

Matières premières utilisées en céramique

L'Argile

Terre principalement composée de silicates hydratés d'aluminium, mais aussi de métaux et de molécules provenant de restes sensiblement organiques (composés présents dans les estuaires). "L'argile théorique" est composée de silice, d'alumine et d'eau : $2 \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Le matériau le plus proche de cette définition idéale est le kaolin.

Produite par la "décomposition" de feldspath et souvent altérée au cours du cycle de formation des roches métamorphiques, l'argile peut avoir diverses teintes : blanche lorsqu'elle est calcaire (voir marne, kaolin), jaune en présence d'oxyde de fer hydraté (voir ocre jaune), ou rouge (alors créée dans les fonds océaniques, paraît-il). Certaines argiles sont naturellement plus grasses que d'autres. Celles qui contiennent du carbone sont particulièrement visqueuses. D'autres, comme la faïence rouge, le sont plus modérément, mais encore assez pour rendre parfois nécessaire l'emploi d'agents "dégraissants" : "les silices" et la chamotte. Cette substance très importante présente d'innombrables aspects. Ses emplois sont très anciens mais aussi très contemporains (céramiques couvrant les engins spatiaux, prothèses dentaires, etc.)

La silice

La silice est constituée de dioxyde de silicium, un composé chimique qui entre dans la composition de nombreux minéraux ; sa formule est SiO_2 .

La silice existe à l'état libre sous différentes formes cristallines ou amorphes et à l'état combiné dans les silicates, les groupes SiO_2 étant alors liés à d'autres atomes (Al : Aluminium, Fe : Fer, Mg : Magnésium, Ca : Calcium, Na : Sodium, K : Potassium...). Base de plusieurs arts du feu (glaçure, verrerie et poterie essentiellement), la silice est une substance transparente ou blanche qui peut prendre neuf formes différentes. Cependant, elle est le plus souvent associée dans la nature à de nombreuses autres substances. Le feldspath, notamment, est une matière très courante contenant d'immenses quantités de silice mêlée d'autres éléments.

La silice est la substance fondamentale pour tous les arts du feu hormis la métallurgie. Elle est très présente dans les terres à cuire et encore plus dans le verre. Cuite pure, elle donne d'ailleurs un verre parfait.

Très souvent, préparée pour une utilisation comme glaçure ou comme verre, la silice se présente généralement sous la forme d'une poudre extraite de sables très purs.

La température de fusion de la silice, très élevée - de l'ordre de $1\ 800^\circ\text{C}$ (avec un début de liquéfaction au-delà de $1\ 700^\circ\text{C}$), en fait un matériau si réfractaire qu'en comparaison, les autres molécules fréquemment employées lors des cuissons - à part l'alumine et quelques autres - jouent toutes le rôle de "fondants". Plus un émail est chargé de silice, plus il nécessite une haute température et donne des résultats bien durs, "chimiquement résistants", insolubles, se dilatant peu et adhérent d'autant mieux au support.

Toujours dans le domaine des arts du feu, les substances que l'on nomme couramment "les silices" sont le quartz, le sable et le silex calciné. Leur rôle est généralement de permettre une vitrification "accélérée" et de faciliter l'adhérence des glaçures. Parmi les sables réputés les plus purs (au-delà de 99,6% de silice), nous citerons le sable

de Fontainebleau et celui de Nemours. Ils sont très utilisés dans les domaines de la verrerie et des émaux.

Le verre de silice pure est le plus résistant à tous points de vue, mais sa haute température de fusion (1710°C sans fondant sinon autour de 1200°C très approximativement) et les difficultés de mise en forme à l'état liquide expliquent qu'il soit peu courant. La chaux carbonée (pierre à chaux) et la soude sont des "fondants" communs permettant d'abaisser cette température.

Le feldspath

Les feldspaths sont des ensembles de 2, 4 ou 6 molécules de silice liées à une molécule d'alumine et un oxyde de métal alcalin (potassium, sodium, calcium ou lithium. Ils sont peu colorés, mises à part les impuretés. Comme toutes les roches siliceuses, dans certains cas, les feldspaths peuvent, à la suite d'un échauffement, devenir cristallins (refroidissement lent, donnant parfois de gros cristaux) ou vitreux (refroidissement rapide). Roches mères de l'argile, composants très importants du basalte, du granite et d'autres minéraux, ils représenteraient un peu moins de 60% de la masse de la croûte terrestre. Suivant un cycle géologique naturel général, les feldspaths sont destinés à se transformer en argile en libérant leurs métaux alcalins.

