

Cours de céramique

1. Définition

La céramique est l'une des plus anciennes activités humaines; au temps des Egyptiens. Ces produits sont obtenus par cuisson de l'argile séchée de manière à obtenir des produits durs, insensibles à l'action de l'eau, poreux ou non suivant qu'ils ont été cuits à température relativement modérée ou jusqu'à commencement de vitrification. Les produits céramiques ne se ramollissent pas et ne fondent qu'à une température de 1500°C environ ou plus.

Ces produits présentent un grand intérêt dans la construction d'aujourd'hui, elle est même devenue une industrie moderne permettant de réaliser toutes les parties de la construction :

- murs en fondation en briques pleines,
- murs en élévation en briques creuses,
- hourdis pour planchers,
- bardeaux (planche mince en forme de tuile)- sous toiture,
- tuiles pour couverture,
- carreaux pour les revêtements de sols,
- faïence pour les revêtements de murs,
- boisseaux pour les cheminées (conduites de fumée).

2. Classification

On peut les classer selon le critère de la porosité :

- les produits poreux (se laissent rayer par l'acier) et notamment les terres cuites (briques, tuiles, bardeaux,...etc), les produits réfractaires (briques) et la faïence,
- les produits non-poreux (vitrifiés) comme les grès cérames Ces grès sont généralement blancs et sont utilisés pour la vaisselle, les carreaux et les pièces sanitaires.

La matière première est l'argile essentiellement kaolinitique plus ou moins pur provenant du feldspath orthose (aluminosilicate naturel) décomposé. L'argile n'est utilisable que si ses composants varient entre les limites admissibles suivantes :

Nature des éléments	Formation	Tolérances (%)
silice	SiO ₂	35-85
alumine	Al ₂ O ₃	9-25
chaux	CaO	0-25
magnésie	MgO	0-5
Oxydes alcalins	Na ₂ O + K ₂ O	1-5
Oxydes de fer	Fe ₂ O ₃	3-9
Oxyde de titane	TiO ₂	0.3-2
Anhydride sulfurique	SO ₃	0-3
Gaz carbonique	CO ₂	0-13
Eau de combinaison	H ₂ O	5-11

Les éléments nuisibles à éviter sont :

- la craie en gros grains qui se transforme au cours de la cuisson en chaux vive; ces nodules font éclater le produit en présence d'humidité,
- les pyrites sulfureuses ont le même effet que les nodules de chaux,
- les sels solubles (sulfates, ...etc), cristallisent en surface, diminuent de volume à la cuisson et s'hydratent sous la pluie faisant éclater la masse,
- les impuretés organiques (racines, débris végétaux) brûlent à la cuisson laissant des vides dans la masse d'où produits poreux.

Ce qui rend nécessaire de corriger et d'améliorer certaines argiles suivant le produit désiré :

- les terres trop grasses sont amaigries par un apport de produits inertes : sable siliceux très fin, argile cuite finement pulvérisée, mâchefer (cendre de combustion de charbon), cendres volantes, scorie, coke,
- les terres trop maigres, grâce à un apport de kaolinite (argile grasse) ou de marne (argile calcaire), sont rendues onctueuses.

3. Fabrication.

Malgré la diversité de leurs formes et leurs propriétés physico-mécaniques et le type d'argile utilisé, les étapes de fabrication de produits céramiques sont communes et sont :

3.1. Gisement, extraction.

L'exploitation se fait le plus souvent à ciel ouvert, les forts tonnages de terre employés nécessitent l'installation de l'usine dans la mesure du possible à proximité de la carrière.

L'extraction suit généralement le processus suivant :

- enlèvement de la découverte au bulldozer, à la pelle chargeuse mécanique et même à la décapeuse,
- extraction de l'argile à l'aide d'une pelle mécanique (argile sèche) ou l'excavateur à godets ou au marteau piqueur ou encore les explosifs quand l'argile est trop dure,
- transport de l'argile à l'usine suivant la distance et la topographie des lieux : wagonnets, téléphérique, camions, bandes transporteuses.

3.2. Préparation des terres.

Le but visé est d'obtenir une pâte plastique et homogène ou une poudre adéquate suivant le produit à façonner. Cela nécessite diverses opérations qui diffèrent quelque peu selon la terre dont on dispose et le degré de plasticité de la pâte désirée (molle, demi-ferme, ferme).

