donc plus délicates à installer sur un chantier et nécessitent plus de main d'œuvre.

Le triple vitrage a déjà posé des problèmes de casse thermique, en particulier pour des vitrages soumis à des écarts de températures importants, comme dans le cas d'une exposition mi-ombre/mi-soleil par exemple. Il faut donc suivre les recommandations du fabricant, et prévoir, si nécessaire, un verre trempé pour la couche intermédiaire.

AVIS REGLEMENTATION / SECURITE / INCENDIE / ERP

Le vitrage peut être choisi pour avoir des propriétés de sécurité : protection des biens, des personnes, anti explosion, anti balles ou anti feu.

Voici quelques normes françaises Afnor pour les vitrages :

NF EN 1279	Verre dans la construction
NF EN 357	Verre dans la construction - Éléments de construction vitrés résistant au feu, incluant des produits verriers transparents ou translucides - Classification de la résistance au feu
NF EN 1364-1	Essais de résistance au feu des éléments non porteurs - Partie 1 murs
NF EN 12600	Verre dans la construction - Essai au pendule - Méthode d'essai d'impact et classification du verre plat
NF EN 1279	Verre dans la construction - Vitrage isolant préfabriqué et scellé
NF EN 356	Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle
NF P01-013	Essais des garde-corps - Méthodes et critères
P08-302	Murs extérieurs des bâtiments - Résistance aux chocs - Méthodes d'essais et critères
NF EN 13541	Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à la pression d'explosion
NF EN 1063	Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle

Les verres anti feu sont classés selon leurs propriétés :

- Classe E : étanchéité au feu
- Classe EI : étanchéité au feu et isolation thermique
- Classe EW : étanchéité au feu et isolation au rayonnement thermique

Certification thermique des vitrages (Cekal) :

Les vitrages sont marqués TR (Thermique Renforcée) lorsque la valeur du coefficient U_g conventionnel de transmission thermique est inférieure ou égale à la limite de $2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Le coefficient de transmission thermique U_g est calculé à partir des valeurs d'émissivité des produits verriers. Ces calculs sont effectués selon les Règles Th-U et la norme NF EN673.

NF EN 673	Verre dans la construction - Détermination du coefficient de transmission thermique, U - Méthode de calcul.
NF EN 12898	Verre dans la construction - Détermination de l'émissivité
Arrêté du 26 octobre 2010	relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

CONFORT ET ENERGIE

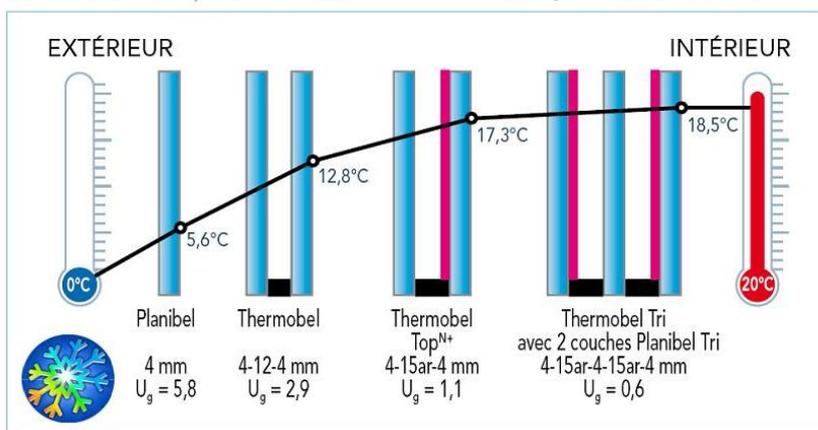
THERMIQUE

Les performances thermiques d'un vitrage sont données par le coefficient U_g (exprimé en $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$), qui caractérise la transmission thermique d'un vitrage. Ainsi plus la valeur d' U_g est faible, plus le vitrage est isolant.

Les verriers atteignent aujourd'hui des valeurs minimales d' U_g de $0,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ pour les triples vitrages, alors que celles-ci avoisinent les $1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ pour des doubles vitrages à isolation thermique renforcée.

