

Les Verres minéraux

- Les verres sont le plus importants, parmi les matériaux amorphes, spécialement ceux à base de silice.

Les verres sont issus de mélange d'oxydes minéraux qui se divisent en 3 groupes

- Groupe 1 : formateurs de verre : SiO_2 , B_2O_3 , V_2O_5 , P_2O_5
- Groupe 2 : Intermédiaires : Al_2O_3 , PbO , ZnO , TiO_2
- Groupe 3 : Modificateurs Agents : CaO , MgO , Na_2O , K_2O

Les verres de silice SiO_2

a) Verre de silice SiO_2 pure

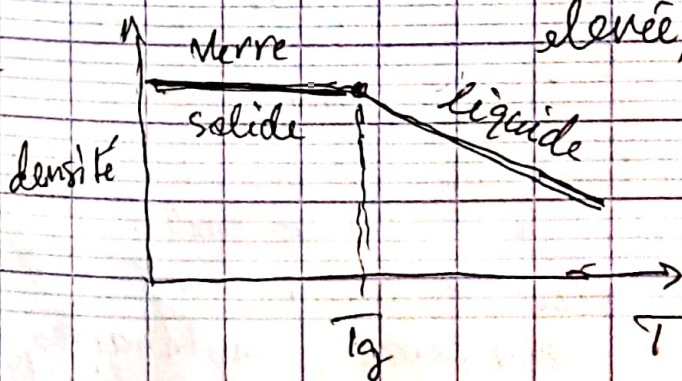


arrangement aléatoire des tétraèdres

Chauffage de SiO_2 à la température de fusion 1710°C
refroidissement rapide (Eviter la cristallisation)

Ces verres sont difficiles à travailler et ils sont réservés pour des utilisations technologiques avancées. choix

Température de ramollissement (1200°C) élevée, viscosité élevée.



(fuit
havette sp)

Eviter la dissolution du verre dans l'eau.

b) verres Sodo-calciques

composition % wt	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	autres
	70	10	15	5

Introduction des agents modificateurs Na₂O, CaO (Fondants)

Casse l'ordre dans le réseau cristallin et les Na⁺ sont attachés aux O⁻ des tétraèdres $\Rightarrow$ remplacement de certaines des liaisons covalentes entre tétraèdres par des liaisons ioniques de faible énergie. $\Rightarrow$ possibilité de travailler le verre à 700°C (faible viscosité).

Les verres sodo-calciques perdent leur résistance à la rupture brutale et résistent mal (sensitif) aux chocs thermiques

$$\alpha \approx 8 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

Utilisation: Verres pour fenêtres (bâtiments), bouteilles, Jerrys

b) verres boro-silicatés

composition % wt	SiO ₂	B ₂ O ₃	Na ₂ O	Al ₂ O ₃
	80	15	5	~

$$\alpha = 3,2 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

bonne résistance aux chocs thermiques
stabilité chimique et dimensionnelle.

Utilisation: Verres pour labo, verre de cuisine pour fours, contenaires pour radioactifs nucléaires

• Les verres E

composition wt%	SiO_2	CaO	Al_2O_3	B_2O_3
	85	20	15	10

Utilisation : fibres de verres (composites)

• Les verres S

composition wt%	SiO_2	Al_2O_3	H_2O
	65	25	10

Utilisation : fibres de verre très résistante (composites)

Fabrication de verres

Les verres sont manufacturés en produits utiles à hautes températures avec contrôle de la viscosité pour assurer la façonnage du verre sans cassure.

