

FICHE MATÉRIAUX

LE V E R R E

Le Verre Float

Fiche N° 5.01

5.01

Étiquette de fiche

FLOAT • Verre flotté - verre plat

Le verre « Float » est un verre parfaitement plat. Il doit son nom à son procédé de fabrication. Le procédé « Float » consiste à étirer le verre fondu sur un bain d'étain en fusion. 90% des verres plats sont fabriqués par cette méthode.

Les applications

Traditionnellement, le verre a pour principale fonction de se protéger de l'extérieur tout en laissant pénétrer la lumière naturelle à l'intérieur des bâtiments. Autrefois, ses propriétés intrinsèques le cantonnaient dans un nombre très limité d'applications. Le verre est un matériau parfaitement élastique : il ne présente jamais de déformation permanente. Il est cependant fragile, c'est-à-dire que, soumis à une flexion croissante, il casse sans présenter de signes précurseurs.

Aujourd'hui, la technologie verrière permet de se protéger du chaud, du froid, du bruit, du feu, des agressions et des accidents. Le verre embellit notre environnement, tant extérieur qu'intérieur. Il permet aussi de préserver l'intimité des occupants, voire de les soustraire totalement aux regards indiscrets.

Qui plus est, ces multiples fonctions peuvent être combinées entre elles au sein d'un seul et même vitrage, rendant désormais son champ d'applications quasi illimité.

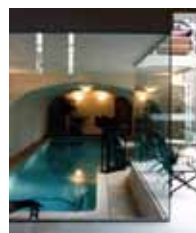
À présent la technologie « float » est utilisée pour la production de verre plat dans différentes applications : bâtiment et architecture, automobile, vitrage, miroiterie...

La demande mondiale en verre plat représente environ 45 millions de tonnes par an, dont environ 50 % provient d'Asie, 27 % d'Europe et 15 % d'Amérique du Nord. Elle se répartit à raison de 70 % pour le bâtiment, 20 % pour l'ameublement et la décoration intérieure et 10 % pour l'automobile et les transports.

1 Les classiques



Façades de bâtiments



Mur intérieur de maison

2 Les méconnus



Paroi de mobilier



Revêtement de table



Paroi d'aquarium

Mesures et épaisseurs

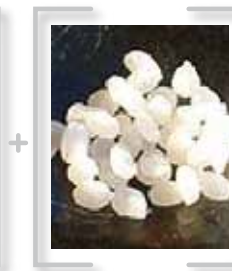
Le verre « Float » est vendu, au détail, à partir d'une plaque standard de 6 m x 3,21 m.

Les épaisseurs disponibles sont 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 19 - 22 et 25 mm. Moins épais que 3 mm c'est disponible également mais plus difficile à obtenir et en moins grande surface (2 - 1 -> 0,3 mm).

La matière avant transformation



Grains de sable
ø 0,5mm à 60% - SiO_2



Soude - Na_2CO_3



Chaux vive - CaO



Al_2O_3 - MgCO_3

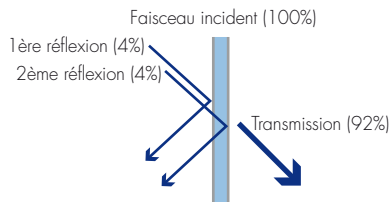


Feuilles de verre float

Pour en savoir plus sur la formule du verre : http://www.espaceterreetmatériaux.be/verre_et_cristal.htm

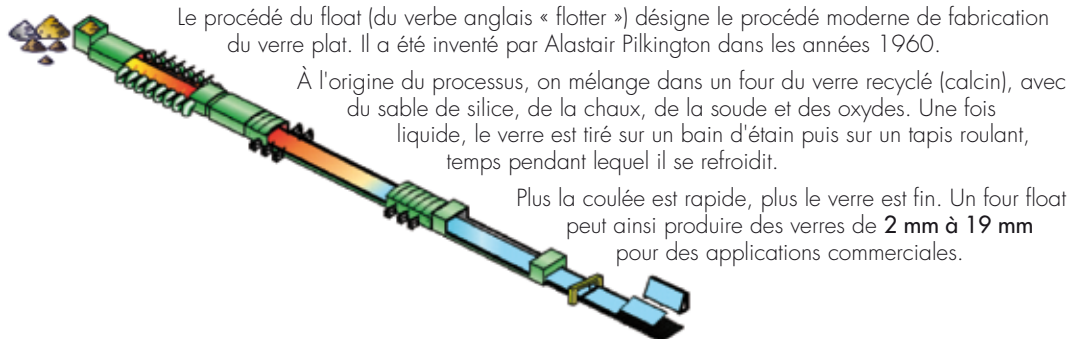
Caractéristiques techniques

- **Structure** : le verre est un liquide figé, non cristallin, isotrope.
- **Aspect transparent** : le verre peut être teinté au moment du mélange initial par l'ajout d'agents colorants gris, vert, bronze ou bleu. On peut aussi appliquer sur le verre float des couches métalliques qui modifient également les caractéristiques du vitrage.
- **Propriétés optiques** : coefficient de transparence (% de lumière solaire transmise) = 90%
- **Résistance à la flexion** : un vitrage soumis à la flexion a une face en compression et une face en extension. La résistance à la rupture en flexion est de l'ordre de : 40 MPa (N/mm^2) pour un verre float recuit.