Le verre intérieur du triple vitrage, du fait de la forte isolation thermique, présente en général une faible différence de température avec celle de la pièce, supprimant ainsi la zone froide à proximité de la paroi vitrée, ce qui améliore le confort intérieur de la pièce. Par ailleurs, la très haute performance thermique entraîne une augmentation du risque de condensation extérieure. Celui-ci peut être paré en utilisant par exemple, un verre extérieur à propriétés autonettoyantes.

Evolution de la température de la face intérieure du vitrage en fonction de la valeur U_g



Source : AGC GLASS EUROPE

	Verrier	Produit	épaisseur (gaz)	transmission thermique	Transmission lumineuse	facteur solaire
			mm	U_g ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)	TI (%)	g (%)
Double Vitrage	Glaströsch	Silverstar ZERO E 10024S	4/16/4 (Ar)	1	80	60
	Interpane	Iplus E	4/16/4 (Ar)	1,1	80	60
	AGC	Thermobel	4/16/4 (Ar)	1,1	78	61
Triple Vitrage	Glaströsch	Silverstar E 14-15	4/12/4/12/4 (Kr)	0,4	71	49
	Interpane	Iplus 3CL	4/12/4/12/4	0,5	72	55
	AGC	Thermobel Tri	4/12/4/12/4 (Kr)	0,6	73	63

Les performances thermiques d'un vitrage sont dues à la présence ou non de couches faiblement émissives sur les verres, la dimension des lames de gaz entre les verres, et la nature du gaz remplissant cet espace.

La conductivité thermique du verre ($0,5$ à $1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) est en effet supérieure à celle de l'air sec ($0,024 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), de l'Argon ($0,017 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) et du Krypton ($0,009 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). L'intérêt du triple vitrage réside donc dans les deux lames de gaz statique qu'il renferme et qui créent un écran thermique.

En général plus une lame d'air est épaisse, plus le coefficient U_g diminue, jusqu'à un seuil au-delà duquel apparaissent des phénomènes de convection qui annulent les performances isolantes thermiques du vitrage.

Les couches faiblement émissives permettent de réduire l'émissivité du vitrage, c'est-à-dire sa capacité à restituer l'énergie solaire.

L'avantage thermique du triple vitrage est cependant contesté en France, suite à [une étude commandée par le SNFA](#) (2007). Cette étude tendait à démontrer que l'influence sur la consommation globale en % d'un bâtiment était parfois négative avec un triple vitrage ($U_g=0,5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,47$) en comparaison à un double vitrage ($U_g=1,1\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,64$). Ce bilan dépendait des régions et de l'exposition de la fenêtre. Il serait négatif dans le sud-est (départements du pourtour méditerranéen), dans le cas où plus de 60% des ouvertures sont orientées vers le sud. Le facteur solaire g , inférieur à celui d'un double vitrage, occasionnerait une perte des apports solaires passifs en hiver.

Toutefois les données sont à moduler aujourd'hui car les performances des triples vitrages ont évolué. Par ailleurs, il faut faire attention lors du choix d'une fenêtre : la valeur à prendre en compte est bien U_w qui est une moyenne de U_g et U_{cadre} . L'idéal est donc de trouver un compromis entre un U_w faible et une transmission lumineuse ainsi qu'un facteur solaire élevés.

Les professionnels s'accordent toutefois sur le fait que, dans les régions très ensoleillées, il vaut mieux privilégier l'utilisation d'un double vitrage sur les façades sud et recourir au triple vitrage pour les autres orientations, ainsi on utilise les caractéristiques des différents vitrages à meilleur escient.

Retours d'expériences

● Le triple vitrage pour quelles orientations ? (source : fabricants)

- A titre d'exemple, pour un vitrage orienté sud en région méditerranéenne, Saint-Gobain préconise un double-vitrage avec une face extérieure en PLANISTAR (verre comportant une couche d'isolation thermique renforcée) permettant de bénéficier d'une isolation thermique renforcée (confort d'hiver) et d'un facteur solaire de 0.42 (confort d'été).

- Il en va de même pour AGC Glass Europe, qui insiste sur le fait que le triple vitrage est fait pour renforcer l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment et pour bénéficier des apports solaire gratuits (lumière et chaleur) et le recommande donc en orientation nord. Pour les orientations sud, sur le secteur de Marseille, il faut utiliser un vitrage à contrôle solaire qui permet de bénéficier d'une bonne isolation thermique, d'un apport de lumière mais pas de la chaleur.

