



Université de Relizane
Faculté des Sciences et Technologie
Département de Génie Mécanique
-2021/2022-



Technologie de Base
2^{ème} Génie Mécanique

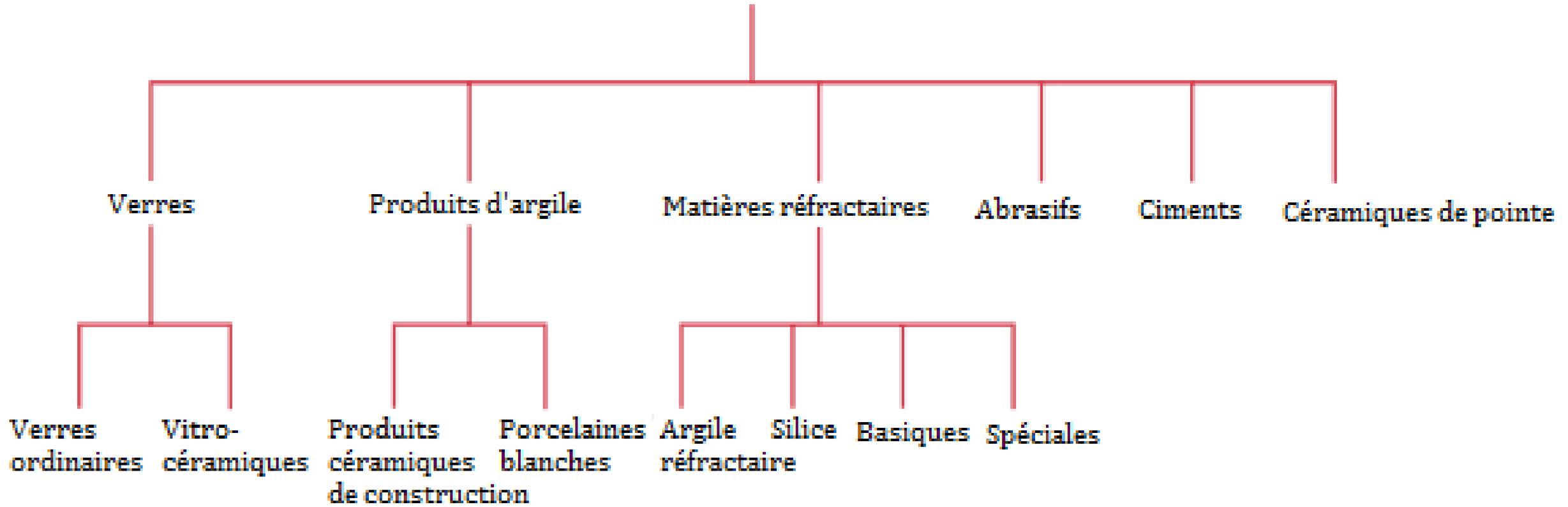
Dr. L Zouambi

- Chapitre I: Matériaux
- **Chapitre II: Elaboration des matériaux (Procédés d'obtention des pièces sans enlèvement de matière) (Suite)**
- Chapitre III: Usinage des matériaux (Procédés d'obtention des pièces par enlèvement de matière)
- Chapitre IV: Assemblage des matériaux

