

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université de Ahmed Zabana Relizene**

# **Cours : Céramiques et verres**

## **Chapitre I**

**Présenté par:**

**Dr : KERROUZ siham**

**Année universitaire 2021/2022**

## Chapitre I

### Céramiques

La définition de céramiques varie selon le contexte d'emploi. Certains incluront des matières composées de deux éléments dont un métal comme le sel (NaCl), des composées de deux éléments non métalliques (comme le verre SiO<sub>2</sub>), ou des matières pures comme le silicium (Si) ou le diamant (C).

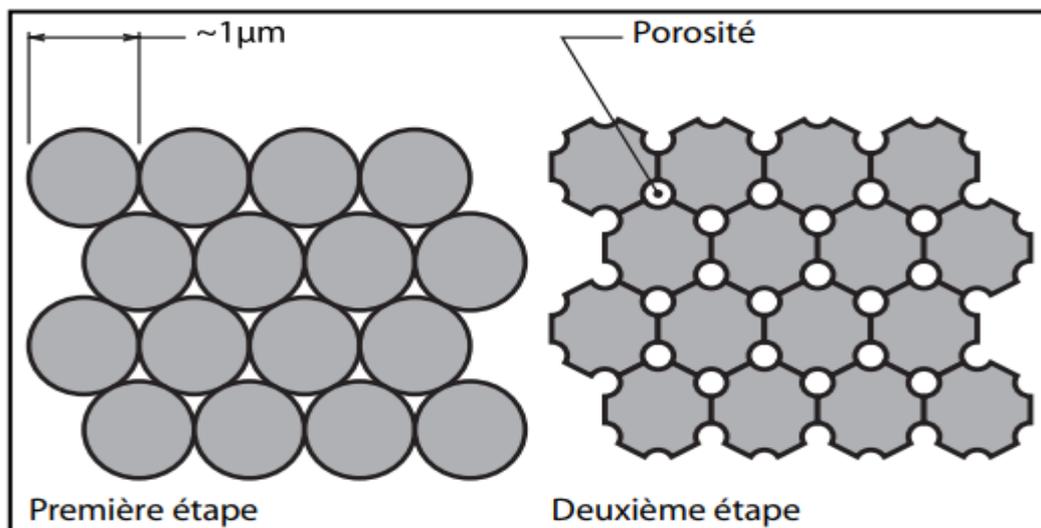
Pour notre cours nous considérerons uniquement comme des céramiques les composés d'oxydes métalliques (le verre sera abordé plus loin, mais nous ne le considérerons pas comme une céramique). Parmi les produits que nous considérerons à base de céramiques, on retrouve :

La vaisselle ; Les produits sanitaires (toilettes, bidets, lavabos, etc.) ; Les poteries ; Les isolateurs électriques ; Etc.

### Structure

Les céramiques sont composées d'oxydes métalliques, comme l'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), liés entre eux par frittage à partir de liens ioniques. Les céramiques sont donc des matériaux cristallins.

Le point de fusion (plus de 2000° C) étant trop élevé et le matériau étant trop fragile toute mise en forme par moulage, forgeage ou laminage est impossible dans un contexte industriel. Le frittage est donc la seule méthode pour assembler des particules de céramique entre elles.



Le frittage est exécuté en deux étapes. Premièrement, on agglutine entre elles de fines particules de céramique (par compression ou par élimination de l'eau d'un mélange de particules de céramique et d'eau). Deuxièmement, on chauffe la pièce à des températures plus ou moins élevées (900° à 1300 °C pour les céramiques traditionnelles et 1250° à 2600 °C pour les céramiques techniques) pour créer des liens (sans fusion) entre les particules. Dans les faits, le lien qui unit les particules des céramiques traditionnelles est aussi créé par la fusion de silice incorporée dans les mélanges quand le tout est exposé à la chaleur. On parle alors de cuisson plutôt que de frittage.

### Propriétés générales des céramiques

Les céramiques sont des matériaux qui ont généralement les propriétés suivantes :

Mauvais conducteurs de chaleur ; Mauvais conducteurs d'électricité ; Température de fusion élevée ; Rigidité élevée ; Faible résistance en tension (matériau fragile) ; Très résistant à la corrosion.

### **Céramiques traditionnelles (céramiques vitrifiées)**

Les céramiques traditionnelles sont obtenues par la mise en forme à l'état plastique par addition d'eau et ensuite cuisson (frittage et fusion de silice). L'argile est une des principales matières constituant les céramiques traditionnelles. Le feldspath (un fondant) est ajouté aux meilleures qualités de céramiques.