Les performances thermiques d'un vitrage sont donc cohérentes dans la mesure où la menuiserie utilisée est elle aussi très isolante. On obtient actuellement des valeurs de coefficient de transmission thermique des fenêtres U_w , de $0,8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ pour des menuiseries PVC renforcées ou en bois. (Source : Menuiserie André et Veka)

● Etude Statique/ Etude dynamique (source : thermicien)

Il faut faire attention au bilan énergétique "statique" des menuiseries : même s'il est juste (= gains solaires annuels - pertes annuelles, ou tout du moins pendant la période de chauffe) l'information n'a que très peu d'intérêt et ne renseigne en aucune façon sur le bilan effectif de la menuiserie dans son contexte. En effet, l'approche "composant" est mauvaise (= évaluer les performances d'un composant isolé, ici une menuiserie) parce que le composant fait partie d'un système complexe (le bâtiment) ouvert sur l'extérieur (température extérieure et apports solaires). Pour évaluer la pertinence du choix de tel ou tel composant, il faut étudier son impact sur le projet dynamiquement. Par exemple, dans une région où le gisement solaire est important et sur un bâtiment possédant une certaine masse inertielle et de bonnes surfaces d'échange (sol lourd, cloisons lourdes proches des baies, etc.), un vitrage sud ayant un assez bon facteur solaire (ex : double vitrage, $g = 64\%$) permettra de capter plus d'apports solaires et de les stocker pendant quelques heures, voire quelques jours. Un vitrage plus isolant mais ayant un facteur solaire plus faible (ex : triple vitrage, $g = 50\%$) pourra présenter un bilan moins favorable, alors que l'approche "composant" l'aurait placé en tête.

Pour encore améliorer le confort thermique :

- Demander des espaceurs Warm Edge entre les vitres (au lieu d'Aluminium) peut faire gagner un U de 0,1 supplémentaire
- Prendre des châssis avec un bon U_{fr} de manière à optimiser le coefficient de la fenêtre complète U_w
- Utiliser des châssis fixes quand cela est possible (moins perméables à l'air que les ouvrants)
- Pour les ouvrants, favoriser les châssis battants par rapport aux coulissants (moins perméable à l'air)
- En cas de coulissants, favoriser les oscillo-coulissants, par rapport aux coulissants (moins perméables à l'air)

Mais il faut avoir en tête qu'il n'existe pas de solution unique, chaque projet est à étudier au cas par cas.

● Etude au cas par cas (source : architecte)

L'étude au cas par cas est nécessaire lorsque l'on se pose la question du choix des vitrages dans un bâtiment comme le montre les 2 tableaux de Minergie :

Le premier montre le bilan apport/déperdition pour différentes caractéristiques de vitrages mais en intégrant aussi la "géométrie" des vitrages. Selon qu'ils soient grands ou petits, cela change tout, ou même au Sud avec des petites fenêtres, c'est quasiment toujours négatif, mais avec des grands vitrages, c'est l'inverse.

Type de fenêtre	Bilan énergétique [$\text{MJ/m}^2\text{fenêtre}\cdot\text{a}$]			
	Petites fenêtres		Grandes fenêtres	
	Sud	Ouest	Sud	Ouest
Standard actuel ($U_{\text{verre}}=1,1\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,57$)	-34	-217	109	-101
Triple vitrage ($U_{\text{verre}}=0,7\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,52$)	15	-152	169	-21
Triple vitrage ($U_{\text{verre}}=0,5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,42$)	-16	-152	141	-16
Triple vitrage ($U_{\text{verre}}=0,5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,5$)	44	-117	202	20
Fenêtre Maison Passive ($U_{\text{fenêtre}} < 0,8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, $g=0,5$)	136	-23	231	51
Pour comparaison: mur avec isolation de 10 à 12 cm d'épaisseur:				
mur avec isolation de 30 cm d'épaisseur		-90		-45

Pour continuer dans la même logique selon la composition, on peut voir aussi que la part du cadre peut influencer pour plus de 15%. Des grands vitrages fixes au Sud et des petits vitrages à croisillons à l'Ouest influenceront bien donc plus que de choisir du double ou du triple.

