



DIRECTIVES TECHNIQUES GÉNÉRALES

BUILD WITH LIGHT™

INTRODUCTION	3
TYPES DE VERRE	4
Verre recuit	
Verre durci	
Verre trempé	
Verre feuilleté	
Verre d'allège	
Intercalaires « warm edge »	
Comparaison des performances du verre teinté et du verre à couche	
Configurations de vitrage possibles	
CARACTÉRISTIQUES DE PERFORMANCE DU VERRE	9
Verres à couche et économies d'énergie	
Performances du verre	
Verre architectural haute technologie SunGuard®	
Informations acoustiques	
Évaluation des échantillons de verre	
TRAITEMENT ET UTILISATION DU VERRE	12
Déformation optique	
Figure de trempe	
Casse thermique	
Test « heat soak »	
Charges de vent et de neige	
Bombage du verre à couche SunGuard®	
Types de bords de vitrage	
Dimensions minimales et maximales disponibles pour le verre à couche	
Traitement des grandes surfaces de verre	
Risque de casse thermique pendant la construction	
Probabilité statistique de casse du verre	
Manutention, stockage, entretien et nettoyage du verre	
Directives générales relatives au contrôle de la qualité	
RESSOURCES ADDITIONNELLES	19
Glossaire des termes utilisés	

Introduction

Les architectes, maîtres d'oeuvre et maîtres d'ouvrage ont aujourd'hui un choix de verres plus grand que jamais. Ces choix peuvent représenter une différence significative quant au coût, à l'efficacité énergétique et à l'impact environnemental de votre projet. Il vous faut donc des informations détaillées et précises pour vous assurer de choisir le bon verre.

Cette brochure contient les directives générales et les performances détaillées relatives aux vitrages composés de tous les types de verres architecturaux de haute technologie SunGuard®, fabriqués par GUARDIAN. Elle contient également des instructions précises sur la manutention et la transformation de ces produits. Vous trouverez dans cette brochure une réponse à la plupart de vos questions. Pour plus d'informations et pour vous procurer des échantillons, veuillez contacter GUARDIAN ou votre interlocuteur SunGuard® local.



Types de verre

Déterminer le type de verre ou la combinaison de verres appropriés peut s'avérer essentiel au succès de votre projet. Ce chapitre définit les différents types de verre, leur procédé de fabrication, leurs caractéristiques et points forts. Il contient aussi des schémas de montage pour vous montrer comment les différents verres peuvent être combinés pour obtenir les propriétés thermiques, lumineuses et isolantes souhaitées.

Le verre recuit

Le verre recuit est un verre float qui n'a été ni trempé ni durci. La recuisson du verre float est le procédé de refroidissement contrôlé qui permet d'éliminer la contrainte résiduelle du verre et fait partie intégrante du processus de fabrication du verre float. Il peut être découpé, usiné, percé, laminé et poli sur ses bords.

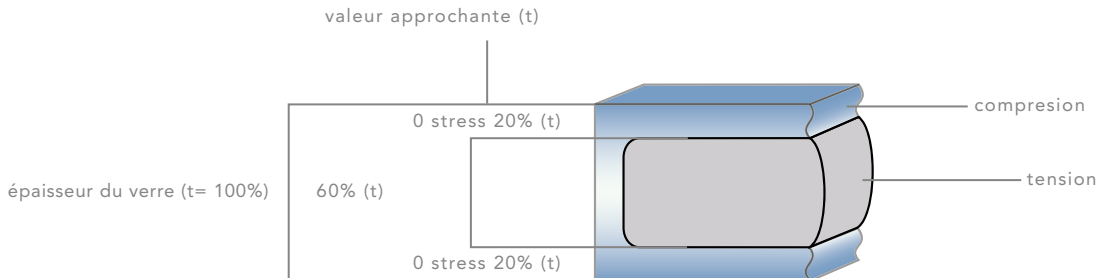
Le verre durci

Le verre durci a subi un cycle de chauffage et de refroidissement qui l'a rendu généralement deux fois plus résistant qu'un verre recuit de même épaisseur et configuration. Le verre durci doit être conforme à toutes les exigences de la norme EN 1863, parties 1 & 2. Celui-ci a une plus grande résistance aux charges thermiques que le verre recuit. Quand il se casse, les morceaux sont généralement plus grands que ceux du verre trempé. Le verre durci n'est pas un verre de sécurité tel que défini dans les normes et réglementations européennes du bâtiment. Ce type de verre est utilisé lorsqu'une résistance accrue est nécessaire pour supporter la charge du vent et les contraintes thermiques. Il n'a pas la résistance du verre trempé et est conçu pour des applications qui ne nécessitent pas un verre de sécurité. Le verre durci ne peut pas être découpé ou percé après le traitement thermique. Les transformations, telles que le meulage des bords, le sablage ou la gravure à l'acide fragilise le verre et peut causer une rupture prématurée.

Le verre trempé

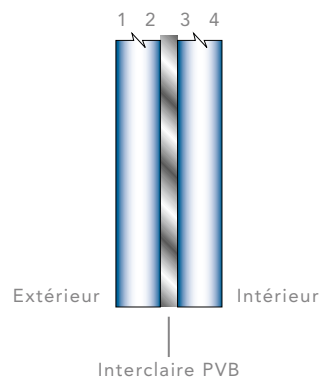
Le verre trempé est environ quatre fois plus résistant qu'un verre recuit de même épaisseur et de même configuration et doit être conforme à la norme EN 12150, parties 1 & 2. En cas de casse, il se désagrège en une multitude de très petits morceaux, ce qui réduit considérablement le risque de blessures. Le processus typique de production de verre trempé consiste à chauffer le verre à plus de 600 degrés Celsius, puis à le refroidir rapidement pour figer la surface du verre dans un état de compression et le cœur du verre dans un état de tension, comme indiqué sur le schéma ci-après. Le verre trempé est souvent appelé « verre de sécurité » parce qu'il répond aux exigences des différentes normes et réglementations du bâtiment qui fixent les normes pour le verre de sécurité. Ce type de verre est destiné aux vitrages d'usage général et aux vitrages de sécurité par exemple pour les portes coulissantes,

les entrées de bâtiments, les cabines de bain et de douches, les cloisons intérieures, et tout autre usage nécessitant une résistance accrue et des propriétés de sécurité. Après la trempe, ce verre ne peut pas subir de traitement ultérieur, tel que découpe, forage, meulage des bords. Toute transformation, telle que le sablage ou la gravure à l'acide, fragilise le verre et peut causer une rupture prématurée.