Caractéristique	Verre (val. moyennes)	Comparaison acier
Densité	2 500 kg/m^3	7 850 kg/m^3
Rigidité	Élevée ; 69 000 MPa	210 000 MPa
Limite d'élasticité	Très élevée ; 3 600 MPa	235-355 MPa
Résistance aux chocs	Faible	Élevée
Coefficient de dilatation	linéaire de 0,5 à $15 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	linéaire de $12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$
Conductibilité thermique	1 $\text{W/m}^\circ\text{C}$	46 $\text{W/m}^\circ\text{C}$

Procédé de transformation de la matière première en articles

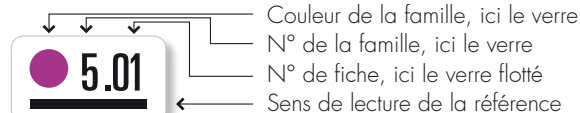


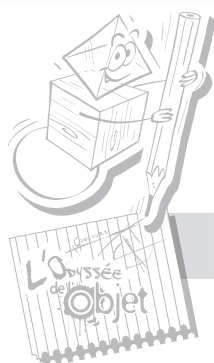
Dossier <http://universduverre.free.fr/dossiers/verre-float.html>

Vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=qTNbaCuzvO>



Référence de fiche





FICHE MATÉRIAUX

LE V E R R E

Le Verre Trempé

Fiche N° 5.02

5.02

Étiquette de fiche

SÉCURIT • Verre trempé - verre plat

- Le verre trempé est du verre traité par un processus de trempe (refroidissement rapide) en vue d'améliorer ses propriétés mécaniques. Le verre trempé est de deux à cinq fois plus résistant qu'un verre ordinaire.



Morceaux de verre trempé



Morceaux de verre ordinaire

Lorsqu'un verre trempé thermiquement se casse (la trempe ne le rend pas incassable), il éclate en de nombreux petits morceaux, ne présentant pas ou peu de parties tranchantes. C'est pourquoi ce type de verre est employé dans le secteur automobile pour équiper les vitres latérales et arrière.

Un verre trempé ne peut pas être coupé après sa fabrication, il éclate en mille morceaux; c'est pour cette raison qu'il n'y a pas d'échantillon de verre feuilleté dans cette matériauthèque.

- Les applications

- 1 Verre trempé émaillé par sérigraphie** : ce sont les verres trempés dont une face est recouverte d'un émail opaque vitrifié au cours du traitement thermique. Utilisable comme verre à contrôle solaire pour filtrer une certaine quantité de lumière et de chaleur solaire et ceci sans déformer la qualité de la lumière transmise.



- 2 Verre trempé feuilleté** : allie les performances mécaniques du verre trempé et la sécurité du verre feuilleté. Il permet de réaliser de véritables façades et toitures "tout verre", sans éléments de structure visibles.



Architecture



Mobilier urbain (Abrisbus)



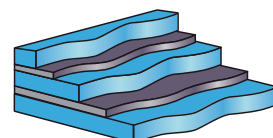
Téléphones portables



Matériel roulant / automobile



Vitres latérales et arrière de voiture



le feuilletage de verre
Voir fiche 5.03



La matière avant/après transformation

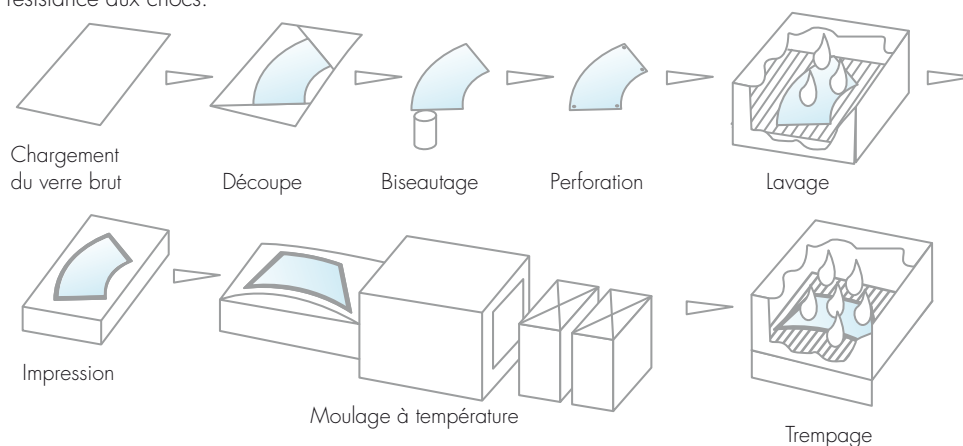
Mêmes matières que le verre Float (Fiche 5.01).

Caractéristiques techniques

- **Densité** : coefficient de dilatation identique à celui du verre float.
- **Résistance à la flexion** considérablement accrue par rapport à celle du verre float.
Un vitrage de 8 mm résiste à une bille en acier de 500 grammes tombant d'une hauteur de 2 mètres tandis qu'une hauteur de 30 cm serait suffisante pour briser un verre non trempé.
- **Structure** : les couches superficielles sont mises en compression.
- **Température de mise en œuvre** : 600°C avant trempage.

Procédé de transformation de la matière première en articles

Il s'agit de porter le verre à haute température en le passant dans un four, jusqu'à atteindre une température proche de son point de ramollissement (de 570°C à 700°C, en fonction de sa composition). Il est ensuite refroidi rapidement en surface, au moyen de jets d'air ou en le plongeant dans un bain (de silicone par exemple) à basse température. Ce procédé crée des tensions en profondeur et de la compression à la surface du verre, lui conférant des propriétés mécaniques supérieures, en termes de résistance aux chocs.



