



Le verre

L'UTILISATION DE VERRES NATURELS

La légende raconte que l'homme a découvert le verre un peu par hasard. Selon elle, des marchands phéniciens qui préparaient leur repas, jetèrent dans le brasier un peu de natron (carbonate de sodium), souvent employé pour la conservation des momies. Ils virent soudain couler sous les pierres, un liquide visqueux jusqu'alors inconnu. La chaleur du feu, le sable et la soude s'étaient en fait combinées pour faire apparaître de la pâte de verre.

Mais déjà pendant la préhistoire, l'homme utilise des verres naturels, d'origine météoritique (teclites), issus de l'action de la foudre (fulgurites), créés par le monde animal (squelette de certaines éponges) et surtout d'origine volcanique (obsidienne, basalte). Les teclites servent alors à la fabrication de bijoux et l'obsidienne est taillée



pour former des **pointes de flèches**.

L'HISTOIRE DU VERRE

LES DÉBUTS DU VERRE ARTIFICIEL

Les tous premiers objets en verre fabriqués par l'homme sont des perles et des baguettes, datant de 3000 ans avant notre ère et retrouvées en Mésopotamie, en Syrie et en Égypte. Ils ne sont pas translucides et encore moins transparents mais opaques et de couleur verte ou bleue. Une couleur due à la présence dans le sable d'oxydes métalliques. Les objets à vocation utilitaire font leur apparition vers 1500 avant J.-C. Il s'agit de petites bouteilles et de gobelets moulés. L'artisan déposait alors la pâte de verre dans un moule d'argile et de sable dont elle épousait volontiers la forme. C'est à cette période aussi que l'apparition des fours permet de travailler à de plus hautes températures et d'obtenir des verres translucides. Les premières pièces en verre creux coulé (vases, pots, flacons) voient le jour. À la même période, les artisans mélangent à la pâte de verre quelques oxydes métalliques et obtiennent une nouvelle substance vitreuse : l'émail.

Vers 250 avant J.-C., les Babyloniens inventent la technique du soufflage du verre. Une technique qui

évoluera très peu jusqu'au **xviii^e siècle**. La **matière vitreuse** en



fusion est recueillie au bout d'une tige métallique creuse, la canne à souffler. Libre alors à l'artisan de faire rouler la bulle de verre sur sa table de travail afin de lui donner une forme symétrique. Le fond de l'objet, quant à lui, est façonné au moyen de pinces. C'est alors que se développe réellement l'industrie du verre creux. La réalisation de vaisselle en verre devient plus simple et bon marché. Apparaît également le verre transparent, obtenu grâce à l'utilisation de sables particulièrement purs. À partir du **iii^e siècle** après J.-C., l'ajout de manganèse permet de purifier les sables plus viciés et la transparence obtenue est utilisée pour vitrer les fenêtres de Pompéi.

Avec l'effondrement de l'Empire romain, l'utilisation du verre en Europe est stoppée net à l'exception des petits bouts assemblés pour former les vitraux des cathédrales. Ce n'est qu'au **xii^e siècle** que l'art du verre fait son retour sur le vieux continent grâce aux contacts entre Vénitiens et Byzantins. Sur **l'île de Murano**,



les artisans verriers produisent dès 1450 des verres fins et clairs qu'ils nomment « cristallo ». Un art qui se répand rapidement dans le reste de l'Europe.

LES PRÉLIMES DE L'INDUSTRIALISATION

Le verre tel que fabriqué à Venise manque pourtant de solidité. Pour y remédier, les Anglais ajoutent à la recette des oxydes de plomb permettant de solidifier la structure du produit fini. En France, ce n'est qu'au **xvii^e siècle** que, sous l'impulsion de Colbert, naît une industrie concurrentielle. L'homme d'État fait alors porter les efforts sur la production de verre plat. En 1698, au château de Saint-Gobain, Louis Lucas de Nehou met au point un procédé de coulage des glaces qui affranchit totalement la France des procédés vénitiens. Débute

également le ponçage et le polissage du verre. Désormais complètement transparentes, les plaques de verres restent cependant réservées aux plus riches.