Le verre feuilleté

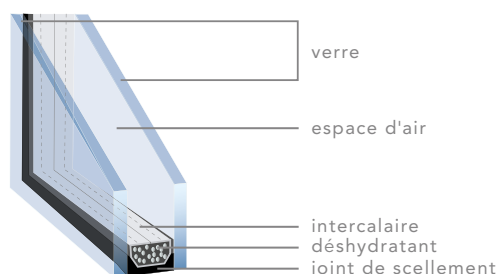
Le verre feuilleté est composé de deux ou plusieurs feuilles de verre séparées par un ou plusieurs intercalaires en polybutyral de vinyle (PVB) et définitivement collées entre elles en utilisant la chaleur et la pression. Le verre et les intercalaires peuvent être fabriqués dans toute une gamme de couleurs et d'épaisseurs pour répondre aux normes et exigences du code du bâtiment applicables. Le verre feuilleté peut se briser, mais les morceaux ont tendance à rester collés à l'intercalaire de plastique (PVB) et la vitre reste donc largement intacte, ce qui réduit le risque de blessure. Le verre feuilleté est considéré comme un « verre de sécurité » parce qu'il répond aux exigences des différentes normes et réglementations du bâtiment. Le verre durci et le verre trempé peuvent être incorporés dans du verre feuilleté pour renforcer davantage la résistance à l'impact. Le verre feuilleté peut être utilisé comme verre de sécurité, protection contre les explosions, isolant acoustique, protection contre les tirs d'armes à feu.



Le verre isolant

Le verre isolant désigne deux ou plusieurs feuilles de verre espacées par un intercalaire et scellées sur leurs bords de façon à former une seule unité. Aussi appelé « unité isolante », le vitrage isolant est le moyen le plus efficace de réduire les échanges thermiques air-air à travers le vitrage. Associés à des couches faiblement émissives et/ou réfléchissantes, les vitrages isolants permettent des économies d'énergie considérables tout en respectant la réglementation.

L'amélioration progressive des couches à faible émissivité leur a permis de mieux réduire les transferts de chaleur, l'attention se portant à présent sur la technologie des intercalaires pour parvenir à de nouvelles améliorations thermiques. Les intercalaires couramment disponibles se composent d'aluminium rempli d'un déshydratant afin d'absorber toute l'humidité résiduelle à l'intérieur du vitrage isolant, ce qui réduit les risques de formation de condensation. L'aluminium est un matériau très stable, mais le contact entre l'aluminium et le vitrage constitue un conducteur thermique important et risque d'augmenter le différentiel de température entre le centre et les bords du vitrage, ce qui peut provoquer de la condensation et réduire l'isolation thermique globale (coefficient U) de la fenêtre.



Verres d'allège

Le verre d'allège est le verre qui cache les composants structuraux des bâtiments tels que les colonnes, sols, systèmes CVCA, le câblage électrique, la plomberie, etc. Souvent présent entre chaque niveau d'un bâtiment, le verre d'allège est généralement placé entre les verres vision de chaque étage.

Les murs-rideaux ou autres structures vitrées requièrent souvent l'usage de verres d'allège pour que l'harmonie du tout soit fidèle à la vision de l'architecte. Les couleurs utilisées pour le verre d'allège peuvent être complémentaires ou contrastées par rapport à celles du verre vision. Le verre d'allège doit être traité thermiquement pour éviter de casser sous la contrainte thermique. La grande expérience de GUARDIAN dans les applications du verre d'allège lui permet d'aider les architectes et maîtres d'ouvrage à obtenir l'apparence souhaitée tout en réduisant le risque de casse thermique.

Quand le verre vision spécifié est à faible transmission lumineuse ou à faible réflexion lumineuse, trouver un verre d'allège qui corresponde exactement peut s'avérer un véritable défi. Les conditions d'éclairage naturel peuvent avoir un effet spectaculaire sur la perception de la différence entre le verre vision et le verre d'allège. Par exemple, un jour clair et ensoleillé produit des conditions de forte réflexion et peut estomper les différences entre le verre vision et l'allège. Un temps gris et nuageux peut permettre une meilleure transmission visuelle de l'extérieur et produire un

contraste plus important entre le verre vision et l'allège. GUARDIAN recommande de préparer et d'approuver des prototypes extérieures grandeur nature pour choisir l'allège appropriée au projet concerné.

Pour de plus amples informations sur des solutions spécifiques de verre d'allège avec concordance de couleurs et sur la fabrication de verre d'allège réfléchissant sur base SunGuard®, veuillez consulter nos directives spécifiques. Ces documents sont disponibles dans nos centres techniques GUARDIAN ou auprès de votre représentant commercial local.

Intercalaire « warm-edge »

La technologie des intercalaires « warm-edge », ou à bords chauds, est une autre option permettant d'améliorer les propriétés thermiques, d'éviter la condensation et de réduire le coefficient U des vitrages isolants. Les intercalaires « warm-edge » se présentent sous différentes formes, mais ils ont tous en commun de réduire le contact thermique entre le métal et le verre tout en offrant différents niveaux d'intégrité structurelle convenant en partie aux applications commerciales. Les intercalaires « warm-edge » réduisent considérablement la transmission de chaleur par rapport aux espaceurs en aluminium utilisés habituellement.



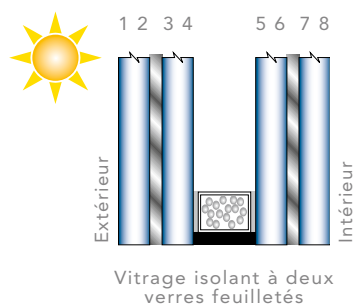
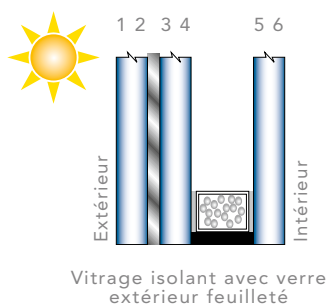
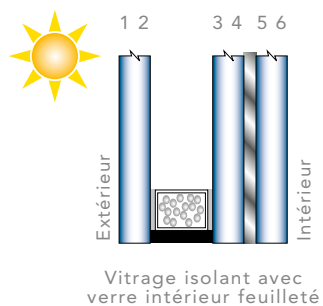
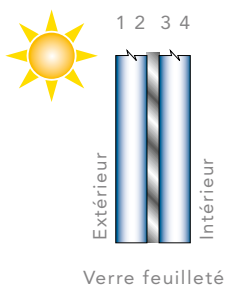
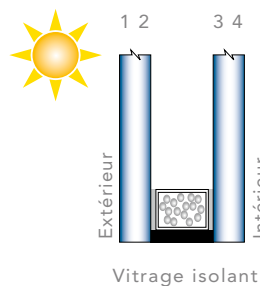
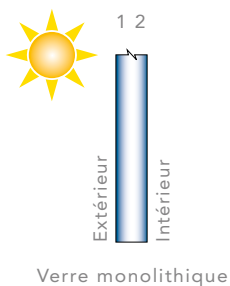
Comparaison des performances du verre teinté et du verre à couche