Attention ! Le verre trempé thermiquement ne peut plus être retravaillé. Il ne peut plus être recoupé, façonné, ou percé. Il est donc important que l'usage et la mise aux cotes définitives se fassent avant la trempage.

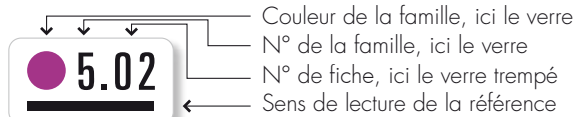
Il existe aussi un procédé de trempage chimique, plus coûteux que le précédent, mais réalisable sur de faibles épaisseurs (2 mm).

Dossier <http://www.infovitrail.com/verre/trempe.php>

Vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=LP-NOSVbzWU&feature=related>



Référence de fiche



FICHE MATÉRIEAUX

LE VERRE

Le Verre Feuilleté

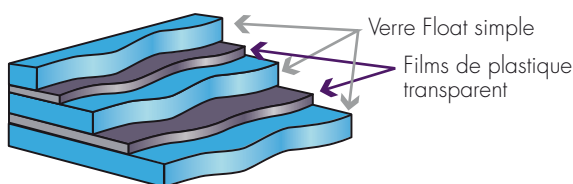
Fiche N° 5.03

5.03

Étiquette de fiche

VERRE FEUILLETÉ • Verre laminé - verre plat

Le verre feuilleté (nom usuel) ou verre laminé (nom technique) est constitué d'au moins deux feuilles de verre séparées par des films intercalaires collants, généralement de nature plastique, qui maintiennent les morceaux de verre lors d'un bris.



Section de verre feuilleté à 3 épaisseurs



État de brisure du verre feuilleté

Le verre feuilleté de sécurité est un verre qui ne présente pas ou peu de danger de blessure lorsqu'il se casse. Typiquement, il n'est pas traversé lors d'un impact normal, et les morceaux de verre brisé sont maintenus par le film intercalaire transparent collant. Il est notamment utilisé pour les pare-brise des voitures. Le film intercalaire peut être de couleur, donnant ainsi un aspect coloré au verre sans colorer le verre lui-même.

Les applications

1 Architecture L'application du verre feuilleté, de par son épaisseur réduite et son faible poids, limite le nombre de poutres nécessaires à l'ossature métallique



Veranda



Escaliers



Pare-soleil



Bardage coloré



Garde-corps bombé

2 Mobilier



Fauteuil en verre feuilleté



Table de salon



Comptoir

3 Autres propriétés et applications



Vitrage composé d'un gel pare-feu



Isolation acoustique

Réalisation du principe du verre feuilleté

Comment simuler le principe du verre feuilleté en classe ? **Attention**, toujours manipuler le verre avec des lunettes et des gants de protection.



1- Deux morceaux de verre et du double-face autocollant transparent



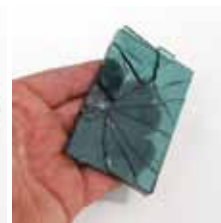
2- Appliquer le double-face autocollant transparent sur la surface d'un verre



3- Bien coller le second verre sur le premier (bonne pression)



4- Casser, pour l'exemple, le verre du dessus **Attention aux éclats**



5- Les morceaux restent soudés car ils sont collés au verre du dessous qui lui peut également être cassé



Caractéristiques techniques

- De nouvelles propriétés sont obtenues selon la nature de l'intercalaire.
- Le coefficient de transparence est réduit par rapport au verre float.

Le verre feuilleté est un assemblage de feuilles de verres et d'intercalaires de nature plastique. Les intercalaires peuvent se présenter sous forme de film, généralement (Poly-Vinyle-Butyral) ou EVA (Ethyle-Vinyle-Acétate), ou bien sous forme liquide, coulée entre deux verres (résine). Le film intercalaire opaque et non collant d'origine devient transparent et collant lorsqu'il est chauffé et compressé entre deux feuilles de verre lors de la fabrication.



Intercalare sous forme de gel



Intercalare sous forme de feuille avec renfort

Procédé de transformation de la matière première en articles



1 Lavage du verre



2 Assemblage

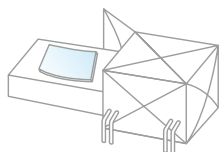
Il est effectué dans une enceinte fermée (hors poussière) : température de 18-20° et humidité relative de 30%. Les opérateurs superposent le verre et le P.V.B.. L'ébarbage du volume feuilleté est effectué avant l'entrée dans le four de préchauffage (voir lien ci-dessous, temps 2'07).



3 Dégazage

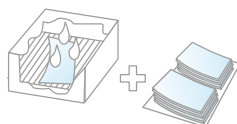
C'est l'opération la plus critique. Il s'agit :

- d'éliminer l'air emprisonné entre le P.V.B. et le verre.
- de sceller les bords de l'assemblage de manière à éviter tout risque de pénétration d'air au cours de l'opération finale d'autoclavage.



4 Autoclavage

On effectue le collage définitif du verre et du P.V.B. à une pression de 12 bars et à une température de 135 à 145° C. Ceci permet de fluer suffisamment le P.V.B. pour épouser parfaitement la surface du verre et créer l'adhésion.



5 Nettoyage et emballage

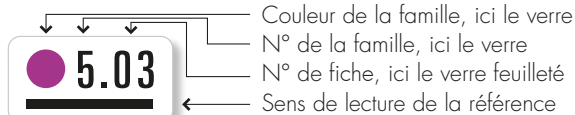
Un deuxième ébarbage périphérique pour éliminer le P.V.B. excédentaire (dû au fluage).