Au **xviii^e siècle**, les premiers véritables moules apparaissent et mettent fin au soufflage du verre pour les bouteilles et gobelets. Au **xix^e siècle**, c'est la technologie du verre plat qui évolue encore. Grâce à l'utilisation d'air comprimé, les verriers produisent de larges cylindres qui sont ensuite découpés dans le sens de la longueur. Sous l'influence de leur propre gravité, ils s'aplatissent alors pour donner de grandes plaques de verre plat. Le prix du verre chute et le matériau se démocratise. Parallèlement, l'usage de l'énergie hydraulique, à vapeur, puis électrique, facilite le polissage des plaques de verre. Jusqu'à la création de la première usine américaine en 1833, la Pittsburgh Plate Glass Company, la France, la Belgique et l'Allemagne détiennent le monopole de la fabrication de verre plat. En France deux groupes verriers voient le jour : le premier autour de Saint-Gobain, dont l'ancêtre est la Manufacture royale des glaces, et le second autour des glaces de Bousois et de la verrerie Souchon-Neuvesel qui fabrique des bouteilles.

LA RÉVOLUTION DU PROCÉDÉ FLOAT

Au **xix^e siècle**, les machines permettent de produire des rubans de verre sans fin, polis des deux côtés simultanément. Et, en 1952, l'Anglais Alastair Pilkington met au point un nouveau procédé qu'il baptise « float ». Cette technique consiste à faire flotter en continu sur un bain d'étain, à la sortie du four en fusion et en atmosphère contrôlée d'azote et d'hydrogène, un ruban de verre. Une invention qui changera définitivement la face de l'industrie du verre plat. D'autres technologies ont également été développées durant ce siècle comme le durcissement du verre par trempage mécanique ou chimique ou encore la coloration permettant de réduire la transmission de chaleur et de lumière.

LE VERRE

À l'état naturel, le verre se trouve sous forme d'obsidienne, de teclites ou de fulgurites. Il s'agit d'un corps solide, non cristallin et homogène. À l'état artificiel, il est issu du figement progressif après fusion des constituants de la pâte de verre (sable, calcaire, carbonate de soude, stabilisants et colorants). La particularité du verre est qu'il ne se cristallise pas avec le

refroidissement. Les molécules qui le composent présentent de la cohésion mais restent disposées de manière désordonnée.

Le verre est un matériau très utile car il présente de nombreuses qualités. Il est facile à modeler et peut donc prendre de nombreuses formes. Le verre est généralement transparent mais l'ajout d'oxydes métalliques permet d'obtenir des verres colorés. Les sels de fer et de chrome donnent, par exemple, une couleur verte et les sels de cadmium ou de sélénium procurent une coloration rouge ou orangé. Donner de la couleur au verre peut servir non seulement l'esthétique mais aussi la finalité de l'objet. Car modifier la coloration d'un verre peut en changer les propriétés physiques. Ainsi la couleur particulière des **bouteilles de vin**



les rend imperméables au rayonnement qui risquerait d'altérer la qualité du millésime.

DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES INTÉRESSANTES

L'une des qualités les plus appréciées du matériau verre est son pouvoir isolant. Il forme une barrière difficilement franchissable pour les agents atmosphériques et chimiques. Le verre supporte aussi froid et chaleur extrêmes sans se casser ni même se dilater. Résistant notamment à des températures supérieures à 1 000 °C, ce matériau est très utile à la fabrication d'objets exposés à de fortes chaleurs.

Le verre est également particulièrement apprécié par les industriels de l'emballage alimentaire, pharmaceutique ou de **parfumerie**. Pur, sain et naturel, il



protège en effet les produits sans en altérer ni le goût, ni l'odeur. Totalement imperméable, il assure de plus une conservation parfaite et de longue durée.

D'autre part, à l'état liquide, le verre est extrêmement malléable et permet donc de fabriquer une grande variété d'objets et de les personnaliser à l'infini.

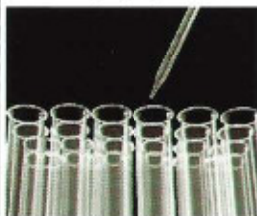
Enfin, dernière caractéristique importante et non des moindres du matériau verre : la faculté de se **recycler** indéfiniment et à 100 %.