### **Céramiques techniques**

Les céramiques techniques se distinguent des céramiques traditionnelles par une température de mise en forme plus élevée, un contrôle plus précis des éléments constitutants et des procédés de mise en forme particuliers et plus rigoureux.

### **Classification des céramiques**

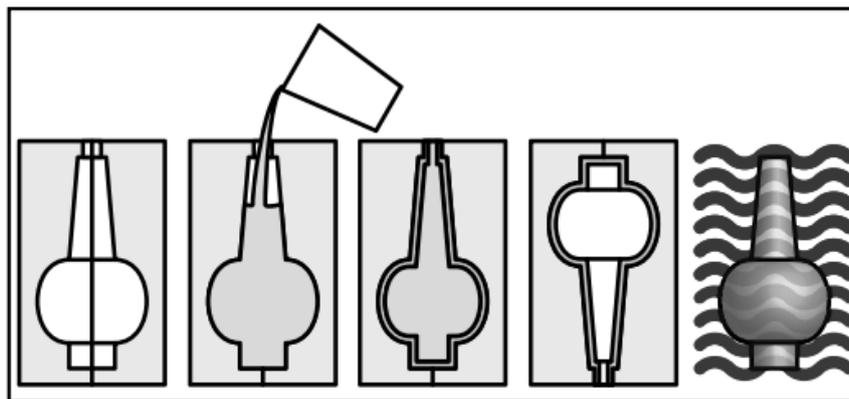
- Les céramiques sont classées selon les qualités suivantes (de la plus artisanale aux plus avancés) :
- Terre cuite (Briques, tuiles, poteries, conduits de fumée, tuyau de drainage, etc.) ;
- Faïence (Équipement sanitaire, vaisselle, carreaux, etc.) ;
- Grès (Carreaux de sol, appareil de chimie, équipement sanitaire, etc.) ;
- Porcelaine (Vaisselle, appareil de chimie, isolateur électrique, etc.);
- Produits réfractaires (application dans l'industrie thermique, etc.);
- Céramiques techniques avancées (composant semiconducteur, outils de coupe, pièces chaudes de moteurs, etc.).

Alors que la terre cuite demande une température de cuisson de 900° à 1000 °C (on ne parle pas ici de frittage proprement dit parce que d'autres phénomènes, comme la fusion de certains éléments, prennent une part importante du processus avant la solidification), les céramiques techniques avancées demandent des températures de frittage pouvant aller jusqu'à 2600 °C. La porcelaine est la meilleure qualité de céramiques traditionnelles. Sa température de cuisson oscille entre 1100° et 1300 °C et les principaux matériaux qui la constituent sont le kaolin, l'argile blanche, le feldspath et le quartz.

### **Mise en forme des céramiques**

Avant l'opération de cuisson ou de frittage, la matière est d'abord mise en forme. Cela peut être fait par évaporation de la barbotine (consultez [www.ceramic-center.com/b.php](http://www.ceramic-center.com/b.php)) dans un moule de plâtre (voir illustration), par compression, etc. La matière doit avoir suffisamment de consistance pour tenir en forme. Pendant le séchage, une pièce subira un retrait important (3 % pour la porcelaine, mais ce pourcentage peut varier de façon importante selon la méthode de mise en forme). Selon le procédé de mise en forme, ce retrait peut- être isotrope ou anisotrope.

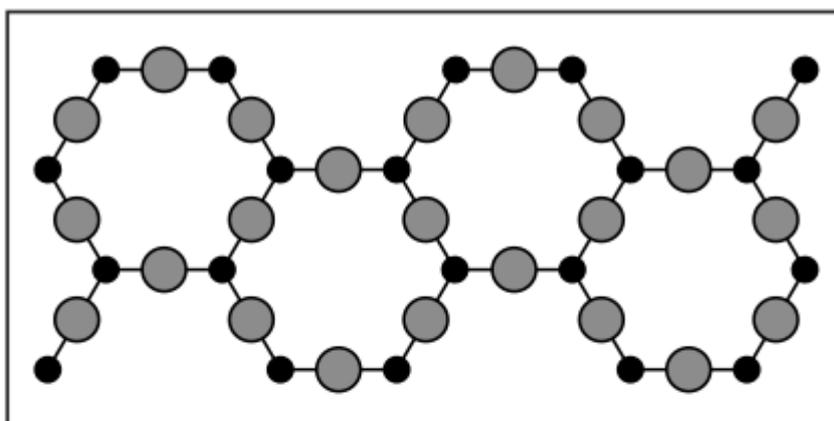
Après l'opération de cuisson ou de frittage, l'objet subira un autre retrait (13 % dans le cas de la porcelaine). Il est donc normal d'avoir un retrait total de plus de 16 %.