PRELIMINAIRE

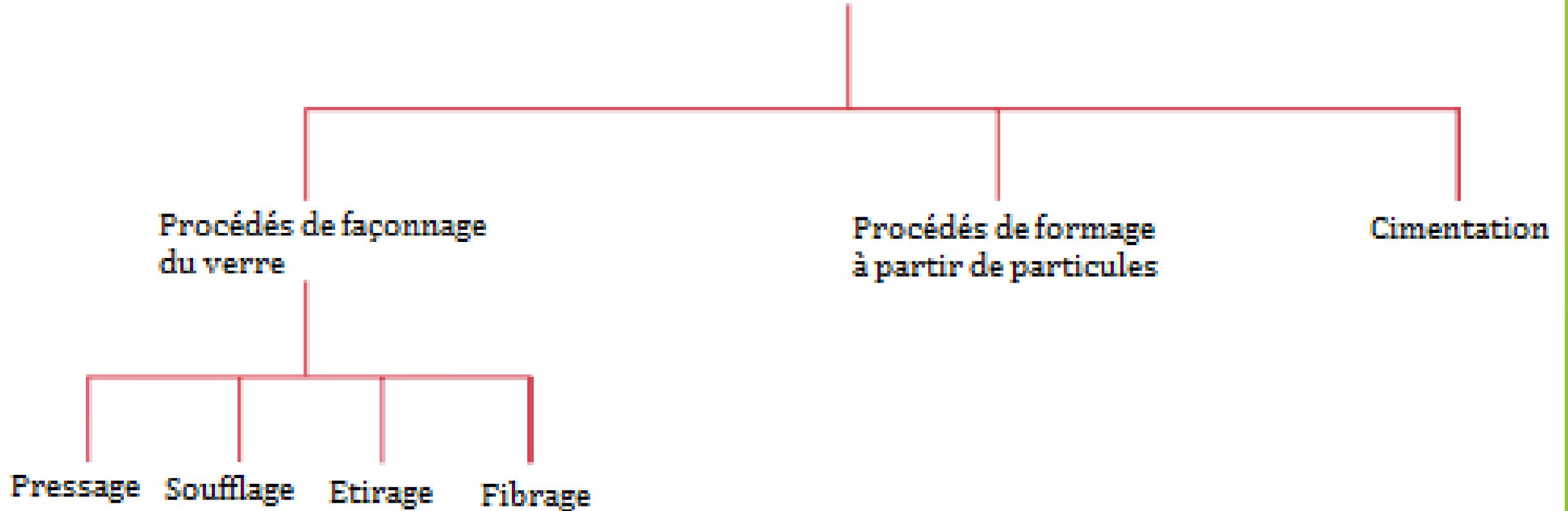
La méthode de fabrication des produits céramiques revêt une importance fondamentale en ce qui concerne leurs utilisations subséquentes. En effet, un grand nombre des opérations de mise en forme du métal font intervenir la coulée ou des techniques de déformation plastique. Comme le point de fusion des matériaux céramiques est relativement élevé, il n'est généralement pas possible de les produire par coulée. En outre la fragilité de ces matériaux rend le plus souvent impossible toute déformation plastique. Certaines pièces céramiques sont constituées de poudres ou d'agrégats de particules ayant fait l'objet d'un séchage et d'une cuisson. Acquérent leur forme à haute température, les verres sont faits à partir d'une masse fluide qui devient très visqueuse au cours de son refroidissement. Les ciment prennent leur forme dans un moule où est disposée une pâte liquide, laquelle durcit et conserve sa consistance sous l'effet de réaction chimique.

Matériaux céramiques



Les procédés de fabrication des céramiques

Techniques de fabrication des céramiques



1. Verres

Les verres constituent un groupe de céramiques bien connu. Ils se retrouvent fréquemment dans les vitres, les lentilles de lunettes et la fibre de verre. Les deux qualités primordiales de ces matériaux sont leur transparence optique et le fait qu'ils sont relativement faciles à fabriquer. Comme les verres sont formés à haute température, la viscosité et la température constituent des facteurs de première importance. Le point de fusion, les températures de mise en forme et de ramollissement ainsi que les températures du traitement thermique correspondent à des températures associées à des valeurs de viscosité précises.