Les couches des verres à couche sont conçues pour réduire la quantité d'énergie solaire qui pénètre dans le bâtiment. Avant la mise au point de ces couches, les architectes avaient recours à des verres teintés dans la masse pour réduire la transmission d'énergie solaire. Le verre teinté requiert presque toujours un traitement thermique pour réduire les risques de casse par contrainte thermique et a tendance à réémettre la chaleur absorbée. (Les couches de contrôle solaire, elles, sont efficaces non seulement dans la réduction du facteur solaire, mais aussi dans l'optimisation de la transmission de lumière visible. De plus dans la plupart des cas, un traitement thermique du verre n'est pas nécessaire).



Configurations de vitrage possible

Les illustrations suivantes décrivent les configurations de vitrage les plus répandues, les faces du vitrage étant numérotées de l'extérieur vers l'intérieur.



Caractéristiques de performance du verre

Quels sont les effets du vent ou de la chaleur sur le verre architectural ? Quels peuvent être les degrés de réflexion et de chaleur ? Quels sont les effets optiques et acoustiques normaux ? Ce chapitre explique comment obtenir les performances maximales des verres architecturaux haute technologie SunGuard®.

Verre à couche et économies d'énergie

L'utilisation de verre à couche dans le vitrage isolant peut avoir un impact considérable sur la consommation d'énergie des bâtiments tertiaires. Une réduction de la puissance frigorifique du système de climatisation signifie une réduction de l'investissement initial. Une réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement permet un retour sur investissement des dépenses de vitrage année après année. Des études ont montré que sur une période de dix ans, les économies d'énergie réalisées grâce à un verre à couche haute performance peuvent être considérables. Par exemple, dans un immeuble type de six étages, les investissements peuvent être récupérés en seulement deux ans.

GUARDIAN Industries a investi des ressources substantielles depuis de nombreuses années afin de parvenir à une réduction du facteur solaire et du coefficient U de ses verres à couche. La gamme de produits SunGuard® est l'un des résultats de ces investissements et fournit un large éventail de performances pour satisfaire aux exigences des normes et règlements européens de la construction. Les produits SunGuard® sont les verres à couches les plus performants et les plus économes en énergie aujourd'hui disponibles sur le marché.

Performances du verre

L'objectif des vitrages architecturaux haute technologie contemporains est d'allier les exigences esthétiques, l'économie d'énergie et le confort des occupants du bâtiment. Théoriquement, un vitrage à contrôle solaire « idéal » transmettrait l'énergie visible du soleil (la lumière) et réfléchirait, ou bloquerait, l'énergie ultraviolette et infrarouge tout en offrant un aspect esthétiquement agréable de l'intérieur comme de l'extérieur du bâtiment. Chez GUARDIAN, nos scientifiques travaillent à développer de nouvelles technologies pour parvenir aux meilleures performances énergétiques possibles en conservant une esthétique agréable pour aider les constructeurs à parvenir à l'équilibre souhaité.

Verre architectural haute technologie SunGuard®

La gamme de verre SunGuard® est conçue pour offrir une efficacité énergétique conforme ou supérieure aux exigences des normes sur l'énergie et inclut des produits qui offrent toute une variété de choix de couleurs à l'esthétique agréable. La gamme SunGuard® High Selective affiche les meilleures caractéristiques énergétiques disponibles parmi les couches GUARDIAN à faible émissivité et à transmission lumineuse importante. La gamme SunGuard® High Performance propose un choix de qualité en transmission lumineuse, réflexion et économies d'énergie. La gamme SunGuard® Solar permet aux professionnels de la construction de travailler avec des couches « réfléchissantes » traditionnelles qui excellent dans la diminution du facteur solaire.

Informations acoustiques

Les performances acoustiques des fenêtres et des vitrages multiples peuvent être définies de plusieurs manières, mais la plus courante consiste à mesurer la performance acoustique à des fréquences centrales d'octave de 125, 250, 500, 1000, 2000 et 4000 Hertz. L'atténuation acoustique de différentes configurations de verre doit être établie par des mesures et utilisée comme guide pour connaître les performances d'atténuation acoustique du verre utilisé. Il existe aussi des indices acoustiques à un chiffre, les plus courants étant l'indice pondéré d'affaiblissement acoustique, R_w , qui inclut une correction prenant en compte les différences de sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences, et l'affaiblissement du bruit du trafic, $R_{A,tr}$, qui prend en compte le spectre sonore du bruit routier standard. Ces valeurs ont été regroupées dans une seule valeur numérique dans la norme EN ISO 717-1. Celle-ci définit les trois valeurs suivantes :

$$R_w (C;C_{tr})$$

Où R_w est l'indice pondéré d'affaiblissement acoustique qui prend en compte la sensibilité de l'oreille humaine à toute une gamme de fréquences et peut être utilisé pour comparer les performances de produits en concurrence.

C est le facteur d'adaptation pour le bruit rose qui décrit les hautes fréquences et est déterminé par l'équation :

$$(R_w + C) = R_A$$

C_{tr} est le facteur d'adaptation pour le spectre de bruit de trafic routier, qui décrit les basses fréquences et est déterminé par l'équation :

$$(R_w + C_{tr}) = R_{A,tr}$$

Pour de plus amples informations sur les solutions à bonnes performances acoustiques et sur la gamme de verres feuilletés GUARDIAN spécialement dotés de caractéristiques de contrôle du son, veuillez vous référer aux documents techniques spécifiques disponibles chez GUARDIAN ou auprès de votre représentant commercial local.