Dossier http://www.verreonline.fr/v_plat/tran_feuil3.php

Vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=LP-NOSVbzWU&feature=related>



Référence de fiche



FICHE MATÉRIAUX

LE VERRE

Le Verre coulé

Fiche N° 5.04

5.04

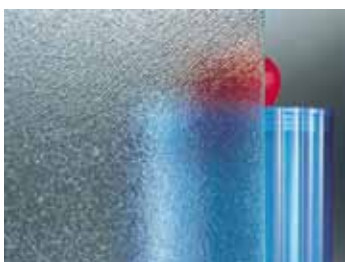
Étiquette de fiche

VERRE COULÉ • Verre étiré - verre plat

- Les verres sont obtenus en coulée continue. À la sortie du four de fusion la feuille de verre, par débordement, passe entre deux rouleaux lamineurs. Souvent, un des deux (ou les deux) rouleaux lamineurs comporte un dessin qui s'imprime sur le verre. On parle alors de verre imprimé.

Le verre armé est un verre imprimé coulé avec un grillage. Il se trouve employé dans sa grande majorité pour les toits d'usines ou pour les grandes coupes. Le caractère opaque de ce vitrage permet une meilleure diffusion de la lumière, pendant que le grillage donne un plus grand renforcement.

Cette technique (rouleaux lamineurs) permet de réaliser également des verres profilés. Comme pour le verre imprimé une succession de rouleaux lamineurs permet d'obtenir du verre profilé (armé ou non).



Verre imprimé



Verre profilé en U



Verre armé

- Les applications

1 Verre armé



Marquise



Pare-feu



Panneaux extérieurs



Bardage (isolation thermique et acoustique)

2 Verre imprimé



Décoration (panneaux intérieurs ; vitres colorées)

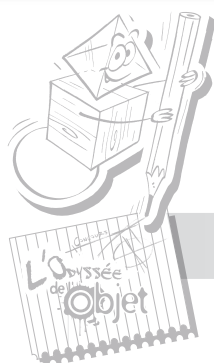


Meubles vitrés



Portes vitrées

VERRE COULÉ • Verre étiré - verre plat



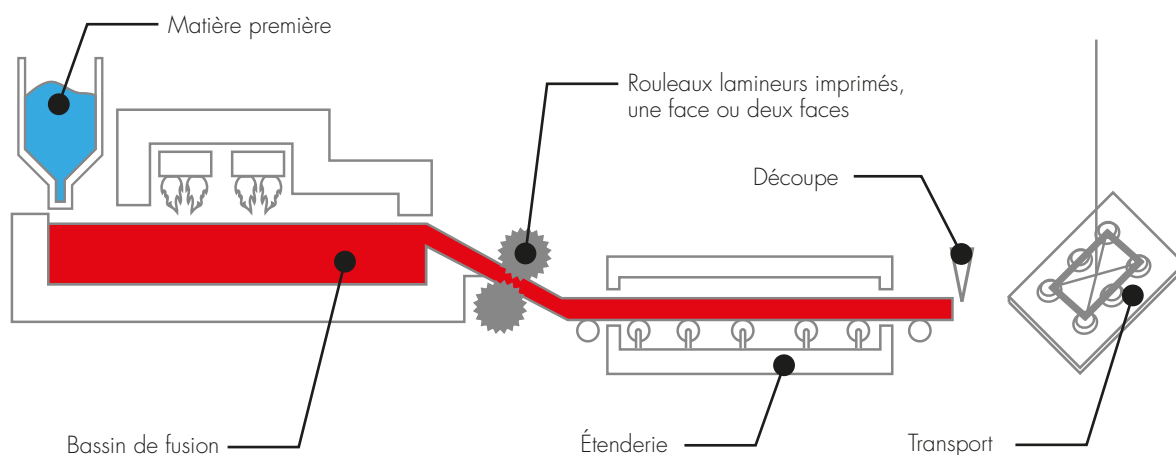


Caractéristiques techniques

- De nouvelles propriétés sont obtenues selon la nature de l'intercalaire.
- Attention !**, le verre armé n'est pas un verre de sécurité. Il donne un sentiment de sécurité erroné.

Caractéristiques	Verre (val. moyennes)	Comparaison acier
Densité	2 500 kg/m ³	7 850 kg/m ³
Rigidité	Élevée ; 69 000 MPa	210 000 MPa
Limite d'élasticité	Très élevée ; 3 600 MPa	235-355 MPa
Résistance aux chocs	Faible	Élevée
Coefficient de dilatation	Linéaire de 0,5 à 15×10 ⁻⁶ /°C	linéaire de 12×10 ⁻⁶ /°C
Conductivité thermique	1 W/m/°C	46 W/m/°C

Procédé de transformation de la matière première en articles



Dossier <http://fr.saint-gobain-glass.com/b2c/default.asp?nav1=pr&nav2=fabrication>

Référence de fiche

5.04

Couleur de la famille, ici le verre

N° de la famille, ici le verre

N° de fiche, ici le verre coulé

← Sens de lecture de la référence

FICHE MATÉRIAUX

LE VERRE

Le Verre à Couches

Fiche N° 5.05

5.05

Étiquette de fiche

VERRE À COUCHES • Verre traité - verre plat

Dans le bâtiment et dans l'automobile, les parois vitrées n'ont plus pour seule fonction d'assurer l'entrée de la lumière naturelle. On leur confère un certain nombre d'autres propriétés telles que l'isolation thermique, le contrôle solaire ou un caractère antireflet. Ces fonctions sont souvent apportées par le dépôt de couches minces à la surface du verre.