Techniques d'élaboration

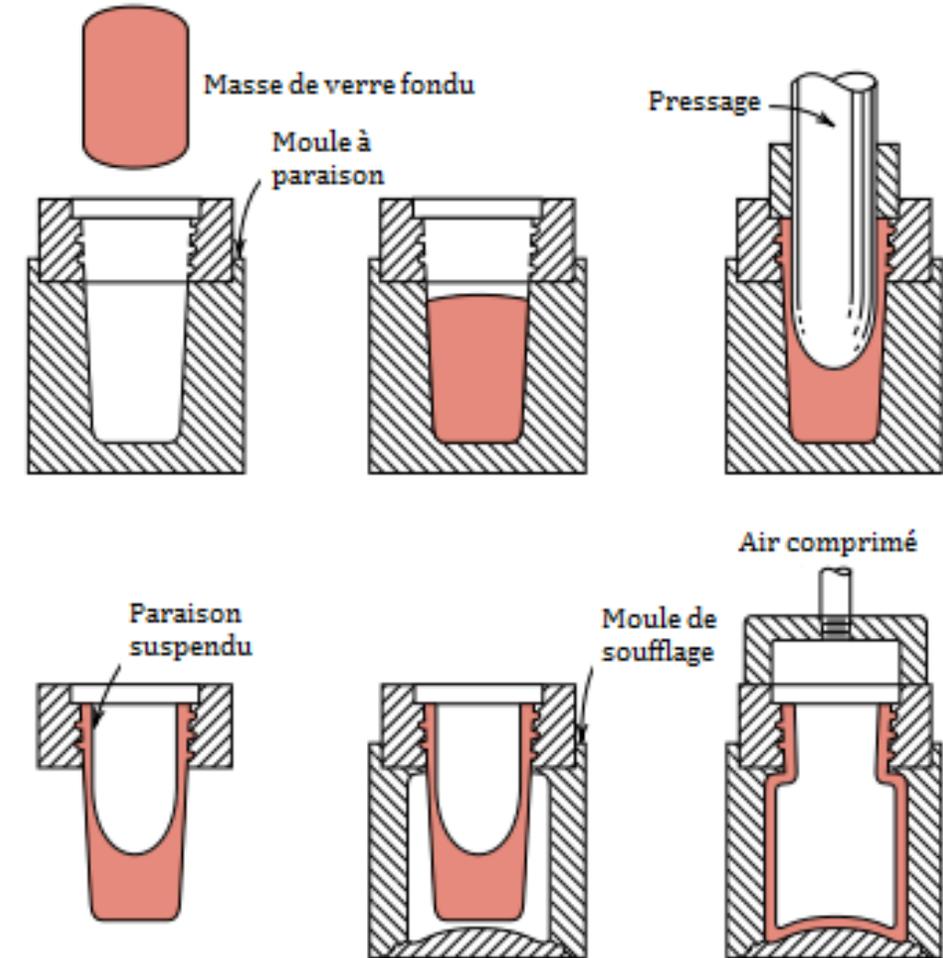
Il existe quatre méthodes de formage: le pressage, le soufflage, l'étirage et le fibrage.

Le pressage sert à la fabrication d'objets épais tels que des assiettes et des plats. Il consiste à appliquer une pression sur le verre placé dans un moule en fonte recouvert de graphite et généralement chauffé afin que la surface soit bien unie.

Le soufflage est un procédé entièrement automatisé en ce qui concerne la fabrication des bocaux, des bouteilles et d'ampoules électriques.

La figure ci-contre illustre les différentes étapes de ce procédé: à partir de verre brute, une pièce de forme temporaire, appelée paraison, est obtenue par pression mécanique exercée dans un moule. Cette pièce est ensuite insérée dans un moule de finition, ou moule de soufflage, où elle est soumise à un jet d'air comprimé qui l'amène à prendre la forme du moule.