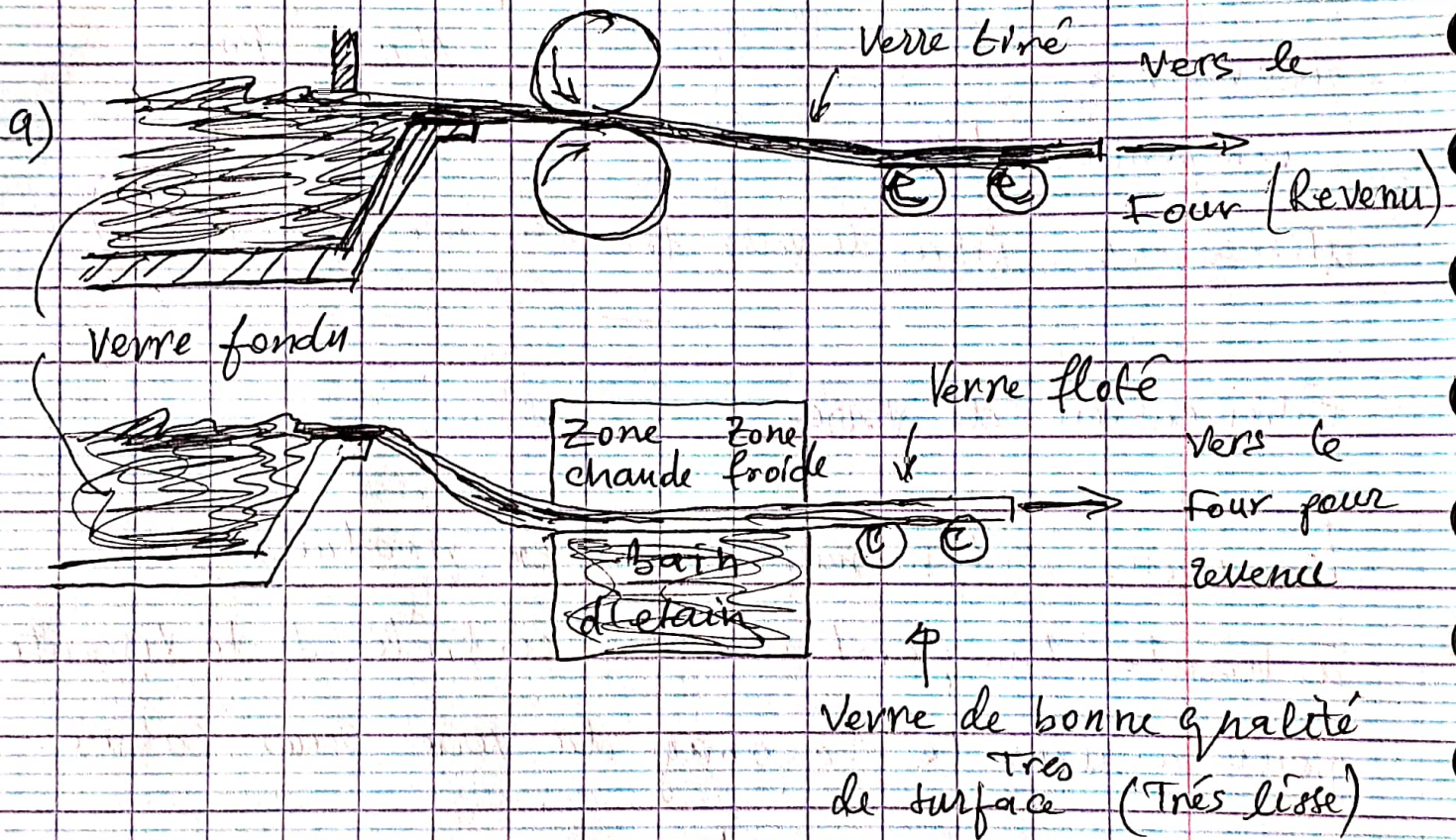
Par exple les verres sodo-calciques et les verres

boro silicatés sont travaillés à :

	$^{\circ}C$	$^{\circ}F$	viscosité (Poise)
Verre sodocalcique	700 - 1000		$10^7 - 10^4$
Verre boro silicaté	800 - 1100		$10^7 - 10^4$

• Production du verre plat

- a) Par tirage (Laminier refroidi à l'eau)
- b) Par flottement sur bain d'étain



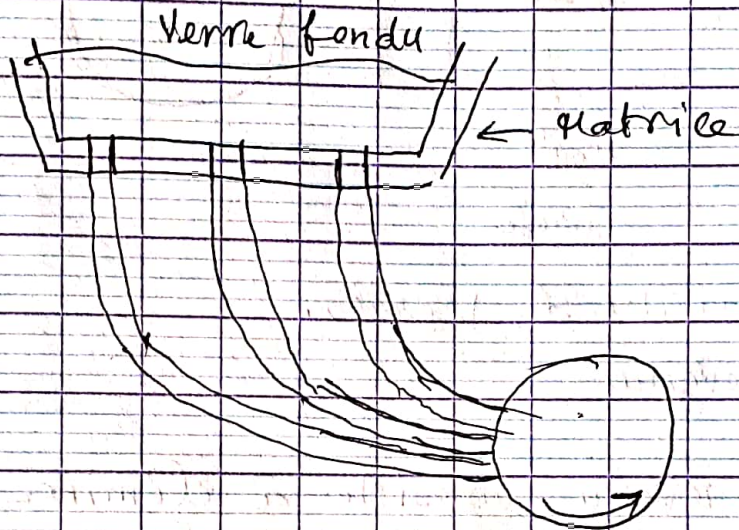
• Verres moulés

exple verre pour grand miroir optique

Verre fondu coulé dans moule — refroidissement lent pour minimiser les contraintes résiduelles et éviter la fissuration.