Evaluation visuelle des échantillons de verre

Le verre à couche est le plus souvent choisi en fonction des exigences techniques et de sa couleur en réflexion, vue dans des conditions normales d'éclairage extérieur. Pour voir la couleur en réflexion du verre, il est préférable d'évaluer les échantillons sur un fond noir.

GUARDIAN recommande de regarder les échantillons dans des conditions d'éclairage naturel extérieur, de préférence par temps légèrement couvert, pour obtenir la meilleure précision dans les couleurs transmises et réfléchies. Il est également recommandé aux architectes de prendre en considération l'angle d'observation, les conditions d'éclairage intérieur et les effets de l'éblouissement possibles lors du choix d'un produit.

Lorsque vous évaluez des échantillons à l'extérieur, nous vous recommandons de les examiner à différents moments de la journée et dans différentes conditions d'éclairage, par exemple, par temps nuageux et par temps ensoleillé. Cela vous fournira des indications plus précises sur l'aspect qu'aura le verre et vous permettra de voir l'effet des différentes conditions d'éclairage sur le projet que vous avez conçu.

Nous recommandons également l'examen des échantillons de verre à l'intérieur chaque fois que possible. Placez les échantillons dans une position verticale ou légèrement inclinée. Il est conseillé de placer le verre sur un fond noir, afin de reproduire les conditions lumineuses à l'intérieur de la structure où le verre sera installé. Regardez alors à travers le verre pour obtenir une impression de son aspect une fois installé.



Traitement et utilisation du verre

Quelles sont les directives générales concernant les déformations optiques ? Quels éléments peuvent augmenter le risque de casse thermique ? Comment nettoyer le verre ? Ce chapitre contient des informations plus détaillées sur de nombreuses questions importantes concernant les verres architecturaux haute technologie SunGuard®.

Déformation optique

De nombreux éléments peuvent contribuer aux déformations optiques, par exemple les procédures de traitement du verre ou les erreurs dans son utilisation. Réduire au minimum la déformation optique due au processus de traitement thermique permet d'améliorer considérablement l'aspect du produit final. Les ondulations dues aux rouleaux ainsi que les flèches sont des sources de distorsion optique qui peuvent apparaître suite aux traitements thermiques et influencent l'aspect du produit fini.

- Les ondulations de rouleaux apparaissent quand le verre passe sur des rouleaux dans un four horizontal. Quand le verre chauffe, il peut s'affaisser entre les rouleaux à chaque changement de direction des oscillations, et cette déformation est figée au cours du processus de refroidissement rapide. Ces ondulations produisent ainsi une déformation qui se retrouve dans le produit fini.
- Les flèches sont le résultat du processus de traitement thermique et peuvent être réduites en contrôlant correctement la chauffe et le refroidissement. La norme EN 12150 traite des problèmes relatifs aux flèches et donne une méthode de mesure de la flèche locale et de la flèche générale.

Figure de trempe

La figure de trempe désigne un motif géométrique spécifique de reflets irisés ou d'ombres qui apparaissent sous certaines conditions d'éclairage, en particulier en présence de lumière polarisée (on les appelle également « images de trempe », « taches de léopard », ou anisotropie). Ce phénomène est dû aux contraintes locales causées par le refroidissement rapide à l'air lors du processus de traitement thermique. Les figures de trempe sont une caractéristique du verre traité thermiquement et ne sont pas considérées comme un défaut.

Casse thermique

Il existe différents facteurs qui peuvent influencer la casse thermique. De nombreux facteurs doivent être pris en compte lors des premiers stades de sélection du verre car ils peuvent influencer le risque de casse thermique dans le produit fini.

L'un de ces éléments est la présence ou l'absence d'ombre. Les parties du verre qui se trouvent dans l'ombre en raison d'encorbellements ou de prolongements sont plus froides ; il se produit alors des tensions qui peuvent provoquer une casse thermique. Le degré de chaleur de la partie centrale du verre dépend en grande partie de son absorption solaire qui varie elle-même selon le type de verre.

Dans les zones où la casse thermique peut poser un problème, une analyse de la contrainte thermique doit être effectuée pour déterminer si un traitement thermique (durcissement ou trempe) est nécessaire.

Un traitement thermique peut s'avérer nécessaire en raison de charges vent importantes ou pour des raisons de sécurité.

Les facteurs ci-dessous peuvent également avoir une influence sur le risque de casse thermique :

- Un châssis très conducteur ou en contact direct avec du béton ou d'autres matériaux susceptibles de contribuer au refroidissement du bord du verre.
- Un châssis qui recouvre le bord du vitrage de façon excessive.
- Un film anti-chaleur fixé sur le verre après installation.
- L'utilisation de dispositifs intérieurs de protection solaire, tels que les rideaux, stores ou stores vénitiens, augmente la contrainte thermique et doit être validée par une analyse thermique.
- Les flux d'air des orifices de ventilation de chauffage ou de climatisation de la pièce ne doivent pas être dirigés vers le verre.
- Le verre peut aussi être soumis à des contraintes thermiques pendant son stockage sur site, avant son installation. Il faut prendre soin de stocker le verre dans un environnement propre et sec, protégé de la lumière solaire directe.
- Les bâtiments qui ne sont pas chauffés pendant la phase de transformation peuvent engendrer une augmentation du risque de casse thermique.

Le risque de casse thermique peut être estimé à l'aide d'une analyse de contrainte thermique assistée par ordinateur. Contactez votre représentant GUARDIAN local ou votre département technique local si vous avez besoin d'assistance.

Test « heat soak »

Tous les verres flottés contiennent un certain niveau d'imperfection. L'un des types d'inclusions est le sulfure de nickel (NiS). La plupart des inclusions de NiS sont stables et ne causent aucun problème. Les inclusions NiS risquent toutefois de provoquer une casse spontanée dans un verre entièrement trempé qui n'est soumis à aucune charge ou contrainte thermique.

Le test « heat-soak » permet de révéler la présence d'inclusions critiques de sulfure de nickel (SiN) dans le verre entièrement trempé. Le procédé consiste à placer le verre trempé dans une chambre et à augmenter la température jusqu'à environ 290° C pour accélérer l'expansion du sulfure de nickel, ce qui a pour conséquence de faire casser le verre contenant des inclusions de sulfure de nickel dans la chambre de test et de réduire ainsi le risque de casse sur site. Le procédé de test « heat soak » n'est pas efficace à 100%, mais assure un certain niveau de confiance décrit dans la norme EN 14179.