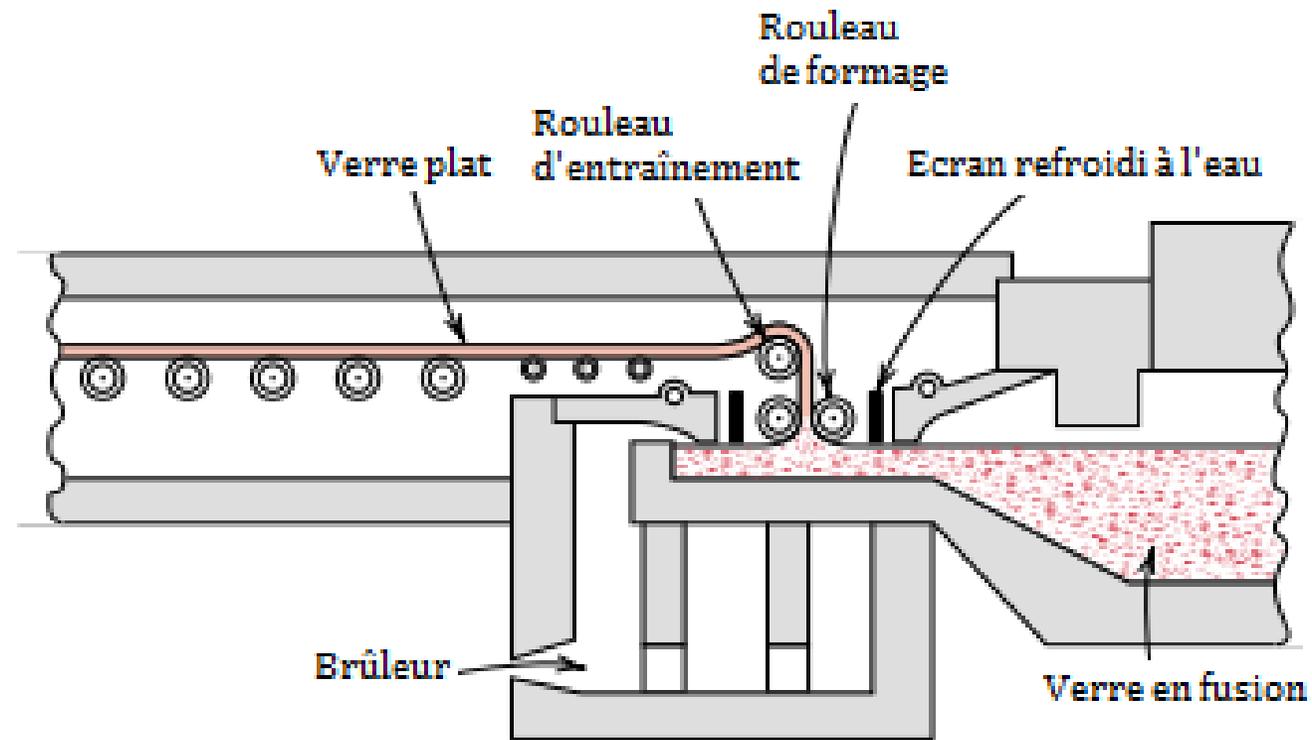
L'étirage convient à la fabrication de longues pièces à section constante, telles que les plaques, les tiges, les tubes et les fibres de verre.



Schématisation de la technique de pressage et soufflage utilisée pour fabriquer une bouteille de verre.

La figure ci-dessous présente un des procédés utilisés pour la fabrication de plaques de verre qui peuvent aussi être produites par laminage à chaud.

Le fibrage: Pour la fabrication de fibres de verre continues (verre textile), le verre doit être placé en fusion dans une fière en platine chauffée, on lui donne la forme de fibres en l'étirant à travers les nombreux petits orifices de la filière.



2. Vitrocéramiques

La plupart des verres inorganiques peuvent passer d'un état non cristallin à un état cristallin grâce à un traitement thermique approprié à haute température. Ce traitement appelé dévitrification, donne un matériau polycristallin à grains fins portant le nom de vitrocéramique.