• Fibres de verres

Verre liquide étiré par les orifices d'une matrice en platine

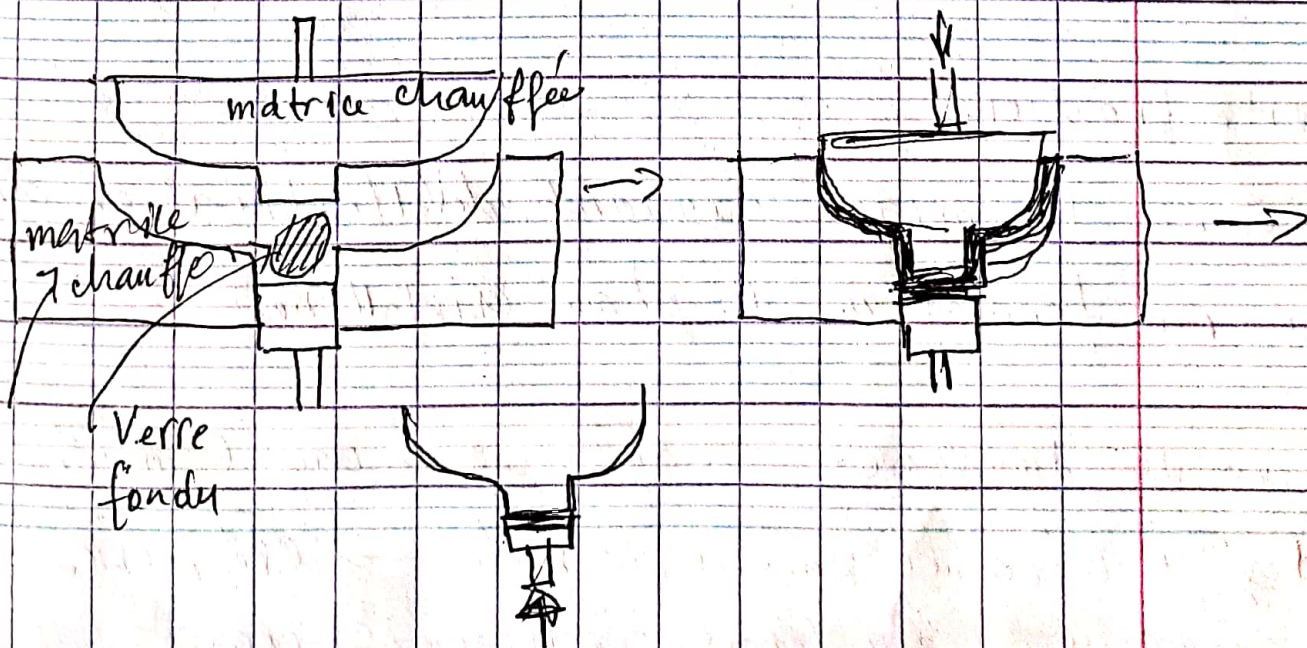


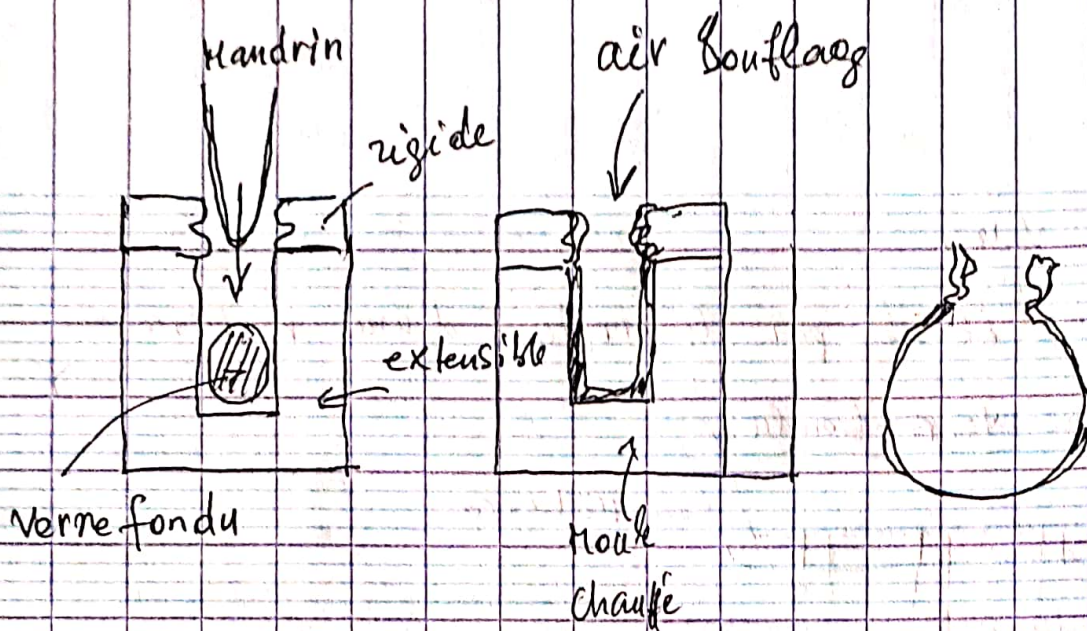
• Verres façonnés

• Par pressage (a)

• Par soufflage (b)

• Par pressage + soufflage (c)





* Traitement thermique des verres.

• Traitement par revenu

Le traitement par revenu consiste à éliminer les contraintes résiduelles introduites durant la fabrication du verre.

Pour les verresboro-silicatés et les verres sodo-calcaires

la température de revenu $T_r \approx 500^\circ \text{C}$ à 700°C

Revenu : chauffage à la température de revenu
refroidissement lent.

• Dénitritification

Traitement thermique causant dénitrification du verre ou formation de phase cristalline.

• Trempe du verre : chauffage à une température

> à T_g + refroidissement rapide → créer une

couche compressive superficielle qui ferme les microfissures.