À l'heure où il devient de plus en plus indispensable de limiter le volume des déchets, il est en effet plus que jamais intéressant de pouvoir refaire, à partir d'une bouteille usagée, une bouteille neuve en tous points semblable à la précédente.

À CHAQUE APPLICATION SON VERRE

Il existe aujourd'hui trois grands types de verre. Le verre dit plat représente le tonnage le plus important. Il est utilisé dans de nombreuses applications comme dans le bâtiment, dans l'automobile ou encore dans la miroiterie. Si certains de ces verres sont encore produits par laminage, la plupart est issue de la technique « float ». Le verre dit étiré sert notamment à la fabrication d'ampoules pharmaceutiques, d'**éprouvettes** et



d'objets de décoration. Le réputé Pyrex® fait partie de ce type de verre. Enfin le verre dit creux ou moulé est destiné à la fabrication de bouteilles, bocaux ou flacons.

Il existe encore d'autres types de verre, dont les marchés sont plus marginaux, comme par exemple le verre dit soluble. À haute teneur en soude, il peut se dissoudre dans l'eau et est utilisé comme agglomérant pour peintures ou ciments. Les fibres de verre quant à elles peuvent être tissées dans certains textiles pour la fabrication d'étoffes et de matériaux d'ameublement. Les verres techniques, enfin, peuvent être employés dans de nombreuses applications (verre d'optique, verre mousse, vitrocéramique, etc.).

DEUX ACTIVITÉS POUR UNE INDUSTRIE

L'industrie du verre se divise en deux activités différentes. L'industrie dite

Colonne de verre

3000 av. J.-C.
Premiers objets en verre façonnés par l'homme (perles, colliers, petites statuettes).

vii^e siècle av. J.-C.

Plus anciens documents donnant la recette de la fabrication du verre.

80 %

Proportion de verre plat produite par le procédé « float ».

2 000 tonnes

Quantité maximale de verre fondu que peut contenir un four à verre.

0,5 mm

Épaisseur du verre liquide obtenu dans un bain d'étain équipé de 20 « top-rollers ».

1974

Lancement de la politique de recyclage par les fabricants de verre creux français.

61,25 %

Taux de recyclage du verre d'emballage en France dans le courant de l'année 2007.

Le verre



recyclable à **100 %**

du verre mécanique est une industrie à investissements lourds et destinée à une production de masse. L'industrie du **verre à la main** se rapproche plus



d'un métier d'art qui travaille sur des productions de prestige.

L'INDUSTRIE DU VERRE MÉCANIQUE

De nos jours, une écrasante majorité du verre est produite par l'intermédiaire de la technique dite « float ». Il aura fallu plusieurs années et d'importantes dépenses à Pilkington Brothers, un verrier anglais, pour mettre au point ce procédé. Cette méthode permet la production industrielle de verre plat. En début de chaîne, les matières premières (71 % de sable, 14 % de soude, 11 % de calcaire, 4 % de composants secondaires) sont mélangées avec une extrême précision à du calcin, des débris de verre qui permettent de réduire la température de fusion du mélange. Cette opération est menée au sein de l'atelier de composition grâce à des systèmes de traitement, de lavage, de pesage et de mélange. La composition est ensuite introduite en continu dans un four en briques réfractaires. Elle est alors portée à une température de 1 550 °C qui doit être maintenue constante. Le four est donc équipé de dispositifs automatiques de veille afin de réguler pression, niveau de verre, température, etc. Le verre ainsi traité est ensuite déversé sur de l'étain fondu dans le bain dit « float » à une température avoisinant les 1 100 °C. Le débit est là encore régulé automatiquement. Le verre flotte naturellement sur le bain d'étain. Accroché par des rouleaux dentés, les « top-rollers », il s'étale progressivement sur la table jusqu'à atteindre, la plupart du temps, une épaisseur d'environ 5 millimètres. Il est possible aussi d'obtenir des épaisseurs plus ou moins importantes en jouant sur l'action des « top-rollers ». Puis, le