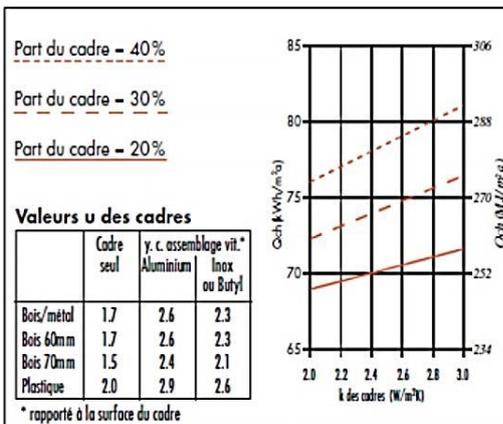
Source : Guide Minergie

2.2.3 Les cadres de fenêtres

Le pouvoir isolant du cadre dépend du matériau, de l'épaisseur et de l'assemblage du vitrage.

- De manière prévisible, l'effet d'un mauvais cadre se répercute d'autant sur la consommation que la part de cadre est élevée.
- Une faible part de cadre est plus efficace et moins coûteuse qu'un cadre amélioré.
- Un assemblage du vitrage avec une entretoise en acier inoxydable ou en butyl au lieu d'aluminium est plus efficace qu'un cadre amélioré.

Gain potentiel: jusqu'à 15 %



ACOUSTIQUE

Les propriétés acoustiques d'un vitrage sont décrites par son indice d'affaiblissement acoustique, R, exprimé en décibels (dB). On peut trouver des valeurs de R_w entre 33 et 46 dB pour une fenêtre équipée d'un triple vitrage. (Source : Glaströsch)

Les triples vitrages sont actuellement peu utilisés pour l'isolation acoustique du fait de multiples résonances qui ont lieu entre les verres, les trois verres étant la plupart du temps de même taille. Cependant, comme pour les doubles vitrages, les performances acoustiques d'un vitrage peuvent être améliorées, en utilisant des verres asymétriques par exemple.

Par ailleurs, le choix d'une menuiserie en bois pour un vitrage ayant des propriétés thermiques optimum est en général peu compatible avec les meilleures propriétés d'isolation acoustique. En effet, le choix d'un bois isolant thermique (résineux) sera différent d'un bois isolant acoustique.

Certification acoustique des vitrages (Cekal) :

Classes de performances acoustiques	Indice d'affaiblissement Ra	Utilisation
AR1	$R \geq 25$ dB	Isolation courante Classe 1
AR2	$R \geq 28$ dB	Isolation renforcée Classe 2
AR3	$R \geq 30$ dB	Isolation renforcée Classe 3
AR4	$R \geq 33$ dB	Isolation renforcée Classe 4
AR5	$R \geq 35$ dB	Isolation renforcée Classe 5
AR6	$R \geq 37$ dB	Isolation renforcée Classe 6

Les vitrages sont marqués en fonction de leur classe acoustique. Leurs performances sont mesurées sur des échantillons de 1,48m*1,23m, selon les indications de la norme NF EN ISO 140.

Certification Acotherm pour le classement acoustique des menuiseries extérieures :

Classe AC	Menuiserie(*) sans entrée d'air	Menuiserie avec entrée d'air certifiée sur la menuiserie		Bloc-baie sans entrée d'air		Bloc-baie avec entrée d'air certifiée (**)	
	RA, tr mesuré (dB)	RA, tr mesuré (dB)	RA, tr Calculé (dB)	RA, tr mesuré (dB)	RA, tr Calculé (dB)	RA, tr mesuré (dB)	RA, tr Calculé (dB)
AC1	28	26	26	28	28	26	26
AC2	33	31	31	33	33	31	31
AC3	36	34	35	36	37	34	35
AC4	40	38	39	40	41	38	39

(*) Menuiserie ou bloc porte.

(**) Il n'est pas possible de recomposer la performance d'un système coffre + entrée d'air par calcul.