Le verre durci casse spontanément beaucoup moins fréquemment que le verre trempé et peut être utilisé lorsqu'il est nécessaire de renforcer le verre, mais que l'utilisation de verre de sécurité n'est ni obligatoire ni spécifiée.



Charges de vent et de neige

Les charges dues au vent et à la neige sont habituellement calculées et prises en compte conformément aux normes et réglementations locales en fonction du site de construction. GUARDIAN peut déterminer l'épaisseur minimum pour que le type de verre à installer résiste à des charges spécifiques. Les problèmes de charges doivent être abordés dès les premières étapes de la conception. Contactez votre représentant GUARDIAN local ou notre département technique si vous avez besoin d'assistance dans l'analyse des charges dues au vent et à la neige.

Flèche au centre du verre : Un élément important à prendre en compte dans le choix du verre est la flèche au centre. Une flèche au centre trop importante peut faire sortir les bords du verre du châssis, déformer ou réfléchir les images, ou mettre en contact le verre avec des éléments de construction intérieurs, par exemple des cloisons ou des stores intérieurs.

Vitrage isolant : les effets du vent sur les vitrages isolants sont très souvent complexes et requièrent une analyse assistée par ordinateur de la charge du vent pour bien prendre en compte les variables déterminantes.

Les professionnels doivent prendre en compte les variables suivantes :

- La répartition des charges si elle n'est pas de 50-50
- La contraction et la dilatation de l'air dues aux variations de température et de pression atmosphérique suite au changement de temps.
- La présence d'un support de tous les côtés du verre ou seulement partiellement
- Une charge asymétrique, c.-à-d. des vitres de différentes épaisseurs
- La contrainte thermique

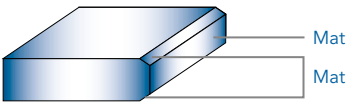
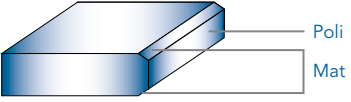
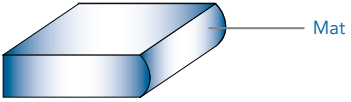
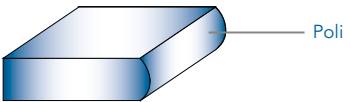
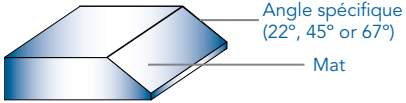
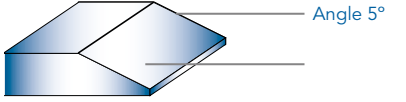
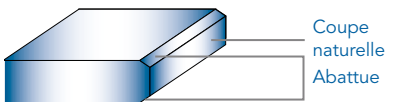
La prise en compte de toutes ces variables ou d'une partie de celles-ci peut modifier de manière significative la charge de vent maximale.

Bombage du verre à couche SunGuard®

Les couches SunGuard® aptes au traitement thermique sont thermiquement stables et peuvent être utilisées dans des applications de verre bombé. Les produits SunGuard® utilisés dans des applications de verre bombé conservent leurs propriétés esthétiques et optiques ainsi que leur performance. Les contraintes dépendent du type de couche, du choix du processus de bombage (bombage-trempe/ bombage de verre recuit), du caractère concave ou convexe de l'arrondi. GUARDIAN recommande de produire et d'examiner une maquette extérieure grandeur nature avant le choix définitif du verre. Veuillez contacter votre représentant GUARDIAN local ou votre département technique pour davantage de conseils et d'informations.

Types de bords de vitrage

L'état du bord des produits verriers finis peut avoir un impact sur les performances structurelles à long terme de l'ensemble. Le tableau des types de bord adjacent est destiné à aider les professionnels à comprendre les applications types de ces différents bords.

Type de façonnage	Description	Application particulière
	Joint plat industriel	Verre structural assemblage silicone avec les bords exposés
	Joint plat poli	Verre structural assemblage silicone avec bords très exposés et/ou pour un choix esthétique
	Joint arrondi	Miroirs et verres décoratifs pour mobiliers
	Joint arrondi poli	Miroirs et verres décoratifs pour mobiliers
	Chanfrein	Verre structural assemblage silicone
	Biseau	Miroirs et verres décoratifs pour mobiliers
	Arêtes abattues	Traitement de base des verres trempés

Verre à couche: dimensions minimales et maximales

Pour déterminer les dimensions minimales et maximales disponibles en produits verriers finis, le transformateur de verre doit être consulté. En effet les capacités physiques et mécaniques, ainsi que les contraintes propres au transformateur influent sur ces dimensions.

Remarques spéciales sur les produits finis de grande dimension

Il est important que les concepteurs soient conscients que les transformateurs verriers ne sont pas forcément en mesure de transformer les dimensions maximales de plateaux de verre produits par GUARDIAN. Au contraire, de nombreux facteurs sont à prendre en compte lors de la conception des vitrages pour l'architecture contemporaine.

La dimension maximale du verre fourni par le fabricant primaire est l'un de ces facteurs, mais il faut aussi tenir compte des limites de l'équipement de transformation, des capacités du poseur sous contrat pour l'installation du verre, de la disponibilité des équipements de transport et manutention pour la livraison et de la configuration spécifique du verre, par exemple s'il s'agit d'un verre à couche, sérigraphié, traité thermiquement, feuilleté, isolant, ou toute combinaison de ces configurations.

GUARDIAN recommande de revoir la configuration spécifique du produit avec un transformateur verrier de façon à confirmer la disponibilité du verre dans les délais de réalisation du projet et en respectant le budget.

Probabilité statistique de casse du verre

La probabilité statistique de casse du verre est un sujet complexe. Le chapitre suivant est à considérer comme une simple introduction au problème.

Le verre est un matériau cassant. Il a un comportement élastique jusqu'à ce qu'il rompe sous la charge de rupture. Cette charge de rupture varie en fonction du type et de la durée des charges appliquées, de l'orientation et de la gravité des défauts d'homogénéité mais aussi des micro-défauts présents à la surface du verre. De par sa nature, le verre ne peut pas être conçu comme les autres matériaux d'enveloppe du bâtiment qui ont une résistance spécifique prévisible. C'est pourquoi on utilise différents facteurs qui minimisent le risque de casse à la charge théorique choisie. Comme la résistance à la rupture du verre est variable, cette résistance est décrite statistiquement. Lorsque les architectes et les ingénieurs spécifient un coefficient de sécurité pour le verre dans les bâtiments, ils doivent choisir la charge de vent attendue, sa durée ainsi que la probabilité de casse du verre (exprimée pour 1000 volumes de verre lors de la première occurrence de la charge de rupture théorique). Les fabricants de verre peuvent fournir les données nécessaires pour déterminer les performances de leurs produits. Le professionnel responsable de la conception du projet devra cependant examiner ces critères de performance et déterminer s'ils conviennent à l'application prévue.