ruban de verre est soumis à un second traitement thermique dans un four métallique appelé étenderie. Suite à cette nouvelle cuisson, le verre est rapidement refroidi mais toujours de manière étroitement contrôlée afin de continuer à assurer des qualités bien définies. Le verre est alors découpé en plaques de différentes dimensions. C'est à cette étape que du calcin est récupéré avant d'être broyé et renvoyé vers le début de la chaîne. L'ensemble du processus de fabrication de verre plat est dirigé depuis une salle de commande. Le transport du verre se fait ensuite par l'intermédiaire de remorques spécialement conçues (suspensions adaptées, bras articulés, coussins d'air, etc.) pour éviter la casse. La méthode de production de verre étiré est légèrement différente. Elle ne fait pas appel à la technique « float ». À la sortie du four, le ruban de verre s'enroule sur un mandrin équipé d'un système de refroidissement et d'un système de soufflage d'air. Petit à petit, le ruban de verre forme un gros tube qui glisse lentement. Un tube tiré ensuite en continu par une étireuse. Le diamètre de la canne de verre est donné par la vitesse de l'étireuse et par la pression de l'air de soufflage. En fin de chaîne, une machine de coupe tranche les cannes en morceaux de dimensions prédéfinies. Sur la ligne de finition, les extrémités sont recoupées et rebriées avant d'être livrées aux verreries de transformation qui réaliseront les produits finis. Concernant le verre moulé, pas de technique « float » non plus. À la sortie du four, la pâte en fusion est dirigée vers des canaux chauffés nommés « feeders » dans lesquels elle s'écoule tout en restant à l'état visqueux. À l'extrémité des feeders, des gouttes de verre dont la température et la forme varient selon l'emballage à fabriquer, sont découpées. Ces paraisons passent ensuite dans un moule ébaucheur puis dans un moule finisseur. Là, elles sont soufflées pour former l'emballage souhaité. Le verre doit ensuite être refroidi avec précaution. Il est en effet indispensable d'éviter les écarts de température qui fragiliseraient le produit. C'est l'heure délicate de la cuisson sous arche. Pour rendre les emballages plus

résistants, un traitement de surface est appliqué à ce type de verre. Celui-ci est appliqué à chaud avant recuisson ou à froid. Comme pour les autres types de verre, le verre moulé subit une longue série de contrôles qualité à chaque stade de la fabrication.

LE VERRE À LA MAIN

En marge de l'industrie du verre mécanique, existe encore aujourd'hui un certain nombre d'artisans verriers



qui fabriquent ou restaurent des objets aussi bien décoratifs qu'utilitaires. Au cœur d'un atelier de verrier, on retrouve un four en briques réfractaires qui sert comme dans l'industrie à cuire les compositions obtenues à partir d'un mélange de matières premières. L'artisan met ensuite en œuvre diverses techniques de réalisation. Le verre soufflé est obtenu à partir d'une boule de verre chaud maintenu au bout d'une canne à souffler creuse et métallique. En soufflant, étirant, aplatisant et perçant cette boule, le verrier donne à son œuvre la forme voulue. Les objets obtenus de cette façon portent une marque dite « du pontil » due à la rupture de la jonction entre la canne et l'œuvre. Autre technique : celle de la pâte de verre. Des poudres et granulés de verres colorés sont introduits dans un moule réalisé en matériau réfractaire. L'ensemble est ensuite cuit puis refroidi. Et, le moule est délicatement détruit pour dégager la pièce de verre. Enfin, le thermoformage consiste à poser à froid une ou plusieurs feuilles de verre sur un moule réfractaire afin qu'elles en épousent la forme à la cuisson.

LE MARCHÉ DU VERRE

À l'aube du XXI^e siècle, le marché du verre s'étend à de nombreux domaines.

Dans le bâtiment, le verre plat est bien sûr utilisé pour le vitrage. Il peut alors être totalement transparent, translucide ou semi-transparent. Certaines vitres présentent des qualités thermiques particulières afin d'éviter entre autre, les risques de condensation. Dans le secteur de l'automobile, les pare-brise, lunettes arrières, vitrages latéraux, rétroviseurs et parfois toits sont aussi conçus à base de verre plat. Parmi les particularités des pare-brise : une légère teinte ou un système de désembuage obtenu par incorporation d'éléments électriques résistants au sein du verre feuilleté. Habitats et automobiles abritent aussi d'autres formes de verre : des fibres de verre. Un verre particulier également prisé par le secteur de la mer pour la fabrication de coques de bateaux en tous genres y compris d'embarcations sportives. Et plus généralement, la fibre de verre est très appréciée dans le secteur du sport. **Pêches**, skis, raquettes, etc., ce