Il existe différents "feldspaths théoriques", c'est-à-dire différentes formules chimiques de feldspaths, mais la plupart du temps, elles sont mélangées. L'orthose, variété majoritaire, est potassique. En sculpture et en poterie, elle est préférentiellement adjointe à la terre qui joue le rôle de substrat tandis que l'albite, variété sodique, est un peu plus utilisée pour les glaçures à cause de légères différences de comportement lors de la cuisson. Seule l'anorthite (base calcique) en grande quantité réagit vraiment autrement à chaud. En effet, les oxydes de potassium, de sodium et de lithium ont des comportements proches et différent nettement de CaO.

L'alumine

L'alumine ou oxyde d'aluminium, de formule chimique Al_2O_3 , est un composé chimique qui existe à l'état naturel dans la bauxite, sous forme d'alumine hydratée mélangée avec de l'oxyde de fer.

L'extraction de l'alumine de la bauxite est réalisée suivant un procédé chimique appelé procédé Bayer inventé par l'Autrichien Karl Josef Bayer. La bauxite y est attaquée par la soude à haute température et sous pression. La première usine à exploiter ce procédé est l'usine de Gardanne (anciennement Pechiney) en 1894. Cette usine produit toujours à ce jour des alumines hydratées et calcinées suivant ce procédé.

L'alumine représenterait plus de 15% de la masse de la croûte terrestre. Son minerai principal est la bauxite, mais elle est présente dans d'innombrables roches. L'alumine et l'hydrate d'alumine se présentent sous la forme de poudres très fines et légères. Sa température de fusion extrêmement élevée (2040°C environ) rend nécessaire un usage parcimonieux. En fait, le plus souvent, l'alumine n'est guère introduite à l'état pur dans une glaçure mais plutôt sous la forme de feldspath ou d'autres matériaux naturels ou synthétiques qui contiennent cette molécule.

- l'adjonction de "fondants" ou l'emploi de matériaux "porteurs" d'alumine étant eux-mêmes des fondants.

Plusieurs pierres précieuses sont à base d'alumine anhydre, colorée ou non par des oxydes métalliques : rubis, topaze, saphir.

Les fondants

Un “fondant” est un additif incorporé à une terre à cuire ou un autre minéral (comme la silice en ce qui concerne le verre) de sorte à abaisser la température de fusion de cette terre, de ce minéral.

Les cendres végétales, le talc, l’oxyde de fer, les frites et le feldspath sont des fondants des terres ou du moins de certaines terres car toutes ces matières n’ont pas les mêmes températures de cuisson et certains “fondants” risqueraient de jouer le rôle inverse pour des terres cuisant à basse température. Par exemple, le feldspath est fondant du kaolin mais pas d’une faïence. La pierre à chaux et la soude sont des fondants du verre.

La Craie

La craie est une roche sédimentaire contenant presque exclusivement du carbonate de calcium CaCO_3 et un peu d’argile. La craie est perméable, poreuse et friable. La craie est un calcaire un peu particulier. Généralement très pure, elle peut cependant être marneuse (lorsque le calcaire et l’argile sont en proportions à peu près égales), glauconieuse (si elle contient de la glauconie), dolomitique (si elle contient des recristallisations de dolomite comme dans la craie de Vernon), à silex, etc. La craie est avant tout un minéral naturel. Pour être considérée comme craie, une roche doit contenir au moins 90% de calcite, en deçà de quoi elle est considérée comme simplement calcaire.

Les matières premières des pâtes céramiques

On distingue deux types de matières premières:

- les matières plastiques
- les matières non plastiques ou dégraissants

les argiles plastiques

Ce sont des matières qui lorsqu’elles préparées, nettoyées et pétries pour chasser les bulles d’air en ajoutant éventuellement de l’eau permettent le façonnage de formes. Ce sont des roches, des silicates d’alumine chargées d’eau qui se forment par la lente décomposition du granit et des roches primaires, ainsi le granit se décompose en silice, feldspaths et kaolin sous l’action de l’acide carbonique qui se forme avec l’eau pluviale. Ces argiles sont transportées par les eaux de ruissellement dans les fleuves et se déposent en couches sédimentaires dans les lacs ou les océans.