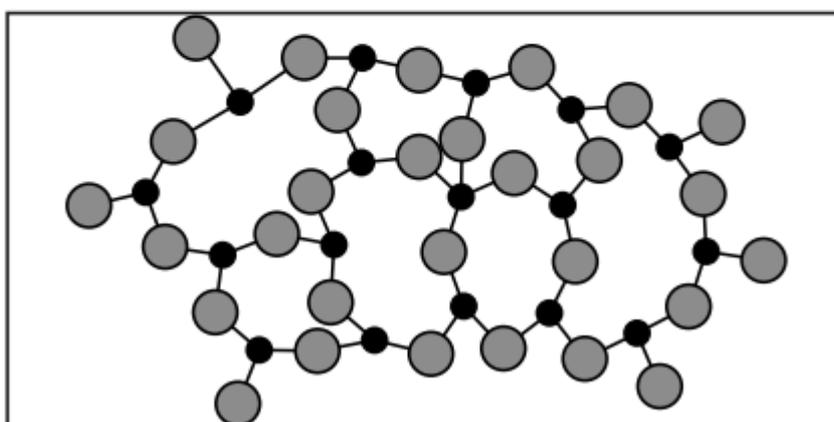
Fabrication à partir d'un moule en plâtre

## Verres

Le verre est un solide transparent donc amorphe. Le verre est utilisé pour ses propriétés optiques ainsi que pour ses autres propriétés similaires aux céramiques. Le verre est essentiellement constitué de silicate.



Silice cristalline (cristobalite)



Silice vitreuse

## Mise en forme du verre

Le verre (contrairement à la céramique) devient ductile au fur et à mesure qu'il est exposé à la chaleur. Le passage de l'état solide à l'état liquide est appelé transition vitreuse. Ainsi, selon le procédé utilisé, le verre n'a pas à être fondu complètement pour être mis en forme.

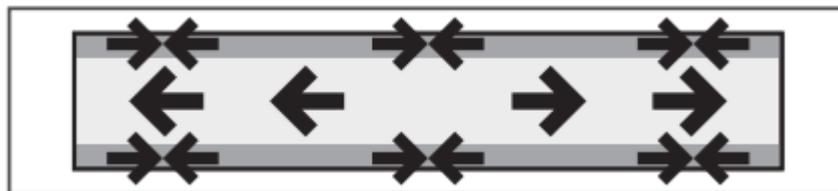
Le point de fusion de la silice est d'environ 1800 °C, mais il peut être abaissé en ajoutant des adjuvants. Cela permet de souffler du verre dans un moule, de le former par compression et même de le couler.

### Verre trempé

Le verre a une bonne résistance en tension, mais il est excessivement sensible à l'effet d'entaille. Ainsi, une résistance théorique de 100 MPa devient une résistance 10 fois moindre (10 MPa) à cause de l'effet d'entaille (aux fins de comparaison, l'acier a une résistance en tension qui se situe dans une fourchette de 400 à 1300 MPa).

Il existe un verre moins sensible à l'effet d'entaille, il s'agit du verre trempé. Dans ce cas la résistance réelle sera de 50 MPa.

Ce type de verre est particulièrement pour le vitrage des édifices commerciaux.



La résistance du verre trempé provient des tensions internes provoqué par le trempage. On chauffe d'abord le verre puis on le trempe. Les parois externes refroidissent plus rapidement que le coeur. Elles « figent » donc plus rapidement. Parce qu'elles sont figées, les parois externes imposent une tension permanente au coeur devenu froid plus tard. Cette tension interne provoque à son tour une compression des parois externes. Ainsi si on entaille le verre la compression empêchera la diffusion de l'entaille.



## **BIBLIOGRAPHIE**

**J. DEJOU** : les céramiques Société Francophone de Biomatériaux Dentaires 2009/2010

**Chevalier J** : What future for zirconia as biomaterial. Biomaterials.2006;27(4):535-43

Deux numéros de la revue Stratégie Prothétique consacrés aux systèmes céramiques à base de zircone : vol3 n°5 en 2003 et vol4 n°1 en 2004

**Piconi C, Maccauro G. Zirconia** : as a ceramic biomaterial. Biomaterials 1999;20(1):1- 25

**Poujade JM, Zerbib C, Serre D** : Céramiques dentaires. Encyclopédie MédicoChirurgicale ; Odontologie ;2003, 23-065-G-10

**Sadoun M** : Céramiques dentaires. Matériau céramique et procédé de mise en forme. Tech Dent 2000 ; 165/166 :13-17