Les vitrocéramiques servent à la fabrication des plats allant au four et de vaisselle en raison de leur résistance au choc thermique. Elles sont également utilisées comme isolants et substrats des cartes de circuit imprimé, dans les revêtements muraux, les plaques de cuisson...



Microstructure d'un matériau polycristallin.



Plats allant au four.



Plaques de cuisson.



Revêtements muraux.



Substrats des cartes de circuit imprimé.

3. Produits d'argile

L'argile constitue certainement l'une des matières premières céramiques les plus répandues. La plupart des produits à base d'argile appartiennent à l'un ou l'autre des grands groupes suivants: les produits céramiques de construction (briques, tuiles et conduites d'égouts) et les porcelaines blanches (poterie, vaisselle, faïence et certains accessoires de plomberie (appareils sanitaires)).

Techniques d'élaboration

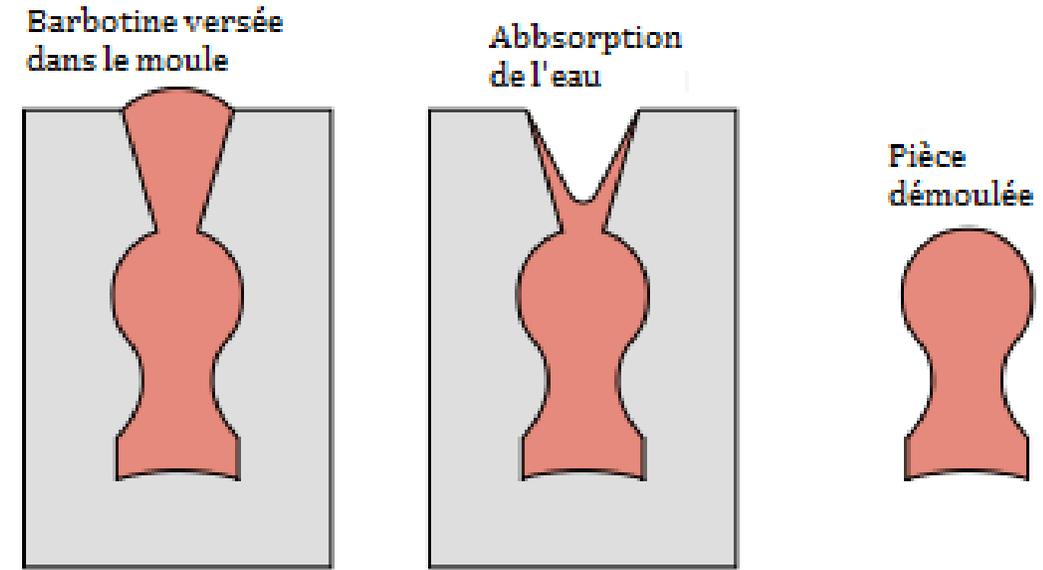
Deux techniques de formage des produits à base d'argile seront décrites: le formage hydroplastique et la coulée en barbotine.

- Le procédé de formage hydroplastique (extrusion) consiste à faire passer une pâte céramique plastique ferme dans une filière de même section que la pièce à fabriquer (briques, tuiles et conduites d'égouts).