La plasticité et la propriété qui permet à la pâte d’être déformée et de conserver ces déformations. Les argiles plastiques sont constituées de fines plaquettes de silicates d’alumine, très fines et de différentes grosseurs, qui glissent les une sur les autres par la lubrification provoquée par l’eau.

Les argiles ont des compositions très variées, d’autres minéraux et substances naturelles ainsi que des oxydes métalliques de différentes natures s’ajoutent aux silicates d’alumine pour former des argiles très diversifiées, on peut dire que chaque argile naturelle a une composition, des couleurs données par les oxydes et des caractéristiques propres. Par exemple le kaolin, qui est un des constituants de la porcelaine, est une argile issue de la décomposition du granit, il possède très peu d’oxydes de fer ou autres, ce qui lui donne, en l’associant avec des quartz et des feldspaths de grande pureté, une remarquable blancheur. Le kaolin est une argile réfractaire qui fond à plus de 1400°C . D’autres argiles beaucoup plus plastiques ont des températures de fusion plus basses que celle du kaolin.

Les argiles non-plastiques ou dégraissants

Les principaux dégraissants sont des chamottes, c'est à dire des argiles cuites et broyées, des tessons broyés, incorporés en pourcentage variables de 5 à 40 %, voire plus dans l'argile. Ils peuvent être de nature végétale comme la sciure, la paille pour constituer des terres torchis. Les terres chamottées deviennent perméables à l'eau qui se déplace bien dans l'argile, cela permet en outre de redonner de la souplesse à une terre presque sèche ou sèche. La chamotte est à la terre ce que les graviers sont au béton!, c'est à dire que celles ci structurent l'argile et leur confèrent une grande solidité, cette propriété est utile pour faire du raku, l'argile subissant un grand choc thermique, résiste mieux à la casse. Les terres chamottées sont aussi beaucoup plus faciles à modeler, la terre se «tient bien», contrairement à des terres non chamottées.

Certaines roches comme les feldspaths se comportent comme des dégraissants puisque se sont des poudres, mais ils agissent comme des fondants dans les terres de grès, puisque leur température de fusion est inférieure à celle des autres constituants. Le feldspath qui fond aux alentours de 1200° est donc un fondant pour les terres de grès cuisants à haute température, il est souvent utilisé pour fabriquer des émaux de grès associés avec d'autres roches.

Les différents fondants des poteries de grès sont à base de potasse, soude (fondant alcalin), chaux (de 5 à à 10% dans les glaçures hautes températures),magnésie.

Concernant les émaux cuisants à basse température, c'est à dire aux environs de 1000°C, il y a deux principaux fondants:

le plomb: développent de très belles couleurs associé avec des oxydes métalliques, mais toxique. Ne pas utiliser pour les poteries utilitaires, vaisselle, bols, etc...

le borax: non toxique , les couleurs sont moins lumineuses.

Ces fondants ne peuvent être utilisés dans des glaçures pour le grès, à haute température, ces fondants se vaporisent.

Remarque 1: ces fondants sont les mêmes pour les verres. La silice associée avec de la silice donne du cristal et le borax donne les verres borosilicates.

Remarque 2: l'oxyde de plomb- le minium - est soluble dans l'eau, le potier qui utilise cet oxyde doit obligatoirement mettre des gants et un masque respiratoire, l'absence de précautions peut provoquer une grave maladie: le saturnisme. Les fabricants d'émaux raku«frittent» l'émail, c'est à dire qu'ils cuisent dans un premier temps cet émail, puis ils le broie, le plomb est donc moins assimilable par l'organisme.

Les émaux hautes températures sont généralement composés de plusieurs catégories de matières premières:

Les terres: terre à pot, silice, silicates d'alumine réfractaires; ils constituent le «corps » de l'émail

Les feldspaths: agissent comme fondants secondaires, ces roches fondent vers 1200°C.

Les fondants primaires: principalement la craie, mais aussi certaines cendres végétales

Les oxydes métalliques: apportent les couleurs de l'émail.