

LE VERRE

I- Généralité :

Nom générique de **substances amorphes**, parfaitement **homogènes** et **compactes**, en général **transparentes**, caractérisées par un état d'agrégation de type **vitreux**, c'est-à-dire de **structure** semblable à celle d'un **liquide**, mais de **consistance solide**.

Dans un sens plus étroit, le verre est le produit à haute transparence constitué de silice **SiO₂** (son constituant le plus important), de **fondants (oxydes alcalins)** qui se combinent à la silice pendant la **vitriification**, de composés qui stabilisent l'état vitreux en empêchant la **dévitriification** (par exemple : de l'**oxyde de calcium**) et d'autres substances éventuellement présentent comme des **impuretés**, des **colorants** ou des **opacifiants**.

Le verre possède une faible **élasticité** (et par suite une **fragilité élevée**), une très bonne **transparence**, une bonne résistance aux **agents chimiques** (il n'est attaqué que par l'**acide fluorhydrique** qui volatilise la silice sous forme de **tétrafluorure de silice SiF₄**, gazeux) et atmosphériques ; il résiste bien aux températures élevées, mais mal aux **sauts** de température, il a en outre une faible **conductibilité** thermique et une très faible conductibilité électrique.

II- Substances utilisées :

Pour préparer le verre, on part d'un mélange comprenant différentes substances : du **sable siliceux**, des **fondants**, des **stabilisants**, des **affinants**, des **colorants** et des **opacifiants**.

Le sable siliceux doit présenter une pureté certaine en fonction du type de verre à préparer : très pur (**99,7%** et avec une teneur en **fer** inférieure à **1%**) si le verre doit servir à l'industrie d'instruments optiques, moins pur pour les verres de valeur moindre (**95%** suffisent pour les verres courants et les verres colorés).

La silice fondue, à elle seule, serait déjà capable de produire des matériaux vitreux, mais les températures élevées nécessaires pour la **fusion** et le travail de la silice (respectivement **1 713°C** et **1 800 – 2 000 °C**) rendent problématiques la production d'un verre formé de silice pure ; l'**adjonction** de fondants comme l'**oxyde de sodium** provoque une sensible diminution de la **viscosité** et de la température de fusion du verre.

Dans ce cas, le matériau devient plus **soluble** dans l'**eau** et donc plus facilement altérable par les agents atmosphériques.

C'est pourquoi une partie du **sodium** est remplacée par du **calcium**, qui a une action fondante plus faible, mais qui, en compensation, agit comme stabilisant du verre par rapport à l'action de l'eau.

Pour obtenir des verres à caractéristiques particulières, une partie de la silice est remplacée par d'autres composés comme les **oxydes de bore**, de **phosphore** ou d'**aluminium**, tandis que l'**oxyde de sodium** est remplacé par des oxydes d'autres **métaux alcalins**, et de calcium par des dérivés du **zinc**, du **plomb**, du **manganèse** et par les autres **oxydes alcalinoterreux**.

Les affinants comprennent des composés qui, à la température de fusion, dégagent une grande quantité de **gaz**, en se **vaporisant** (comme l'**anhydride arsénieux** As_2O_3) ou en se décomposant en produits gazeux (comme les **nitrate de sodium**, de **potassium** ou d'**ammonium**) qui facilitent l'élimination des **défauts** et la transformation du verre en un fluide clair, transparent et homogène.

Les colorants les plus utilisés, constitués principalement par des **oxydes métalliques**, sont l'**oxyde ferreux** (FeO) pour obtenir du verre vert-bleu, l'**oxyde ferrique** (Fe_2O_3) pour du verre **vert bouteille**, l'**oxyde cuivrique** (CuO) pour du verre **bleu-vert**, l'**oxyde de chrome** (Cr_2O_3) pour du verre **vert-jaune**, l'**oxyde du cobalt bivalent** (CoO) pour le verre **bleu foncé**, l'**or** sous forme de **trichlorure** ($AuCl_3$) pour le **rouge rubis**.

Si, au contraire, on veut des **verres blancs**, il faut éliminer les colorants dus à des impuretés au moyen de **décolorants**.