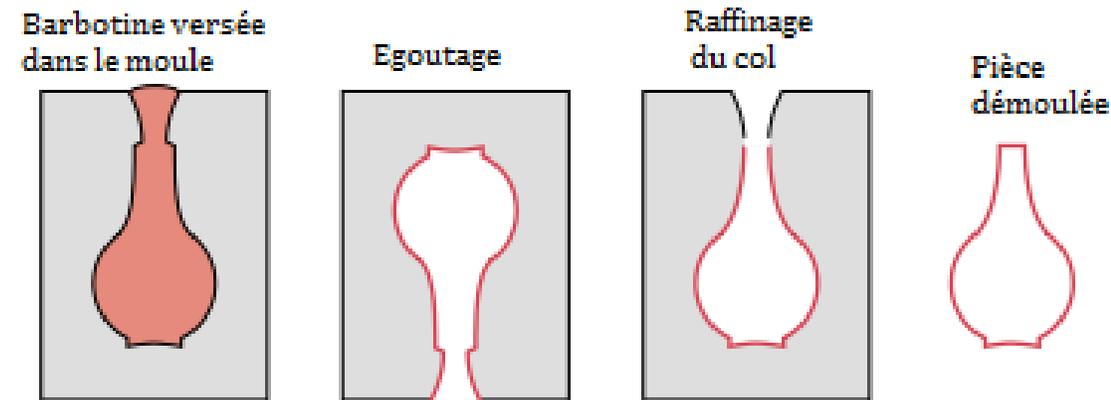
- Le formage par la coulée en barbotine: Lorsque la barbotine (argile ou autre matériau non plastique) est versée dans un moule poreux (a), l'eau qu'elle contient est absorbée par le moule (en plâtre). Le processus peut être prolongé jusqu'à ce que cette couche solide remplisse entièrement l'intérieur du moule (coulage plein).

Ou qu'elle ait l'épaisseur voulue, auquel cas, il suffit de renverser le moule pour évacuer le surplus de barbotine (coulage par évacuation) (b).

Après le formage, une pièce à base d'argile doit d'abord sécher, puis cuire à température élevée afin que sa porosité diminue et que sa résistance augmente.



(a)



(b)

Etapes de la coulée en barbotine dans un moule en plâtre: a) coulage plein et b) coulage par évacuation de la barbotine.

4. Produits réfractaires

Les céramiques réfractaires se distinguent par le fait qu'elles résistent aux températures très élevées sans fondre, ni se décomposer et par leur capacité de demeurer non réactives et inertes dans les milieux rigoureux. Elles sont fréquemment utilisées dans le revêtement des fours servant à l'affinage des métaux.

5. Abrasifs

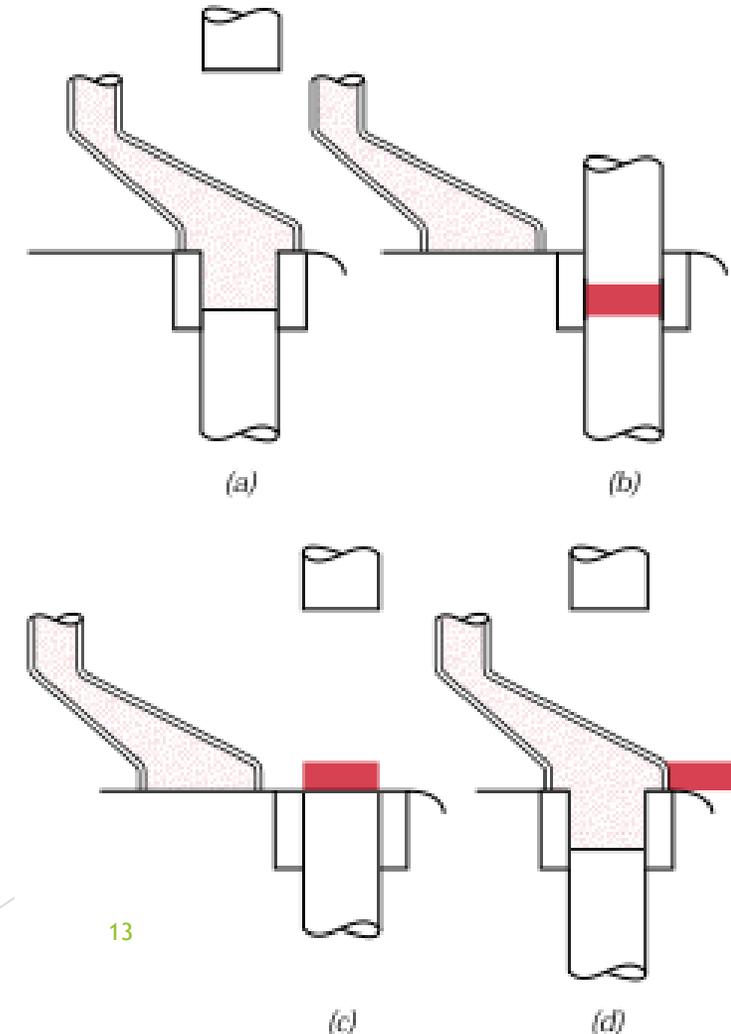
Les céramique abrasives servent à meuler, à polir ou à découper les matériaux moins durs qu'elles. Elles sont recherchées surtout pour leur dureté et leur résistance à l'usure. La ténacité, qui évite que les grains abrasifs ne se rompent facilement, et une certaine réfractarité, qui permet de résister aux températures élevées engendrées par les forces de frottement résultant de l'abrasion, constituent d'autres qualités essentielles de ces céramiques.