Manutention du verre, stockage entretien et nettoyage

Le verre est une substance dure, mais il peut se rayer. Le verre résiste à beaucoup de produits chimiques, mais pas à tous. C'est un matériau durable qui, s'il est entretenu correctement, a une durée de vie presque illimitée.

L'un des matériaux les plus nocifs au verre est le verre lui-même. Quand des éléments en verre sont stockés avant réalisation du vitrage, ils doivent être séparés par une couche d'air, des séparateurs adaptés ou du papier. Quand vous sortez le verre du stockage, évitez de faire glisser les panneaux les uns contre les autres pour éviter les rayures et l'abrasion. Les bords du verre ne doivent pas entrer en contact avec le châssis ou toute autre surface dure pendant l'installation.

Le verre doit être lavé fréquemment pour enlever la saleté de sa surface mais aussi pour le protéger du ternissement. Le ternissement se produit quand le sodium du verre réagit avec l'humidité de l'air. Le sodium, combiné à de petites quantités d'eau, peut produire de l'hydroxyde de sodium qui est corrosif pour le verre. Si l'hydroxyde de sodium reste sur le verre pendant une période prolongée, le verre est endommagé de façon permanente et il peut s'avérer nécessaire de le remplacer. L'hydroxyde de sodium est facile à enlever avec de l'eau et des solutions de nettoyage classiques, par exemple eau-alcool ou eau-ammoniac. Le verre installé est moins sujet aux dégâts causés par l'hydroxyde de sodium grâce au nettoyage naturel de la surface du verre par la pluie.

Solutions de nettoyage ou de lavage recommandées

A. Nettoyage général du verre

- Utilisez un chiffon propre saturé d'eau.
- Utilisez des solutions commerciales de nettoyage du verre en observant le mode d'emploi. Enlevez immédiatement les solutions de nettoyage avec un chiffon propre, doux et sec.
- Utilisez un mélange 50-50 d'eau et d'alcool, ou d'ammoniac et d'alcool, suivi d'un rinçage à l'eau tiède. Le verre doit être séché avec un chiffon propre et doux ou une peau de chamois et une éponge en cellulose.

B. Précautions

- Évitez les produits de nettoyage abrasifs ou très alcalins. N'utilisez pas de produits pétroliers, tels que l'essence, le diesel ou un fluide plus léger.
- L'acide fluorhydrique et l'acide phosphorique sont corrosifs pour la surface du verre et ne doivent pas être utilisés.
- Protégez la surface du verre des débordements ou écoulements d'acide ou agents nettoyants utilisés pour nettoyer les châssis en métal, la brique ou la maçonnerie, et des projections dues au soudage.
- Ne laissez pas les solutions de nettoyage et les autres matériaux en contact avec les bords du verre feuilleté ou isolant.
- N'utilisez pas de brosses abrasives, lames de rasoir ou autres objets pouvant rayer le verre.
- Enlevez immédiatement tout autre matériau de construction déposé sur le verre, par exemple le béton, les agents d'ignifugation, la peinture, les étiquettes et les bandes adhésives.
- Nettoyez seulement une petite surface à la fois et contrôlez à maintes reprises le verre pour vous assurer qu'il n'a pas été endommagé.
- Pour obtenir de meilleurs résultats nettoyez le verre lorsque sa surface est à l'ombre. Évitez la lumière solaire directe ou le verre chaud.

Pour les procédures correctes de manutention et de traitement du verre à couche, consultez les Directives de Traitement GUARDIAN pour les Produits Verre architectural.



Directives générales relatives au contrôle de la qualité

Les normes de qualité suivantes constituent une suggestion de directives générales pour l'évaluation des verres à couche, et s'appuient partiellement sur la norme européenne EN 1096 en vigueur.

Généralités:

- La distance normale d'observation est au minimum de 3 mètres pour le verre vision et de 5 mètres pour le verre d'allège. Pour la partie vision, l'angle d'observation doit être de 90° sur fond clair et uniforme. Le verre d'allège doit être observé sur un fond sombre et uniforme
- La zone la plus importante est la zone centrale d'observation, soit par définition, une zone située au centre du verre et mesurant 90% de la largeur et 90% de la longueur de celui-ci. La zone qui reste est la zone périphérique. Le verre ne doit pas être examiné pendant plus de 20 secondes

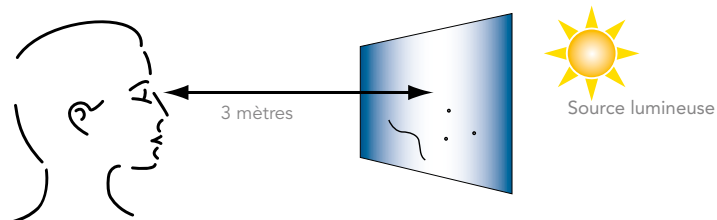
Trous d'épingles et amas (vus en transmission):

- Les trous d'épingle de 2mm à 3mm sont acceptables si leur quantité ne dépasse pas 1/m².
- Un amas est défini comme un groupe de deux trous ou plus, de 2mm maximum chacun et visibles facilement.
- Les amas de trous ne sont pas acceptables dans la zone centrale d'observation, mais le sont dans la zone périphérique.

Griffes (vues en transmission):

- Les griffes longues de plus de 75mm dans la zone centrale d'observation ne sont pas acceptables.

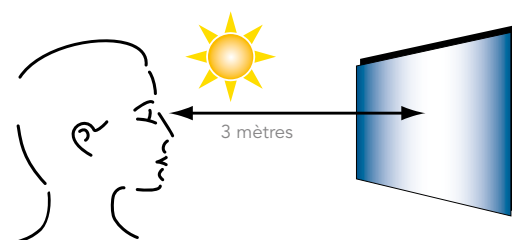
Trous d'épingle,
amas et griffes



Uniformité de la couleur (vue en réflexion):

- Les variations de couleurs sont acceptables tant qu'elles ne sont pas perçues comme visuellement dérangeantes. Ce principe s'applique aux variations de couleurs sur un verre ainsi qu'aux variations entre différents verres.