Les applications

1 Verre anti-reflet



Verre non traité/Anti-reflet

2 Verre hydrophobe



Goutte d'eau sur un verre normal



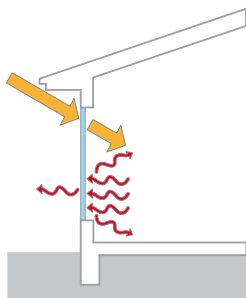
Goutte d'eau sur un verre hydrophobe

3 Verre auto-nettoyant



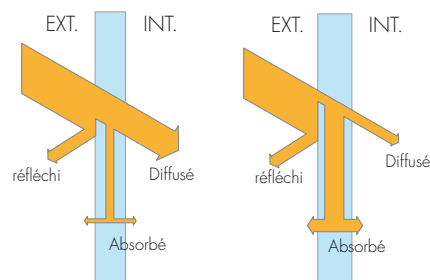
Verre non traité/Auto-nettoyant

4 Isolation thermique - Verre peu émissif (Low-e)



Objectif : laisser pénétrer l'énergie solaire à travers le vitrage et empêcher la chaleur de quitter ce local. 60% des déperditions d'une maison se font au travers des fenêtres.

5 Contrôle solaire - Vitrages absorbants



Objectif : absorber une partie de l'énergie solaire incidente avant de l'émettre vers l'intérieur et l'extérieur sous forme d'infrarouge.

6 Verre réfléchissant



Objectif : réfléchir les rayons lumineux avant qu'ils ne pénètrent dans la couche d'air (principalement les UV et les infrarouges), imperceptibles à l'œil. Un double vitrage ordinaire laisse pénétrer 76 % de la chaleur solaire à l'intérieur. Un verre réfléchissant bleu n'en laissera passer que 33%.

7 Verre laqué



Le verre laqué est un verre dont une des surfaces a été recouverte d'une peinture de la palette RAL. L'épaisseur du verre donne alors un bel effet de profondeur.



8 Verre anti-bactérien



Les ions d'argent déposés sur la couche superficielle du verre possèdent la faculté d'éliminer les micro-organismes et les bactéries, en contact avec ceux-ci. Il est utilisé en milieu hospitalier.

VERRE À COUCHES • Verre traité



Caractéristiques techniques

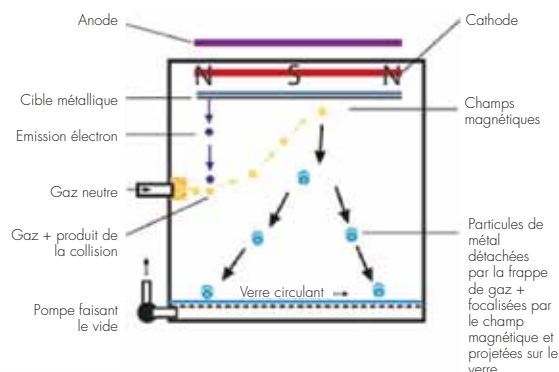
Ces traitements peuvent s'appliquer sur n'importe quel type de verre (float, trempé, feuilleté...). Elles ne modifient pas leurs propriétés mécaniques, mais apportent de nouvelles fonctionnalités.

On distingue les verres à couches dures qui n'ont pas besoin d'être protégés des intempéries ou des agressions mécaniques et donc peuvent être utilisés sans précautions particulières et les verres à couche tendre où la couche est fragile. Dans ce dernier cas, la face où se situe la couche doit être intégrée à l'intérieur d'un double vitrage ou d'un verre feuilleté.

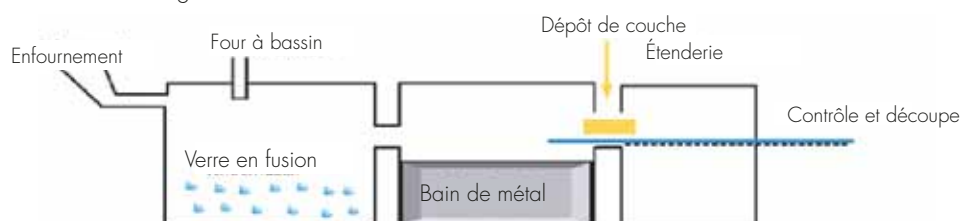
Procédé de transformation de la matière première en articles

Les deux principaux procédés de dépôt de couches minces sont :

- 1 La pulvérisation cathodique assistée par magnétron** (technique de dépôt sous vide la plus utilisée pour déposer des couches minces sur verre de grande dimension). Elle consiste à accélérer les ions d'un plasma dans un vide partiel en direction d'une cible constituée de la matière à déposer et portée à un potentiel négatif (cathode).



- 2 Le dépôt en phase vapeur** (ou verres pyrolytiques) consiste à mettre au contact du verre chaud des précurseurs gazeux qui vont réagir entre eux à la surface du verre pour former une couche mince. Ce procédé est généralement mis en œuvre directement sur la ligne de fabrication du verre plat. Le plus souvent ce sont des empilements constitués de plusieurs couches déposées séquentiellement que l'on trouve sur les vitrages.