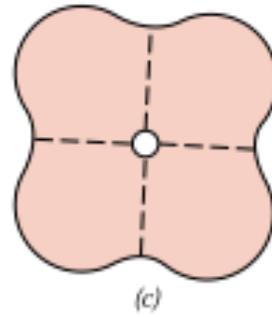
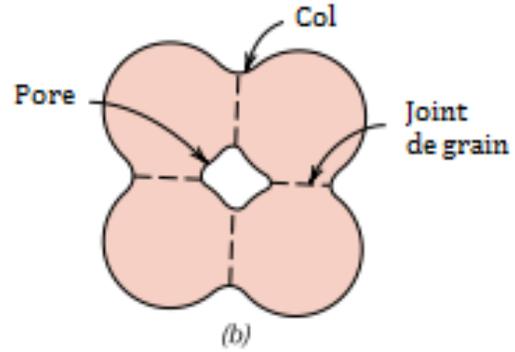
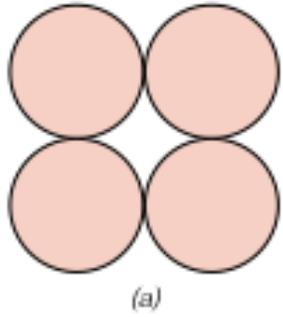
Technique d'élaboration

Le diamant, le carbure de silicium (SiC), le carbure de tungstène (WC), le corindon (Al_2O_3) et le sable de silice (SiO_2) constituent les céramiques abrasives les plus courants. Les abrasifs peuvent être utilisés en grains, être lié à une meule ou revêtir divers papiers et tissus.

Certaines pièces sont formées par compaction uniaxiale, hydrostatique (isostatique) ou à chaud sous pression. En outre, la fabrication de couches fines de substrat en céramique s'effectue souvent par coulée en ruban.

Représentation schématique des étapes de la compaction uniaxiale de poudres. (a) la filière est remplie de poudre; (b) La poudre est compactée par application d'une pression sur la partie supérieure de la filière; (c) La pièce compactée est éjectée par le poinçon inférieur; (d) Le sabot de remplissage repousse la pièce compactée et le remplissage se répète.





compaction à chaud

Evolution de la microstructure durant la cuisson d'un agrégat de poudres.(a) Particules de poudre après pressage.(b) La coalescence des particules et la formation de pores au début du frittage.(c) Au fur et à mesure du frittage, les pores changent de taille et de forme.

Micrographie obtenue au microscope électronique à balayage d'un agrégat de poudre d'oxyde d'aluminium fritté à 1700°C pendant 6 min.