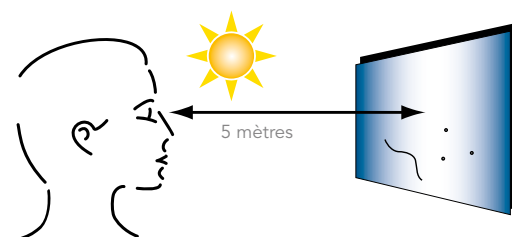
Réflexion & couleur



Verre d'allège (vu en réflexion):

- La couleur et la réflexion peuvent varier légèrement et rester acceptables.
- Les trous d'épingle jusqu'à 3mm sont acceptables.
- Les griffes jusqu'à 75mm sont acceptables.

Verre d'allège



Glossaire

Indice de rendu des couleurs (IRC)

Aptitude de la lumière transmise à travers le vitrage à restituer la variété de couleurs par rapport aux couleurs observées à la lumière du jour sans le vitrage. Exprimé sur une échelle de 1 à 100. Par exemple, un IRC faible donnera des couleurs délavées, et un IRC élevé des couleurs éclatantes et naturelles. Pour le verre commercial, l'IRC indique l'effet d'une configuration de verre spécifique sur l'aspect des objets vus à travers le verre.

Facteurs de gain solaire

Facteur de gain solaire cyclique au point de contact avec l'air pour les bâtiments légers = $(0,65 \times \text{coefficient d'atténuation des ondes courtes}) + (0,84 \times \text{coefficient d'atténuation des ondes longues})$

Facteur de gain solaire cyclique au point de contact avec l'air pour les bâtiments lourds = $(0,48 \times \text{CAOC}) + (0,76 \times \text{CAOL})$, avec CAOC = coefficient d'atténuation des ondes courtes, et CAOL = coefficient d'atténuation des ondes longues

Les facteurs de gain solaire pour le vitrage transmis au point de contact avec l'environnement, avec ombrage intérieur, sont les suivants :

Facteur de gain solaire moyen au point de contact avec l'environnement = $(1,65 \times \text{CAOC}) + (0,546 \times \text{CAOL}) - 0,135$, ou $(0,76 \times \text{CAOC}) + (0,26 \times \text{CAOL})$, en retenant la plus grande des deux valeurs.

Facteur de gain solaire cyclique au point de contact avec l'environnement pour les bâtiments légers = $(1,25 \times \text{CAOC}) + (0,546 \times \text{CAOL}) - 0,115$, ou $(0,60 \times \text{CAOC}) + (0,26 \times \text{CAOL})$, en retenant la plus grande des deux valeurs.

Facteur de gain solaire cyclique au point de contact avec l'environnement pour les bâtiments lourds = $(0,9 \times \text{CAOC}) + (0,546 \times \text{CAOL}) - 0,125$, ou $(0,44 \times \text{CAOC}) + (0,26 \times \text{CAOL})$, en retenant la plus grande des deux valeurs.

Les facteurs de gain solaire pour le vitrage, transmis au point de contact avec l'air, avec ombrage intérieur, sont les suivants :

Facteur de gain solaire moyen au point de contact avec l'air = $0,34 \times \text{CAOL}$

Facteur de gain solaire cyclique au point de contact avec l'air pour les bâtiments légers et pour les bâtiments lourds = $0,39 \times \text{CAOL}$

Note : les facteurs cycliques sont parfois appelés facteurs alternatifs.

Les facteurs environnementaux pour les combinaisons de vitrages sont souvent nécessaires au fonctionnement de logiciels informatiques, tels que Heavacomp, qui

servent à modéliser le chauffage et la ventilation des bâtiments. Ces facteurs peuvent être calculés en fonction des coefficients d'atténuation des ondes longues, des ondes courtes et le coefficient total.

Les gains solaires par les fenêtres sont causés par :

Une partie des radiations solaires absorbées par la fenêtre qui est transmise au point d'environnement. Des radiations solaires absorbées par des surfaces à l'intérieur de la pièce qui se retrouve aussi au point d'environnement

Si l'on tient compte de pare-soleils intérieurs, il y a une charge de convection supplémentaire au point de contact avec l'air. Comme les conditions stables sont rares dans les bâtiments, il est beaucoup plus courant de rencontrer des conditions qui suivent un cycle régulier quotidien. Ces cycles peuvent être décrits comme composés de deux éléments, une moyenne sur 24 heures et une variation cyclique autour de cette moyenne. Les facteurs de gains solaires cycliques varient selon que le bâtiment est de construction lourde ou légère.

Gain de chaleur

Le gain de chaleur est la chaleur apportée à l'intérieur d'un bâtiment par radiation, convection ou conduction.

Méthodes de transfert de chaleur

Le transfert de chaleur peut se produire par convection, conduction, ou rayonnement (aussi appelées « émission »). La convection correspond aux mouvements d'air dû aux différences de température. Par exemple, l'air chaud se déplace vers le haut, alors qu'à l'inverse, l'air froid se dirige vers le bas. La conduction correspond à un déplacement d'énergie d'un objet à un autre. Le rayonnement, ou émission, correspond à un mouvement de chaleur (énergie) à travers l'espace jusqu'à un objet qui la transmet, la réfléchit ou l'absorbe.

Couches réfléchissantes

Combinent une réflexion lumineuse moyenne et une faible émissivité. Ces couches, permettent aux constructeurs de combiner des coefficients U faibles, des facteurs solaires réduits et une bonne esthétique visuelle. GUARDIAN propose une vaste gamme de ce type de produit.

Énergie infrarouge (ondes longues)

Énergie générée par des sources de chaleur rayonnantes telles que des résistances chauffantes électriques ou des générateurs d'air chaud à air pulsé alimentés au gaz naturel. De plus, tout objet capable d'absorber la chaleur et de la rayonner produit des ondes longues d'énergie infrarouge. REMARQUE : quand l'énergie à ondes courtes du soleil est absorbée et rayonnée par le vitrage, elle est convertie en ondes longues.

Sélectivité

Rapport entre la transmission lumineuse et le facteur solaire. Un vitrage au rapport de sélectivité élevé permet un meilleur éclairage naturel tout en limitant les apports de chaleur. Ce rapport est la mesure utilisée pour déterminer si le vitrage est « spectralement sélectif ».