Normes françaises Afnor :

[NF EN ISO 717](#) : Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction

[NF EN ISO 140](#) : Acoustique - Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction

VISUEL

Caractéristiques d'un triple vitrage super isolant selon la norme EN 410 :

- Transmission lumineuse : 65 à 72 %

- Facteur solaire g ou FS : de 47 à 55 %
- Indice de rendu des couleurs en transmission : 95 à 96 (Source Interpane)

Remarque : le verrier Interpane recommande une utilisation avec un système de profilés d'écartement noirs pour des raisons optiques.

Norme française Afnor :

NF EN 410 : Verre dans la construction - Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages

OLFACTIF

Les seules odeurs possibles d'une fenêtre à triple vitrage peuvent provenir de la menuiserie, en fonction du matériau utilisé.

APPROCHE FINANCIERE

INVESTISSEMENT (tarifs donnés à titre indicatif - 05/2011)

A titre indicatif, un triple vitrage classique 4/12/4/12/4 ($U_g=0,7W/m^2.K$) coûte environ 70 € HT/m², tandis que pour la même marque, un double vitrage thermiquement renforcé 4/16/4 ($U_g=1,1W/m^2.K$) coûte environ 30 € HT/m². (Source Miroiterie Lecquoise, verre Interpane Iplus 3E et Iplus E).

Le prix dépend cependant entre autre de la surface à vitrer, de l'usine d'assemblage du verre, du choix du verre et du gaz.

En effet il sera plus élevé avec l'utilisation du krypton que de l'argon.

Par ailleurs, en comparaison avec le double vitrage, le triple vitrage nécessite environ 50 % de plus de matière première (calcin mais aussi colle, etc.) ainsi qu'une menuiserie plus épaisse, et donc une consommation d'énergie plus élevée pour sa fabrication et son transport, ce qui explique son prix.

Retours d'expériences

● Où se trouve le surcoût du BBC ? (Source : Le Moniteur)

A partir des bordereaux de prix de 11 bâtiments basse consommation, Thierry Rieser, ingénieur Enertech, a estimé les surinvestissements et identifié les choix techniques offrant le meilleur rapport entre les kWh économisés et le coût exigé. Il s'est rendu compte que pour la menuiserie et un triple vitrage performant ($U_w=0,7 W/m^2.K$), fourni-posé, on arrive à descendre à 440 € par m². Mais le triple vitrage n'offre pas que des bonnes surprises. Sur un chantier, il a pu monter jusqu'à 850 € du m². Pour Thierry Rieser, c'est un « prix irrationnel » qui ne s'explique que par une marge largement trop importante, au profit du menuisier-poseur.

● Peut-on faire des économies sur la construction en choisissant des triples vitrages ? (Source : thermicien)

Nous avons aujourd'hui les outils (Logiciels de simulation dynamique) pour évaluer la pertinence de tel ou tel choix (menuiseries, niveaux d'isolations, etc.) alors autant s'en servir, tout le monde y gagne : le maître d'ouvrage parce que la facture sera moins lourde, l'environnement parce que moins d'énergie grise... Et on évite les arbitrages budgétaires du type "grâce au bon niveau d'isolation et au facteur solaire plus faible du triple vitrage, les occultations ne sont plus obligatoires, on fait donc une économie sur la construction", un grand classique maintes fois entendu, souvent de la bouche des fabricants de TV, à ce détail près que si le résultat est souvent assez proche pour la thermique hivernale, le comportement du bâtiment en été aura de fortes chances d'être nettement moins satisfaisant dans le Sud de la France.

Cependant, certains architectes proches de la frontière suisse s'approvisionnent essentiellement chez nos voisins, leurs prix étant largement compétitifs, ainsi que la qualité de leurs produits.

On sait qu'un vitrage à l'Argon est moins cher qu'un vitrage contenant du Krypton, pour une isolation un peu plus faible, ce dernier étant plus rare et plus cher.

La pose de triple vitrages conduit à réduire l'effet de paroi froide (température de surface intérieure du vitrage plus élevée) et ainsi, à confort égal, de réduire la température ambiante de 1°C voire de 2°C et, par conséquence, d'obtenir des économies d'énergie sur le chauffage de l'ordre de 7 à 14 %, bien supérieures aux économies directes.