Dossier / Fabrication	http://www.verriers-d'aujourd'hui.org/chapitre1.html
Vidéo	http://fr.saint-gobain-glass.com/b2c/default.asp?nav1=pr&nav2=fabrication
Vidéo / Magnétron	http://www.youtube.com/watch?v=6CLMBxl7Vtw

Référence de fiche


5.05

Couleur de la famille, ici le verre
 N° de la famille, ici le verre
 N° de fiche, ici le verre à couches
 Sens de lecture de la référence

FICHE MATÉRIAUX

LE V E R R E



Le Verre Miroir

Fiche N° 5.06

5.06

Étiquette de fiche

VERRE ARGENTÉ • Verre miroir - verre plat

- Le verre argenté (miroir) est obtenu par dépôts successifs en phase liquide, puis séchage d'une couche réfléchissante d'aluminium ou d'argent et d'une ou plusieurs couches de cuivre ou de plomb, appelée "le tain". Le verre est utilisé pour éviter les problèmes d'oxydation du métal tout en gardant une bonne rigidité. Le verre de support peut être clair ou teinté selon l'aspect recherché. Le tain rend le miroir complètement opaque, tout en empêchant l'oxydation de la couche réfléchissante.

La surface argentée d'un miroir est très fragile et très vite rayée.

- Les applications

- 1 À l'intérieur : miroir, encadré ou non, mobilier, revêtement de mur ou de porte de placard.



Revêtement portes



Miroir sans teint

La couche d'aluminium ou d'argent est généralement assez mince pour être partiellement transparente, de sorte qu'un miroir sans couche de cuivre ou de plomb peut être utilisé pour espionner.



Décoration



Revêtement mural



Miroir parabolique (centrales thermosolaires) : concentration des rayons solaires

- 2 Les faux-amis : Le verre réfléchissant



Objectif : réfléchir les rayons lumineux avant qu'ils ne pénètrent dans la couche d'air (principalement les UV et les infrarouges, imperceptibles à l'œil). Contrairement aux miroirs, ils ont pour vocation de laisser passer la lumière !



Caractéristiques techniques

Le traitement du verre argenté peut s'appliquer sur n'importe quel type de verre (float, trempé, feuilleté...). Il ne modifie en rien les propriétés mécaniques du verre.

Caractéristiques	Verre (val. moyennes)	Comparaison acier
Densité	2 500 kg/m ³	7 850 kg/m ³
Rigidité	Élevée ; 69 000 MPa	210 000 MPa
Limite d'élasticité	Très élevée ; 3 600 MPa	235-355 MPa
Résistance aux chocs	Faible	Élevée
Coefficient de dilatation	Linéaire de 0,5 à 15×10 ⁻⁶ /°C	Linéaire de 12×10 ⁻⁶ /°C
Conductibilité thermique	1 W/m/°C	46 W/m/°C

Procédé de transformation de la matière première en articles

La couche réfléchissante (argent) est déposée sur le verre préalablement lavé. Une couche de cuivre est placée par-dessus pour protéger l'argent des agressions chimiques. Enfin, une ou plusieurs couches de peinture protectrice sont appliquées.



Capture écran vidéo (2'20)

Dossier <http://www.infovitrail.com/decoration/argenture.php>

Vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=u03S1Nmslw4&feature=related>

Référence de fiche

5.06

Couleur de la famille, ici le verre

N° de la famille, ici le verre

N° de fiche, ici le verre miroir

Sens de lecture de la référence

FICHE MATÉRIAUX

LE VERRE



Le Verre Décoré

Fiche N° 5.07

5.07

Étiquette de fiche

VERRE DECORÉ ■

Il existe plusieurs sortes de décorations sur verre :

1 Les traitements dépolissants

Ils sont employés pour donner un aspect dépoli, régulier ou non (motifs). Le dépolissage est obtenu par sablage ou en attaquant la surface par des vapeurs d'acide fluorhydrique.



Verre dépoli

2 Gravure sur verre

Le verre est usiné mécaniquement en surface à l'aide de meules afin d'obtenir un effet décoratif.



Verre gravé

3 Coloration : laquage, émaillage, sérigraphie

Le verre émaillé ou sérigraphié est un produit trempé dont une ou les deux faces sont revêtues d'une (ou plusieurs) couche d'émaux colorés, opaques, vitrifiés au cours de la trempage thermique. L'aspect opaque et coloré du verre laqué est, lui, obtenu par le dépôt et la cuisson d'une couche de laque sur la face arrière du verre.



Sérigraphie numérique

Les applications



Cloisons



Revêtement mural (laqué)



Mobilier



Signalisation



Planchers



Portes



Douches



Décoration



Caractéristiques techniques

Ces traitements peuvent s'appliquer sur n'importe quel type de verre (float, trempé, feuilleté...). Ils ne modifient en rien les propriétés mécaniques de verre.

Procédé de transformation de la matière première en articles

Verre émaillé



L'émail est une matière vitreuse colorée à base d'oxydes métalliques et de fondants vitrifiables. Il se présente sous la forme de poudres très fines que l'on mélange à une substance huileuse comme la gomme arabique ou autrefois l'huile de lin et que l'on applique ensuite au pinceau sur le verre. On cuit ensuite les émaux. La température ne doit pas dépasser les 600°C. C'est pourquoi le verre est souvent trempé.

Verre dépoli à l'acide



La face est satinée par projection d'un acide. Ce verre d'aspect translucide et satiné reste plus transparent qu'un verre sablé. Son entretien est aussi plus aisé que celui d'un dépoli mécanique. Ce procédé s'applique aussi sur les verres argentés.

Le sablage



Le sablage consiste à projeter à grande vitesse des grains de sable (ou des billes de matière plastique) entraînés par un jet d'air comprimé. Ils y créent de petites cavités dans le verre qui donnent un aspect dépoli voire sculpté.