Couches à faible émissivité

D'aspect relativement neutre, les couches à faible émissivité réduisent la perte de chaleur en réfléchissant l'énergie infrarouge à ondes longues (la chaleur) et diminuent donc le coefficient U tout en améliorant l'efficacité énergétique.

Les couches à faible émissivité actuelles, appliquées par pulvérisation cathodique, sont multicouches et complexes, conçues pour fournir une transmission de lumière visible importante, une faible réflexion de la lumière visible, et des transferts de chaleur réduits. Elles peuvent être combinées à des couches de contrôle solaire. Les produits SunGuard® High Selective, SunGuard® HP et ClimaGuard®, sont tous composés de couches à faible émissivité.

Gain de chaleur relatif (GCR)

Total de gain de chaleur à travers un vitrage pour des conditions spécifiques. Cette valeur prend en compte les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur et l'effet du rayonnement solaire.

Valeur r

Mesure de la résistance du vitrage à un courant thermique. La valeur r est égale à l'inverse de la valeur U (valeur $r = 1/\text{valeur } u$). Plus la valeur r est élevée, meilleures sont les propriétés isolantes du vitrage. La valeur r n'est pas une mesure habituellement utilisée pour caractériser les performances des vitrages, mais elle est mentionnée ici pour mieux comprendre la valeur u.



Coefficient d'atténuation (CA)

Les propriétés d'admission de la chaleur rayonnée peuvent être comparées à l'aide de leurs coefficients d'atténuation. Le coefficient d'atténuation est obtenu en comparant les propriétés d'un verre avec un verre clair float à transmission thermique totale de 0,87 (un verre de ce type a une épaisseur de 3 à 4mm). Il se compose d'un coefficient de longueurs d'onde courtes et d'un coefficient de longueurs d'onde longues. Le coefficient d'atténuation des ondes courtes (CAOC) est égal à la transmission thermique solaire directe divisée par 0,87. Le coefficient d'atténuation des ondes longues (CAOL) est égal à la fraction de l'absorption libérée à l'intérieur, elle aussi divisée par 0,87.

Le coefficient d'atténuation total est la somme des coefficients correspondant aux ondes courtes et aux ondes longues.

Les coefficients d'atténuation sont calculés pour un rayonnement d'une incidence proche de la normale.

Énergie solaire

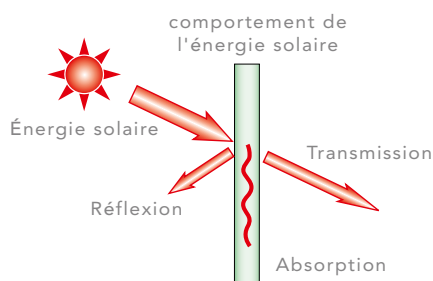
Énergie rayonnante du soleil, de longueur d'onde comprise entre 300 nm et 4000 nm, qui inclut les UV (300 à 380 nm), la lumière visible (380 à 780 nm) et l'énergie proche infrarouge (780 à 4000 nm).

% Réflexion énergétique = pourcentage d'énergie solaire directement reflétée du verre vers l'extérieur.

% Absorption énergétique = pourcentage d'énergie solaire incidente absorbée dans le verre.

% Transmission énergétique directe = pourcentage d'énergie solaire directement transmise à travers le verre.

La somme des pourcentages qui constituent la réflexion énergétique, l'absorption énergétique et la transmission énergétique directe est égale à 100 %. Une autre valeur à prendre en compte est l'émission, ou émissivité. Ce terme désigne la ré-émission d'énergie absorbée qui peut être émise vers l'intérieur ou l'extérieur du bâtiment. L'émissivité est contrôlée à l'aide d'une couche à faible émissivité.



Couches solaires réfléchissantes

Les couches réfléchissantes communes réduisent le facteur solaire de manière très efficace, grâce à la réflexion et l'absorption énergétique. Mais la transmission lumineuse est généralement faible, et les coefficients U moins performants que dans le cas de couches faiblement émissives. Dans cette catégorie, GUARDIAN propose sa gamme SunGuard® Solar, souvent associée à une couche à faible émissivité sur le verre opposé d'un vitrage isolant.

Vitrage spectralement sélectif

Vitrage à haute performance qui admet autant de lumière du jour que possible tout en empêchant la transmission d'autant de chaleur solaire que possible. En contrôlant le gain de chaleur solaire l'été, en empêchant la perte de chaleur intérieure l'hiver, et en permettant aux occupants de réduire l'utilisation de l'éclairage électrique en utilisant au maximum la lumière du jour, les vitrages spectralement sélectifs réduisent considérablement la consommation d'énergie des bâtiments.

Transmission des ultraviolets

Pourcentage d'énergie sous forme d'ultraviolets directement transmis à travers le verre. L'exposition à long terme aux UV peut entraîner une décoloration des tissus et des pigments, détériorer les plastiques et modifier l'aspect de nombreux types de bois. L'ultraviolet est l'énergie de rayonnement solaire dont la longueur d'onde est comprise entre 300 nm et 380 nm, masse d'air 1,5.

Coefficient U

Mesure le gain ou la perte de chaleur à travers le verre, dus à la différence entre la température intérieure et la température extérieure. Moins le coefficient U est élevé, plus les propriétés isolantes sont optimales. Exprimé en W/m^2K .

Lumière visible

Énergie de rayonnement solaire dont la longueur d'onde est comprise entre 300 nm et 780 nm, avec l'illuminant D65 et l'observateur CIE 2°.

% Transmission lumineuse = pourcentage de lumière visible directement transmise à travers le verre

% Réflexion lumineuse intérieure = pourcentage de lumière visible incidente directement réfléchi du verre vers l'intérieur

% Réflexion lumineuse extérieure = pourcentage de lumière visible incidente directement réfléchi du verre vers l'extérieur



Les valeurs de performance du produit sont nominales et peuvent varier en fonction du processus de fabrication. Valeurs spectrophotométriques calculées selon la norme EN 410 ; coefficients U calculés selon la norme EN 673.

Les produits de cette brochure sont vendus sous le couvert des conditions générales de vente de GUARDIAN et éventuelles garanties écrites. Il est de la responsabilité de l'acquéreur de s'assurer que les produits soient appropriés à l'application souhaitée. Pour obtenir l'information la plus récente sur les produits, ainsi que les directives techniques générales pour leur manutention et leur transformation, veuillez svp contacter votre représentant GUARDIAN.