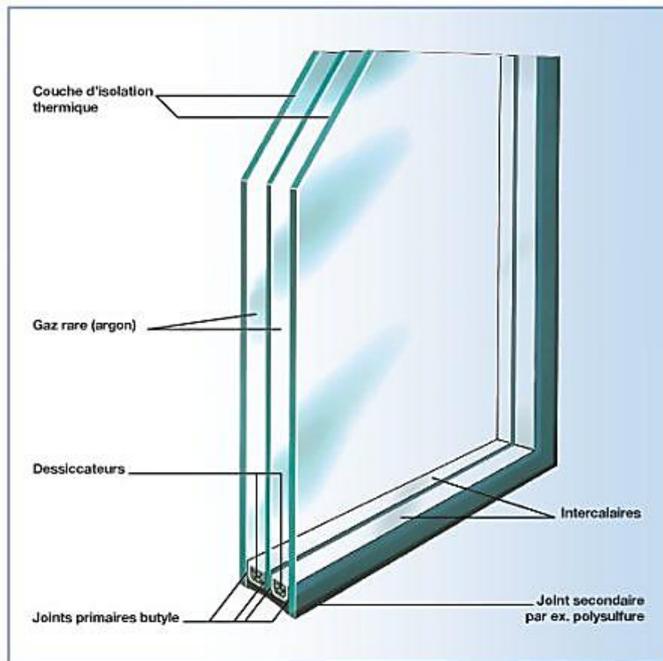
MISE EN ŒUVRE (compétences particulières)

De par son poids et les contraintes occasionnées à la pose, le choix d'un triple vitrage entraîne un surcoût d'environ 40 % par rapport à celui d'un double vitrage. (Source : Menuiserie André)

TRAITEMENT/ENTRETIEN

Il n'y a pas d'entretien particulier.

ILLUSTRATION



Triple vitrage isolant thermique (Source : Interpane)



Verre à couche haute performance pour triple vitrage SGG Planitherm Max (Source : Saint-Gobain Glass Solutions)

CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

ORIGINE DES PRODUITS (naturelle, synthétique, recyclage)

Le verre est fabriqué à partir de calcin, débris de verre recyclé ajouté aux matières premières, ou directement à partir de matières premières (silice, sable...).

CARACTERISTIQUES SANITAIRES ET SANTE (micro-organisme, émission COV, radioactivité, fibres...)

Lors de la mise en place des vitrages, l'utilisation de colle peut être faite, or celle-ci libère 87 mg/m²/h de COV.

ELEMENTS D'ACV (contexte local, recyclage)

Il n'est pas recyclé lorsqu'il est sous forme de verre feuilleté ou à couche, comportant des films de polymère ou des revêtements spéciaux, mais sa durée de vie est supposée être supérieure à 10 ans, période de garantie donnée par les verriers. Sinon, il est emmené en déchèterie et recyclé.

Les menuiseries en bois sont en général démontées mécaniquement, et la plupart de ces éléments sont recyclés.

La société Levy (présente en Alsace) a récemment créé une machine qui, après avoir cassé le bois et le métal de la menuiserie, sépare les métaux ferreux à l'aide d'un aimant, puis trie le bois des débris de verre et de métaux résiduels dans un bac rempli d'eau. Le bois est réutilisé comme source d'Énergie par des chaufferies industrielles, la ferraille également recyclée, tandis que le mélange restant, composé de verre, sert pour les infrastructures routières.

Les menuiseries en aluminium sont elles aussi recyclées.

NUISANCES (emballage, déconstruction, déchets, types de déchets)

Les triples vitrages sont assemblés directement en usine selon la commande du client. Leurs dimensions ne peuvent donc pas être recoupées sur le chantier. Toutefois, il faut noter la présence dans les Alpes-Maritimes de l'entreprise [Algora Environnement](#) spécialisée dans l'enlèvement, le traitement et la valorisation de tous les déchets, notamment le verre.

