

Les Métiers du Feu

NOTE DES COMPILATEURS

Ce matériel a pour objectif de servir de référence aux personnes et aux groupes qui souhaitent développer le Métier du feu dans les ateliers des Parcs d'Étude et de Réflexion. Ce document est une compilation des recherches et des travaux réalisés entre 2002 et 2010 dans des ateliers situés dans différents pays.

Le matériel se compose d'un encadrement sur l'intérêt des métiers en général et de descriptions des techniques correspondantes aux différentes étapes de ce métier. La première étape consiste dans la conservation et la production du feu. Dans l'étape suivante, on commence avec les matériaux à froid (marbre, résine, plâtre, ciment, etc.) et les moules correspondants. L'étape suivante est dédiée aux travaux exigeant des températures de plus en plus hautes, dans l'ordre suivant : d'abord la céramique, puis les métaux comme le peltre, l'aluminium, le cuivre, le bronze et le fer. Le travail implique l'utilisation de moules, d'outils et de fours adéquats.

Les matériaux de référence décrivent différentes techniques qui ne correspondent pas toujours rigoureusement à une seule étape.

Mariana Uzielli
Eduardo Gozalo
Karen Rohn

Centre d'Études Parc Punta de Vacas,
4 avril 2010

ENCADREMENT SUR LES MÉTIERS

Les métiers préparent à entrer dans le travail des Disciplines. Un métier enseigne la proportion interne et à faire de manière équilibrée. On acquiert peu à peu une proportion interne grâce à ce travail externe tandis que des problèmes d'exactitude et de détails apparaissent. Il existe un ton particulier qui associe états internes et opérations externes. Une Discipline, en revanche, montre un chemin de transformation interne. Dans les métiers, on travaille en essayant d'acquérir soin, proportion et ordre en même temps qu'on parvient à la permanence.

On apprend à travailler de manière équilibrée et ces métiers peuvent se référer à différentes thématiques. Ils peuvent être liés à la matière, aux arts plastiques, ou à la parfumerie... Ils ont leurs règles de travail, leurs trucs et leurs secrets du Métier. Nous avons travaillé seulement la poterie, les métaux et finalement le verre. C'est une frange de travail en lien avec les fours, en relation aux substances qui se transforment. Ce n'est pas le cas de la parfumerie où les feux sont rares ; on utilise le feu uniquement lorsqu'on prépare des essences ou des parfums par le biais de la distillation. Mais le feu ne joue pas de rôle dans la parfumerie, excepté dans la parfumerie synthétique. Dans les Métiers que nous connaissons de plus près, les feux sont présents. Pour la céramique, le feu est essentiel. De toutes manières, ce travail sur la matière est très intéressant ainsi que l'introduction sur ce thème : le travail sur le feu, ce qu'il a permis de reproduire, comment il est apparu, et comment on l'a produit. On l'a "inventé" bien après avoir appris à le conserver. Il ne s'agit pas seulement de voler et de conserver le feu, mais de le produire. Nous travaillons les différentes formes de conservation, mais c'est la production qui requiert le plus grand soin. Quiconque essaiera de produire du feu aujourd'hui vérifiera que cela n'est pas facile. Le travail avec le feu et avec les fours est important. Le thème des métiers est très ample, et nous commençons par le tout début. On acquiert proportion interne grâce à ce travail externe, tout en apprenant.

En général, nous recommandons aux personnes qui s'approchent d'une Discipline d'avoir un maniement minimal de ce travail sur le feu.

Il sera bon d'avoir dans les Parcs d'Étude et de Réflexion, un Centre de Travail, un Centre d'Étude et des ateliers, où les gens puissent travailler ces thèmes et puissent, de cette façon, faire la relation entre ce qui se passe dans la tête et ce type de travaux.

Vision générale du Métier

La présente note est une transcription d'une causerie donnée par Silo dans l'atelier "La Pyramide", le 19 novembre 2003 à Santiago du Chili. Elle a été révisée par Silo.