Dossier	http://www.infovitrail.com/decoration/argenterie.php
Email, sérigraphie	http://www.youtube.com/watch?v=u03S1Nmslw4&feature=related
Videos / Sablage	http://www.youtube.com/watch?v=PH-ZAbdWui8 http://www.youtube.com/watch?v=ycwl3Qttkrc

Référence de fiche

FICHE MATÉRIAUX

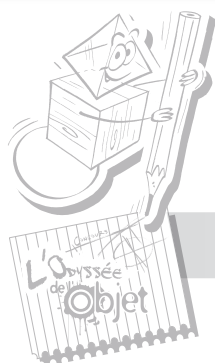
LE VERRE

Le Verre haute t°

Fiche N° 5.08

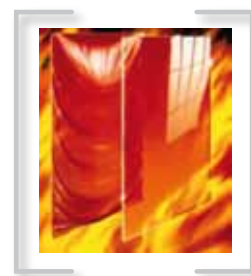
5.08

Étiquette de fiche



VERRE HAUTE TEMPÉRATURE

- Tous les verres résistent à haute température mais sont sensibles aux chocs thermiques. Certains verres ont la particularité de présenter peu ou pas de dilatation thermique. Cela les rend résistants aux changements rapides de température. De tels verres peuvent être chauffés à 800°C et être plongés dans de l'eau à 0°C sans aucun risque de casse.



Verre très résistant à la flamme

Les applications



Lampes halogènes



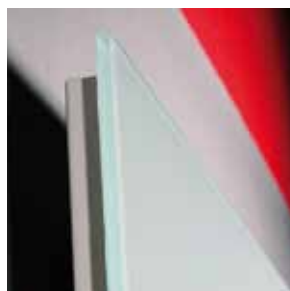
Feu ouvert



Pare-feu



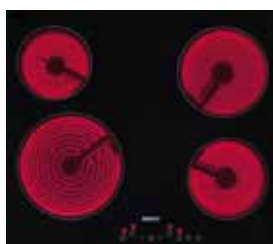
Radiateurs infrarouges



Matériel de chimie



Face avant de fours



Tables de cuisson



Plats Pyrex



Caractéristiques techniques

Type	Composition	Coefficient de dilatation (de 0 à 300°C)	T° de ramollissement	Utilisation
À titre de comparaison : Sodocalciques = verre commun	Silice (72%) + soude (13%) + chaux (5%)	86×10^{-7}	700°C	Verres plats, creux, ampoules électriques, bouteillerie
Borosilicates (ex. Pyrex)	Silice (80%) + anhydride borique (13%) + soude (4%) + alumine (3%)	32×10^{-7}	820°C	Ustensiles de laboratoire et de cuisine
Vitrocéramiques (ou vitro cristallins)	Silice (75%) + alumine (15%) + Sel de titane (5%) + oxyde de lithium (3%)	30×10^{-7}	700°C	Verrerie culinaire résistante au feu (plaques de cuisson)
Verre de silice	Au moins 96% de silice	$5,6 \times 10^{-7}$	1700°C	Tubes de lampe à halogène, éléments d'optique, miroirs de télescope

Dans la composition des verres, plus le pourcentage de silice est élevé et plus le coefficient de dilatation est faible ; donc, plus le verre est résistant.

Procédé de transformation de la matière première en articles

• Vitrocéramiques

La fabrication est basée sur le principe de dévitrification (défaut du verre qui lui fait perdre sa transparence et ses propriétés vitreuses). La transformation en céramique semi-cristalline s'obtient par un traitement thermique appelé "céramisation" qui permet d'obtenir un début de cristallisation.

- 1 Fusion d'un mélange vitrifiable comprenant un catalyseur et façonnage par les opérations habituelles en verrerie : soufflage et pressage.
- 2 Après recuit ou non, maintien des objets à une température favorable au développement de la cristallisation, située environ à 100°C au-dessus de la température de recuit.
- 3 Nouveau traitement thermique à une température favorable au développement de la cristallisation transformant le produit vitreux en une vitrocéramique.

- **Pyrex** : les verres sont façonnés par moulage.

Dossiers	http://www.infovitrail.com/verre/types.php
	http://www.verreonline.fr/v_plat/fabr_cera1.php
Vidéo	http://www.youtube.com/watch?v=hTkSj7IN2c (en espagnol)



Référence de fiche

Couleur de la famille, ici le verre
 N° de la famille, ici le verre
 N° de fiche, ici le verre haute température
 Sens de lecture de la référence

FICHE MATÉRIAUX

LE V E R R E

Le Verre Soufflé

Fiche N° 5.09

5.09

Étiquette de fiche

VERRE SOUFLÉ • verre creux

5.09a

5.09b

5.09c

- Les souffleurs de verre font chauffer une boule de verre au bout d'une canne (tube métallique creux), et soufflent dans cette canne pour faire gonfler le verre et réaliser le vide intérieur. Puis, ils étirent, aplatissent, percent cette boule pour lui donner sa forme finale. Le procédé a été, bien entendu, automatisé. C'est le mode de production privilégié des verres creux (par opposition aux verres plats obtenus par flottaison), tels que les bouteilles.