3.3. Façonnage des produits.

Une fois la pâte convenablement préparée, il faut lui donner les formes désirées, c'est à dire celles des produits finis utilisés dans la construction. Cette opération s'appelle façonnage et est réalisée par deux grands types de machines :

- les presses mécaniques ou hydrauliques,
- les filières (deux rouleaux lamineurs débitant une nappe de pâte qu'on découpe à la longueur désirée).

Briques pleines.

Sont soit directement moulées à la presse ou à la filière. Celles passées à la filière sont moins poreuses, plus résistantes et plus régulières,

Briques de parement.

Sont façonnées par double pressage . En effet, après avoir obtenu des briques pleines à la presse ou à la filière, on les laisse sécher légèrement puis on les repasse à la presse. Ainsi

leur compacité est plus grande, leurs arêtes vives et elles même plus calibrées,

Briques perforées

Pour alléger le produit fini et faciliter le séchage, on incorpore à la filière des noyaux qui réalisent diverses perforations dans le pain de la pâte d'argile pour obtenir ainsi des produits perforés de dimensions variables,

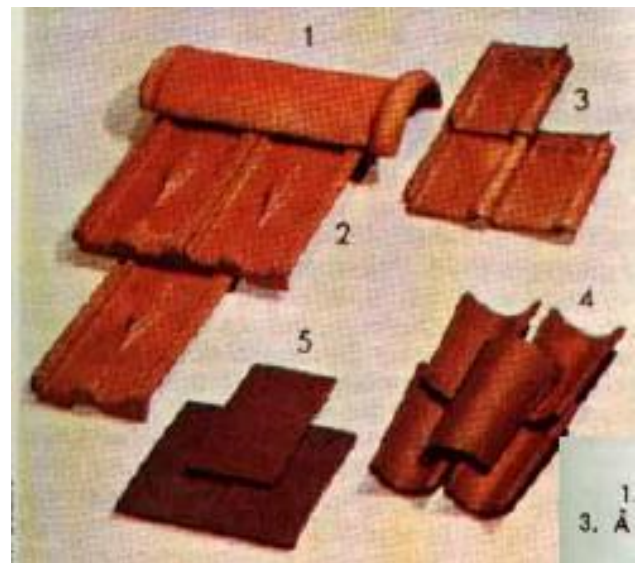
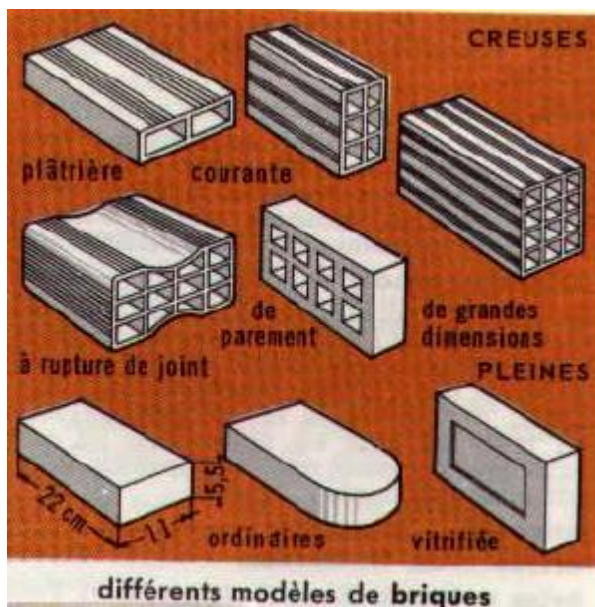
Briques creuses

On comprime la pâte dans une chambre avant de la passer dans une filière; les machines employées (étireuses ou mouleuses) utilisent divers procédés pour comprimer l'argile : palettes, piston, cylindre cannelés, hélices.

Tuiles.

Leur façonnage se fait :

- en pâte molle pour tuiles plates et canal,
- en pâte ferme pour tuiles à emboîtement.



3.4.Séchage.

La préparation de la pâte demandait la présence de l'eau pour la rendre facile au façonnage. Cette eau est à éliminer une fois le produit ayant pris sa forme. Le séchage a pour but d'éliminer lentement l'eau de façonnage sans déformer le produit et permettre sa manutention et son empilement dans le four. Il y a deux procédés de séchage :

- **Séchage naturel.**

Il se pratique par exposition des produits dans des hangars à l'air libre, ceci demande de grandes aires de dessiccation et une quantité importante de main-d'oeuvre. Il est très long à réaliser et est très irrégulier. Il est actuellement abandonné.