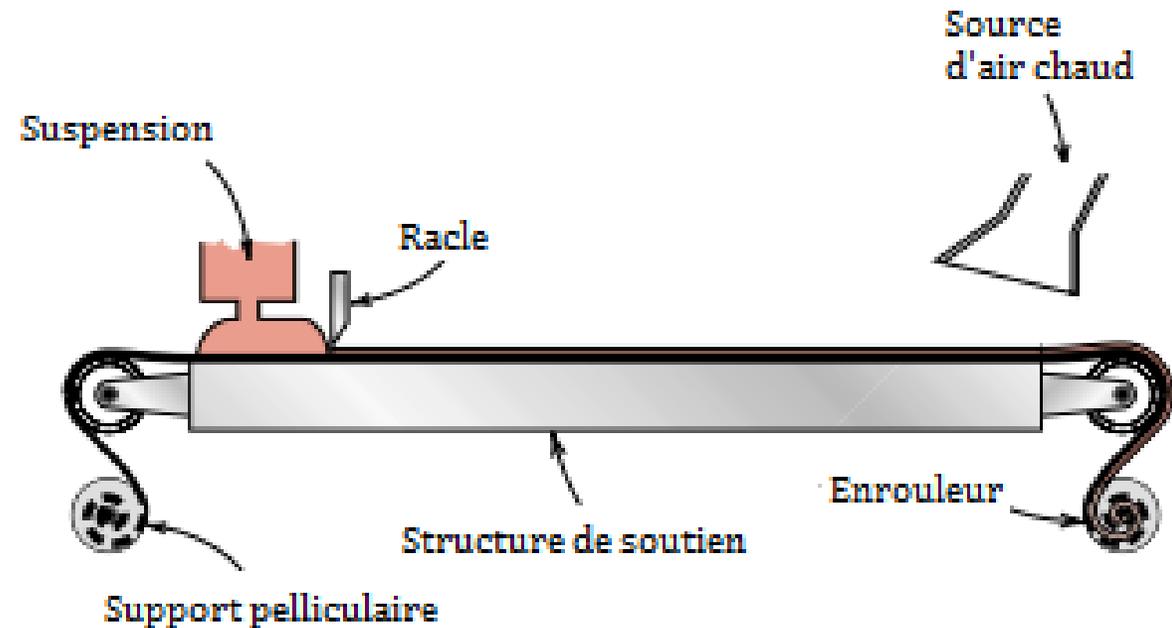
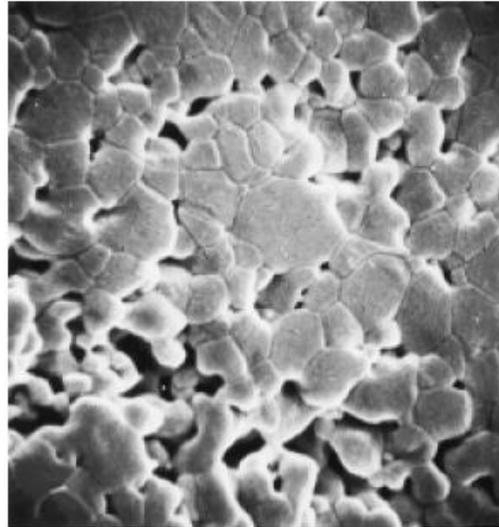


Diagramme schématique montrant le processus de coulée du ruban à l'aide d'une racle.

6. Ciments

Mélangés avec de l'eau, les ciments inorganiques produisent une pâte à laquelle on peut ensuite donner à peu près n'importe quelle forme. La solidification et le durcissement subséquents résultent de réactions chimiques à température ambiante auxquelles participent les particules de ciment. Dans le cas des ciments hydrauliques, dont le ciment Portland est le meilleur exemple, cette réaction chimique est en fait une hydratation.

7. Céramiques de pointes

Il est certain qu'un grand nombre des techniques modernes feront encore longtemps appel aux céramiques de pointe en raison de leurs propriétés mécaniques, chimiques, électriques, magnétiques et optiques incomparables, mais aussi des combinaisons de propriétés qu'elles offrent. L'amélioration des spécifications, du traitement et de la fiabilité des céramiques de pointe ouvrira la voie à la rentabilisation de ces matériaux.