Soufflage artisanal



Soufflage Industriel



Verre blanc

Verre blanc + peinture laquée, opérée à froid

Verre blanc + 0,1% de Cobalt, mélange opéré lors de la fusion du verre

- Les applications

1 Contenants



Bouteilles



Flacons de parfum



Bouteilles de vin

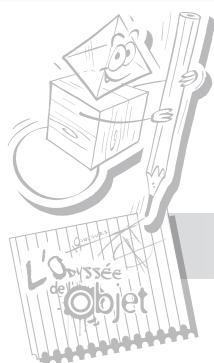
2 Verrerie de table



- Caractéristiques techniques

Le verre est un contenant très utilisé dans l'industrie agroalimentaire car c'est un composant qui réagit très peu avec la plupart des produits utilisés dans ce domaine.

De plus, le verre a deux particularités importantes pour les fabricants de boissons par exemple, d'une part, il peut se teinter et ainsi mieux protéger les liquides, et d'autre part, le verre peut se recycler à l'infini sans perdre de sa qualité. Les seuls inconvénients que l'on pourrait lui trouver, c'est sa fragilité lors des manipulations ainsi que son poids. Depuis les années 1990 et la modélisation de la forme des bouteilles en 3D par logiciel informatique, le poids des bouteilles a diminué de 30%.





Caractéristiques techniques (suite)

Dès leur conception, les emballages en verre sont prévus pour résister :

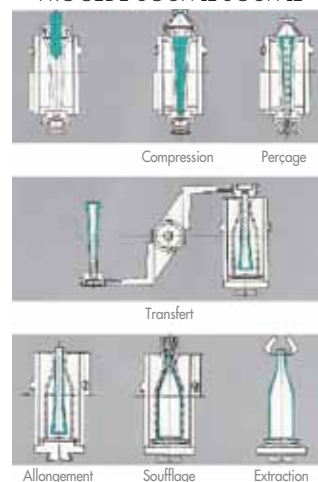
- À l'écrasement vertical, que ce soit lors de la palettisation (il est courant de stocker les palettes sur trois hauteurs) ou lors des opérations de bouchage;
- Aux chocs sur les lignes de palettisation, puis de conditionnement chez les clients;
- Aux chocs thermiques, lorsque l'embouteillage s'effectue à chaud (certains produits sont introduits dans les bouteilles à 75°C) ou lors des opérations de pasteurisations;
- À la pression interne, des boissons carbonatées notamment. À titre d'exemple, lors des contrôles à la verrerie, les bouteilles champenoises résistent généralement de 35 à 40 bars de pression interne et la limite inférieure admissible est de 25 bars. En utilisation, la pression ne dépassera pas les 7 bars à la température ambiante.

Procédé de transformation de la matière première en articles

Composant	Rôle	Proportion
Sable	Formateur	68 % à 72 %
Soude	Fondant	10 % à 15 %
Calcaire	Stabilisateur	9 % à 14 %
Oxydes métalliques (Fer, Manganèse ou sulfure de fer)	Colorants	% très faible
Calcin (verre concassé ou granulé ajouté au mélange vitrifiable provenant des déchets)	Recyclage : Abaisser T° de fusion	Verre mi-blanc : 15 % Verre feuille morte : 35 %

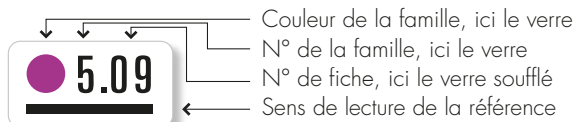


PROCÉDÉ SOUFLÉ-SOUFLÉ



Dossier	http://www.miseenbouteille.info/fabricationbille.htm
Vidéo / manuel	http://fr.saint-gobain-glass.com/b2c/default.asp?nav1=pr&nav2=fabrication
Vidéo / Automatique	http://www.arc-intl.com/ActivitesEngagement/nos-activites%284%29.aspx

Référence de fiche



FICHE MATÉRIAUX

L E V E R R E

Le Verre Moulé

Fiche N° 5.10

5.10

Étiquette de fiche



VERRE MOULÉ •

Les verres moulés sont fabriqués par pressage ou par simple dépôt sur une surface. La goutte de verre fondue tombe dans un moule, puis un poinçon descend pour presser le verre et former l'article à l'image du moule. Cette technique se prête bien aux produits aux parois épaisses.

Les applications



Évier



Luminaire



Assiettes (thermoformage)



Verrerie de table



Briques de verre (ne peuvent pas être utilisées comme élément portant)



Tuiles de verre (Chauffage)

VERRE MOULÉ •



Caractéristiques techniques

Identiques à celles du verre flotté (Fiche 5.01). Ce n'est pas pour ses caractéristiques mécaniques que ce matériau est utilisé.

Inerte : réagit très peu avec la plupart des produits agroalimentaires.

En raison du mode de fabrication, le produit subit encore un cycle thermique après moulage pour relâcher les tensions nées lors du refroidissement du verre.

Procédé de transformation de la matière première en articles

• Thermoformage du verre plat

Cette technique est utilisée pour donner une forme, un relief ou une texture à un verre plat. Le ramollissement permet à la feuille d'épouser la forme et la texture d'un moule ou d'une matière support.

• Casting

Le verre en fusion est versé dans un moule de fonte ou d'acier, articulé ou non, puis fortement enfoncé à l'intérieur de ce dernier afin d'en épouser fidèlement le relief.

• Pressage

La paraison (ou goutte de verre) tombe dans un moule, puis un poinçon descend pour presser le verre et former l'article. L'ébauche pressée peut, optionnellement, être mise en rotation dans le moule finisseur lors du gonflage. Cela permet de ne pas avoir de trace de moule.

L'article, après fabrication, est éventuellement coupé et terminé à la flamme, à la bonne hauteur.

Référence de fiche

