

## 8. Glaçures

Les livres nous disent que toute la matière existe dans l'un des trois états possibles: solide, liquide ou gazeux ou en mélange de ceux-ci. Généralement, plus un matériau est pur, plus son comportement à cet égard sera simple. Le fondeur chauffe son matériau solide jusqu'à ce qu'il devienne un liquide, le moule dans un moule et le laisse refroidir; il redevient solide, le même métal avec lequel il a commencé. Le verrier, utilisant des formes de matière solide beaucoup plus proches de leur état naturel et beaucoup moins raffinées que les métaux, a une expérience différente. Il chauffe également ses solides (sable, soude, feldspath, chaux, etc.) jusqu'à ce qu'ils deviennent liquides. Mais lors de la fusion et du refroidissement, ils se transforment en une matière totalement différente de celle avec laquelle il avait commencé - une substance fragile, transparente, et d'apparence solide.

Les scientifiques sont d'accord pour appeler le verre un "liquide surfondu". Lorsqu'un matériau (par exemple de l'eau) est chauffé au-dessus de son point de fusion et est ensuite refroidi à la même température, il se fige normalement (c'est-à-dire qu'il se cristallise). Mais s'il est refroidi dans des conditions spéciales (par exemple, sous pression), il peut exister à l'état liquide en dessous de son point de congélation. La viscosité des liquides varie considérablement. Le liquide hydrocarboné complexe qu'on appelle *brai* a une viscosité si élevée qu'il semble être un solide fragile à température et pression normales, et peut même être brisé avec un marteau; mais si on le laisse reposer pendant plusieurs mois, il commencera à couler sous son propre poids et à prendre la forme du vase dans lequel il est placé. Avec le temps, le verre ordinaire pourrait faire de même, mais bien avant que la fluidification ne soit devenu mesurable, la cristallisation aurait commencé, c'est-à-dire qu'il deviendrait un vrai solide.

La condition stable pour un matériau situé au-dessous de sa température de congélation est cristalline, que les cristaux soient visibles ou sous-microscopiques. Les verres antiques romains et les glaçages des poteries islamiques anciennes ont souvent une irisation qui montre que la cristallisation a commencé au niveau des couches superficielles. Les laves éjectés de volcans refroidissent quelquefois assez vite pour former du verre (par exemple, l'obsidienne), mais si on leur laissait suffisamment de temps (par exemple, quelques millions d'années), elles se modifieraient en une forme cristalline. Tous les verres sont physiquement instables (ou plutôt métastables) et ont tendance à se cristalliser; mais certains verres dureront plusieurs siècles de plus que d'autres.

Il y a très peu d'éléments formant du verre. Deux choses sont nécessaires: une petite taille (rayon de l'ion) et une haute valence. Les principaux agents formateurs de verre sont le silicium (valence 4, rayon ionique 0,4 Å), le bore (valence 3, rayon ionique 0,2 Å) et le phosphore (valence 5, rayon ionique 0,35 Å). Nous avons vu que la structure du verre de silice pure serait un réseau aléatoire de silicium et d'oxygène s'étendant indéfiniment en trois dimensions sans répétition régulière (c'est-à-dire sans la cellule unitaire régulière qui est la base de tous les cristaux). Mais ce réseau aléatoire est toujours constitué de tétraèdres (4) d'oxygène, avec un atome de silice au centre, donnant une charge entière (valence 4) à chaque oxygène. Ces liaisons sont donc très fortes, il faut une très haute température pour faire fondre ce verre (c.à.d. briser ces liaisons).

D'un autre côté, des atomes tels que le potassium (valence 1, rayon ionique 1.33 Å) et le sodium (valence 1, rayon ionique 0,98 Å), de grand rayon et de faible valence, doivent être entourés de huit oxygènes et ne peuvent fournir que un-huitième de charge à chacun (valence 1) : leurs liaisons sont donc faibles. Si le réseau est modifié par la présence de ces éléments, il se produit deux modifications: le point de fusion devient beaucoup plus bas, et le verre beaucoup moins stable. Dans la pratique, on peut faire fondre des verres ne contenant que de

la potasse (ou de la soude) et de la silice à des températures aussi basses que 750° C (avec de la potasse) ou 850 \* C (avec de la soude) ; mais ils sont solubles dans l'eau et donc inutilisables comme verres ou glaçures.

Au début de l'histoire de la technologie du verre, il avait été découvert que si le calcaire remplaçait une partie de la potasse ou de la soude, le verre ne se dissout pas dans l'eau. C'est parce que l'atome de calcium, bien qu'à peu près de la même «taille» que le potassium ou le sodium, est divalent (valence 2) et peut créer une liaison plus forte (un quart de charge) avec les atomes d'oxygène. Cette combinaison de soude, de chaux et de silice est encore aujourd'hui à la base du verre commun.

Une autre amélioration consiste à introduire de petites quantités d'alumine dans le mélange de verre, sous forme de feldspath. L'aluminium (valence 3, rayon ionique 0,57 Å) peut jouer le rôle de formateur de réseau ou de modificateur de réseau. Au centre d'un tétraèdre, il peut donner à chaque oxygène trois-quarts d'une charge; au centre d'un octaèdre, il leur donnera une demi-charge. Dans les deux rôles, sa présence en quantité modérée rendra la masse fondue plus visqueuse et améliorera la durabilité du verre.

Les verriers aiment que leur masse fondue soit bien fluide, de sorte qu'elle puisse être facilement manipulée, et ils n'utilisent donc qu'une petite quantité d'alumine dans le mélange. Mais les potiers ont besoin d'une masse fondue visqueuse pour éviter que la glaçure ne ruisselle le long de leurs pots, et ils en utilisent donc beaucoup plus. Les glaçures sont simplement des verres à haute teneur en alumine.

L'analyse d'un « verre ordinaire » en pourcentage est la suivante:

SiO <sub>2</sub>	72,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,8
CaO	5,6
MgO	4,2
BaO	0,3
Na <sub>2</sub> O	15,6

Il est instructif de la convertir en formule de Seger afin de la comparer à une glaçure de grès normale.

Elle devient ainsi:

0,55 Na <sub>2</sub> O	0,04 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,655 SiO <sub>2</sub>
0,22 CaO		
0,22 MgO		
0,01 BaO		

Si ce verre était moulu et utilisé comme émail, il serait probablement trop fluide, ruisselant en flaques, parce que la teneur en alumine n'est pas suffisante. Vraisemblablement, il tressaillerait sur un tesson normal, car il contient trop de soude et pas assez de silice. (Le tressaillement est un défaut que le verrier ne rencontre pas, puisqu'il n'utilise pas son verre comme « habillage » d'un autre matériau, l'argile).

Pour obtenir un émail de grès plus conventionnel, avec une haute viscosité et une dilatation basse, le potier travaillerait plutôt sur une formule comme :

## Pioneer Pottery – Michael Cardew

0,3 Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O	0,5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5 SiO <sub>2</sub>
0,7 CaO+MgO		

en utilisant du feldspath (pour les alcalis et un peu de l'alumine), de l'argile (pour plus d'alumine), de la chaux (pour balancer les alcalis), et assez de silice pour balance l'alumine. (Pour des émaux brillants le meilleur ratio entre alumine et silice et entre 1:7 et 1:10).

***Traduit du livre de Michael Cardew, Pioneer Pottery***