ENTRETIEN MAINTENANCE

Les triples vitrages ne nécessitent pas d'entretien particulier. Les couches internes sont isolées et ne se salissent pas. Seules les couches externes nécessitent d'être lavées régulièrement. Il existe cependant des vitrages autonettoyants qui ralentissent le dépôt de saletés. Les menuiseries en bois doivent être entretenues selon les conseils des menuiseries.

CONCLUSIONS

Le triple vitrage est en grande concurrence avec le double vitrage, particulièrement bien maîtrisé. Il est principalement utilisé pour des habitations sur-isolées ou des constructions passives, dans la mesure où il permet de réduire au maximum le coefficient de transmission thermique de la fenêtre, s'il est monté avec une menuiserie performante, et complété par des volets. Pour bénéficier réellement de ses avantages thermiques, il convient de penser l'ensemble de la construction dans un objectif de faible consommation d'énergie, et en particulier de choisir une menuiserie très isolante.

En outre, le triple vitrage, de par sa très bonne isolation, présente un certain confort aux abords des vitrages, comme la disparition des zones froides sur le vitrage intérieur. Il est aussi possible d'obtenir des triples vitrages présentant de bonnes propriétés acoustiques ainsi que d'autres propriétés.

Le triple vitrage représente néanmoins un surcoût important à l'investissement. Le gain thermique reste controversé et n'est pas validé par le SNFA pour des ouvertures exposées à 60% au sud, dans les départements français classés H2d et H3. A l'inverse, il peut être intéressant pour des constructions situées dans le nord-est de la France, ou pour des ouvertures exposées au nord, le triple vitrage présentant un facteur solaire g inférieur à celui d'un double vitrage. Mais les verriers continuent d'améliorer les performances de leurs produits, et ces résultats seront à réactualiser.

Le choix du triple vitrage nécessite donc une étude préalable, dépend de l'orientation et de la situation géographique et, de ce fait, doit être adapté au cas par cas, selon les régions, avec des solutions qui seront différentes à Marseille, Strasbourg ou Brest.

Nos voisins Allemands, Suisses et Autrichiens conseillent parfois de favoriser les apports solaires des fenêtres sud avec du double vitrage performant (U_g 1.1 et g 65 %) et traiter les autres fenêtres en triple vitrage (U_g 0.8 et g 52 %). Dans cette configuration, le triple vitrage a toute sa pertinence

A noter que le meilleur vitrage du monde placé dans un mauvais châssis qui occupe 30% de la surface totale de la fenêtre elle-même posée sans qu'on ait traité l'étanchéité à l'air du pourtour, donnera de mauvais résultats.

BIBLIOGRAPHIE

www.afnor.org : normes françaises Afnor

www.bieber-bois.com : site de la menuiserie Bieber

www.cekal.com : site de l'organisme de certification Cekal

www.glastroesch.de : site du verrier Suisse-allemand Glas Trösch

www.interpane.com : site du verrier Interpane

www.rehau.fr : site du gammiste allemande Rehau

fr.saint-gobain-glass.com : site du verrier St Gobain Glass

www.sanco.de : filiale allemande de Glaströsch

www.sevessand.com/guillaume : architecte G. Sevesand

www.snfa.fr : site du Syndicat National de la construction des fenêtres, façades et activités associées

www.yourglass.fr : site du verrier AGC Flat Glass Europe (anciennement Glaverbel)

www.finstral.com : site de la menuiserie Finstral

www.tryba.com : site de la société Tryba

www.quedubois.com : site de la société Que du bois

www.andre-menuiserie.fr : site de la menuiserie André

www.menuiserie david.fr : site de la menuiserie David

Communiqué du SNFA du 10-09-2007 : Fenêtres à triple vitrage : efficacité énergétique réelle en France? Téléchargeable :

www.snfa.fr/stock_docs/communiqu%C3%A9_simulation_triple_vitrage_2007_10_09.pdf :

Dossier de presse du CSTB du 6 juin 2007- BATIMAT 2007 -Plate-forme d'échange et d'information sur la performance des bâtiments et sur l'innovation. Article : Vitrages performants : triple vitrage, gaz rare et matériaux de synthèse.

www.cstb.fr/fileadmin/documents/actualites/communiqu%C3%A9s_dossiers_presse/200706_conf_batimat.pdf

www.lemoniteur.com

www.algora-environnement.fr