matériau a su se faire sa place dans pratiquement tous les sports. Le secteur de l'emballage (bouteilles, flacons, bocaux, etc.) utilise essentiellement les verres creux. Les verres creux servent aussi à la fabrication de briques de verre. Ces blocs de construction peuvent être incorporés dans du mortier et utilisés dans le domaine du bâtiment. Autres secteurs intéressés par les produits en verre : l'optique, les laboratoires, etc. Sans oublier non plus toutes les applications artistiques : vases, vaisselle, objets décoratifs, etc.

LES GÉANTS DU VERRE

En France, le marché du verre est relativement stable depuis une dizaine d'années. Et, l'Europe est aujourd'hui encore leader du marché de la production de verre. Le vieux continent propose également la plus grande proportion de produits à forte valeur ajoutée. Quatre entreprises se partagent 66 % de la production mondiale de verre « float » de qualité. Le NSG Group, par l'intermédiaire de Pilkington, société britannique à laquelle on doit l'invention du procédé « float », est l'un des leaders mondiaux de la production de verre pour la construction et l'automobile. Le groupe dispose d'unités de production dans 27 pays et a réalisé un chiffre d'affaire de 5,7 milliards de dollars en 2007. Le Groupe Saint-Gobain, issu de la Compagnie des Glaces fondée par Colbert, est aujourd'hui l'un des leaders du marché de la production, de la transformation et de la distribution du verre. Il emploie quelques 207 000 personnes dans 54 pays du monde pour un chiffre d'affaire s'élevant à près de 44 milliards d'euros en 2007. Ces activités s'étendent du verre feuilleté pour le vitrage à la laine de verre en passant les cristaux et les verres moulés.

La Asahi Glass Company a été fondée au Japon en 1907. Elle fut alors la première au pays du Soleil Levant à proposer des feuilles de verre. Malgré quelques difficultés et la récente décision de réduire sa production, en Amérique du Nord notamment, l'entreprise a réalisé en 2007 un chiffre d'affaire de près de 1,7 milliard de yen. Asahi Glass Company mise aujourd'hui sur l'innovation en travaillant à la mise au point de verres spéciaux comme des vitres permettant de réguler la température d'une pièce en fonction des saisons, par exemple. Le groupe américain Guardian Industries est le dernier du club des quatre plus importants producteurs mondiaux de verre. Il emploie 19 000 personnes réparties dans quelque 20 pays et travaillant sur près de 25 chaînes de production de verre « float ». Ces quatre grands groupes ont dernièrement écopé d'amendes infligées par la Commission Européenne pour entente commerciale frauduleuse sur le verre plat.

DU CÔTÉ DE L'ARTISANAT

Aujourd'hui, une vingtaine d'artisans se partagent le marché mondial de la verrerie à la main. On peut par exemple citer la maison Daum, Keith Broekelhurst, les frères Antoine et Etienne Leperlier, Diana Hobson ou encore Louis Leloup. Tous ont su sublimer la matière prestigieuse qu'est le cristal pour se bâtir une renommée internationale.

RECYCLABLE À L'INFINI

Dès le milieu des années 70, les industriels du verre d'emballage français se sont engagés dans une politique de développement durable en encourageant le **recyclage** de leurs



produits. Aujourd'hui, à proximité de la plupart des usines de production de bouteille, on trouve un centre de traitement du verre usagé. Car, avec une bouteille en verre, il est possible de refaire la même bouteille sans qu'il soit possible de distinguer le verre recyclé du verre primaire. Seule limite à ce recyclage : refaire du verre incolore à partir de verre coloré ! Le premier tri est réalisé par le consommateur qui dépose dans des conteneurs ses emballages en verre en prenant soin de ne pas y mélanger capsules ou autres éléments infusibles. À l'arrivée dans le centre de traitement, le verre subit une série de tris, mécanique, optique ou par soufflage, permettant d'éliminer des objets indésirables (sacs plastiques, bouchons, papier, etc.). Puis, le verre est broyé et transformé en calcin qui est alors renvoyé vers les industries verrières.

La technique du « float »