Les opacifiants sont constitués de **phosphates** ou de **fluorures de sodium** ou de **calcium**, d'**oxydes d'étain** ou de **talc** qui restent suspendus dans la masse vitreuse sous forme de particules et en diminuent la transparence, donnant ainsi du **verre opale**.

A ces composants du mélange sont ajoutés, en proportion importante (**25 – 40%**), des débris de verre provenant de préparations précédentes qui facilitent la fusion.

III- Fabrication :

Le mélange obtenu à partir de différents composants réduits en morceaux de **0,2 – 0,5 mm** est introduit pour être fondu dans des fours dits à **bassin** ou à **creuset** : le choix du type de four dépend de la quantité de verre qu'on doit préparer, puisque le **premier** est four à fonctionnement continu, le **second** à fonctionnement discontinu.

Le cycle thermique de préparation du verre se déroule en plusieurs étapes : **chauffage**, **fusion**, **affinage**.

Cette dernière opération a pour but la déposition sur le fond du four des parties non fondues et la montée à la surface de petites bulles de gaz qui se sont formées pendant la fusion à la suite de la décomposition des **carbonates** et des **sulfates** présents dans le mélange en **oxydes** et en **anhydride carbonique** ou sulfurique.

Une fois l'affinage terminé, le verre peut être utilisé pour le **moulage** qui peut se faire par **coulée** dans des **moules** en **calcaire**, en produits réfractaires ou même en fer, quand le verre est encore bien fluide, par **soufflage à bouche** ou **mécanique** avec des **machines à aspiration**, des **machines à feeder** ou des **machines à sections**, par pressage ou autres traitements particuliers pour le moulage des plaques, par **étirage** en fils minces pour la production de fibres de verre.

Le **verre plat** (**plastiques, coulées, miroirs**) est fabriqué de plus en plus suivant le procédé de **float-glass** ou **verre flotté**, dans lequel le verre fluide prend une forme parfaitement plane dans un four à bassin dans lequel le **food** est constitué par un **lit** de métal fondu.

Dans le moulage du verre, on utilise l'intervalle de température dans lequel il est à l'état plastique. Les températures limitant cet intervalle, caractéristique des composés qui n'ont pas un point de fusion net (**état vitreux**), varient suivant les différents types de verre et sont couramment appelées **point d'agrégation** pour la température supérieure, **point de transformation** pour la température inférieure.

Les objets de verre moulés devront toujours être recuits pour éliminer les tensions internes qui se sont créées en raison des chauffages et refroidissements irréguliers ; ils seront portés à des températures auxquelles l'objet en verre conserve sa forme, bien que les **molécules** qui le constituent aient une certaine **mobilité**.

IV- Types de verre :

Les principaux types de verre sont : le **verre courant** ou **verre blanc** ; le **crystal** proprement dit, à savoir le **verre anglais** ou **français**, appelé aussi **flint** ; le « **crystal** » de **Bohême** ; les **verres spéciaux** (pour les laboratoires de chimie, les **thermomètres**, les **verres neutres**) ; les **verres d'optique**, les verres **colorés** et **artistiques** en général (**mosaïques, émaux**).

Quand au **verre de sécurité**, il se compose de **deux lames de verre** entre lesquelles est interposée comme collant une matière plastique transparente (**polybutyral**) qui empêche la dispersion des fragments produits par une rupture éventuelle ; le **verre trempé**, qui est refroidi rapidement, quand il est encore à haute température, au moyen de **jets d'air** qui créent en lui des tensions internes afin d'augmenter considérablement sa résistance à la flexion (en cas de rupture, le verre se divise en très petits fragments non coupants) ; le **verre armé** dans lequel est incorporé un léger réseau de **fil d'acier** en **treillis** aux **mailles carrées** ou **hexagonales**, dont le but est de maintenir les fragments en cas de rupture.

Actuellement, le verre est aussi utilisé en **fibres**, obtenues par étirage (**mécanique, centrifuge**) en fils minces qui donnent la laine de verre, à fibre courte, et à fibre de verre, à fibre longue, qui est filée et tissée ; elle est aussi employée dans les **laminés plastiques**.