- **Séchage artificiel.**

S'effectue dans des installations permettant d'assurer à la fois un chauffage progressif et une ventilation régulière. Le séchage est rationnel grâce au conditionnement de l'air utilisé, à l'évaporation et au réglage de l'hygrométrie de l'air et de la ventilation.

3.5. Cuisson.

Transformation de l'argile en céramique.

Lorsque la température du four atteint 700°C, le silicate d'alumine hydraté se déshydrate (perd son eau) et se décompose en alumine (Al_2O_3) et silice (SiO_2). Si on dépasse 900°C, il se produit une recombinaison chimique de ces constituants en un silicate d'alumine anhydre ($2\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$) particulièrement résistant qu'il n'est plus possible de retransformer en pâte plastique par addition d'eau. C'est ce silicate d'alumine anhydre plus ou moins impur qui constitue la terre cuite.

Si l'argile utilisée est très pure et riche en alumine et en magnésie et que l'on pousse la température vers 1200 °C, on obtient des produits réfractaires.

- **Mode de cuisson**

Le four le plus utilisé actuellement est le four Tunnel; les autres sont tous abandonnés. Il comporte une seule galerie rectiligne où circule un train de wagonnets de produits empilés qui traverse successivement une zone d'échauffement, une zone de cuisson (où se trouve le foyer fixe) et une zone de refroidissement. Son encombrement est moindre et la cuisson plus rapide (48 heures) avec une économie de 20 ÷ 25% de combustible (fuel ou gaz) et une production doublée.

4. 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.

4.1. Retrait à l'air

Pendant le séchage à l'air d'une pièce moulée en argile, les dimensions linéaires (et par suite le volume) diminuent à mesure que cette pièce perd son eau, par suite de rapprochement des particules d'argile, ce phénomène est appelé retrait à l'air, car il se produit à la température ordinaire de l'air. On exprime le retrait linéaire à l'air par le rapport (en pourcentage) d'une dimension de la pièce à l'état sec à la valeur initiale de cette même dimension. A l'état humide, le retrait est de 5 à 12%.

Le comportement de l'argile au chauffage est l'une des propriétés les plus importantes de ce matériau, au cours de la cuisson, une pièce moulée en argile se transforme en une masse dure comme de la pierre, qui résiste à l'eau. Au cours de la cuisson, la couleur de l'argile se modifie, sa résistance mécanique augmente, et son volume diminue (retrait de cuisson), le retrait de cuisson est de 1 à 2 %. La couleur des pièces cuites dépend des oxydes de fer, qui colorent les pièces céramiques en rouge ou en jaune quand ces objets contiennent de la chaux.

5. Céramique sanitaire

5.1 Définition

Ce sont des produits céramiques destinés aux usages domestiques : cuvettes de WC, lavabos, baignoires, douches, bidets, éviers, etc. Schématiquement, les matériaux constitutifs des appareils sanitaires peuvent se classer en deux catégories:

- la porcelaine (porcelaine sanitaire et vitreuse), qui est un produit à masse compacte, vitrifiée ; les produits cuits entre 1 200 et 1 300 °C sont des vitreux, des porcelaines culinaires (vaisselle).



- le grès sanitaire, qui est un produit à masse réfractaire, additionnée éventuellement de chamotte et dont la cassure présente des grains plus ou moins gros. Un revêtement d'émail est appliqué sur toute ou sur une partie de la surface de l'appareil qui est ensuite cuit à une température appropriée, afin d'obtenir par vitrification une surface imperméable de couleur et de brillant souhaités. L'émail peut être blanc ou de couleur.



Figure : Céramique sanitaire

5.2 Technique de fabrication de la porcelaine sanitaire

La porcelaine sanitaire est une variété de céramique, qui se différencie par ses matières premières, sa cuisson et son émaillage. Au départ, la porcelaine est une pâte, composée d'un mélange de kaolin (50 %), de feldspath (25 %) et de quartz (25 %). Elle passe ensuite à l'étape du façonnage par moulage, pour réaliser par exemple un modèle de lavabo à l'identique. Après façonnage, les pièces de porcelaine sanitaire passent en séchage pour être déshydratées et recouvertes d'émail par pulvérisation ou trempage dans un bain liquide. La cuisson à 1290°C permet ensuite à l'émail de se fixer et d'imperméabiliser la matière : c'est l'étape de vitrification qui apporte la translucidité.

La porcelaine. Désormais blanche et imperméable, elle est prête à recevoir différentes techniques de décoration, comme le tracé à main levée ou l'impression.