CAUSERIE "LA PIERRE"

... Sous cet aspect, il se comporte comme un métal. Dans un moule pour le verre, tu sors une "boulette" de verre, tu la souffles et tu lui donnes forme. Mais c'est au matériel fondu que tu donnes forme. Ce n'est plus comme l'argile où tu donnes la forme au préalable. Car dans le cas du verre, comme dans celui du métal, les caractéristiques essentielles ne changent pas, alors que dans la céramique, oui. Tu passes de la terre (ou de la terre cuite) à la céramique, qui, physiquement, est une autre chose. Nombre de ses caractéristiques changent. Le son change, la rigidité, la perméabilité changent, il se produit ici un changement de qualité. Pas avec le métal. Celui-ci continue à être le même métal fondu, que tu peux travailler parce qu'il est fondu. Et le verre est toujours le même verre, il n'y a pas changement.

Question : Mais l'argile en plus, prend un peu les caractéristiques du verre ?

Si tu augmentes la température, là tu la transformes en verre. Il y a des différences entre l'argile et le verre. Mais nous allons voir ça en gros, les trois travaux différents de l'argile, du verre et du métal, on doit prêter attention. Ils ont des caractéristiques très différentes, ils ont des techniques très différentes. Et il me semble qu'il faudrait commencer par la terre cuite, qui n'est pas encore de l'argile. C'est la terre du Popol Vuh, la terre qu'ont utilisé les Formateurs, les Annonceurs, la Grand-Mère de l'Aube, la Grand-Mère du Jour, pour faire le premier homme. Ils ont fait le premier homme, et les pluies ont commencé. Les jambes de l'homme de terre se sont ramollies, pliées et sont tombées. Ils ont donc dû faire un autre homme. Ceci est le propre de la civilisation précéramique ; ils n'avaient pas la température suffisante pour faire un homme intéressant. C'est-à-dire que, à l'époque historique où le Popol Vuh a été écrit, ils approchaient les 800°C. Par la suite, ils ont augmenté la température, et ont alors pu faire des choses en céramique. Mais là, c'est encore de la terre cuite, et la terre cuite sert si elle est biscuitée... terre cuite, pas céramique. Avec cette terre, tu peux recueillir de l'eau pendant un moment, puis ça commence à goutter et à la fin, tout s'effrite. Comme dans le Popol Vuh. De toute façon, je crois qu'on devrait commencer avec la terre cuite. C'est de la terre qu'on laisse bien sécher, pour qu'elle ne se fissure pas. Et on la monte à une température d'au moins 800°C (tu peux arriver à 800 ou 700°C). C'est une terre que toutes les civilisations préhistoriques ont connue : la terre cuite. Ce n'est pas de la céramique.

... En Mésopotamie (entre le Tigre et l'Euphrate), on a fait un homme selon le même modèle. Ensuite naît Enkidu, le double de Gilgamesh. Le même que lui, mais poilu. Ce sont comme les adobes. On ajoute de la paille pour lui donner de la consistance... Et c'est

à partir de telles choses qu'on a fait un mythe. C'est merveilleux, c'est très beau et très intelligent.

... Il te suffit d'un "lance-flamme", le chalumeau qui permet l'entrée d'air. C'est le principe du bec Bunsen, comme celui que nous venons de voir. Si on avait un "lance-flamme", Pancho, avec une bouteille de butane et une roue régulatrice d'entrée d'air, que l'on puisse manipuler jusqu'à ce que la gigantesque flamme de butane pur commence à se raccourcir, à devenir bleue, et élève la température à la pression.

... C'est un autre type de four, à bois. C'est intéressant et paradoxal. Tu le manies à partir de la sortie, et pas à partir de l'entrée comme on pourrait le supposer. Si tu augmentes beaucoup la sortie d'air, il aspire énormément si bien que tu as besoin d'un combustible de beaucoup de calories. La sortie d'air est telle que tu es envahi de fumées. C'est beaucoup d'entrée d'air, et l'air est instable, il y a de l'oxygène mais il y a également d'autres gaz. Si tu laisses beaucoup d'entrée, les autres gaz entrent aussi. Aucun d'eux n'est inflammable comme l'oxygène qui représente seulement 18 % de l'air. Le nitrogène (azote) et tous les autres gaz éteignent le feu. Il y a un point d'équation de combustion qui est juste, correct, mais pour ça, il faut réguler l'entrée d'air.

... Donc, tout le truc du four à céramique consiste à parvenir à une température ambiante la plus uniforme possible. En haut, en bas, sur le côté, de l'autre côté, au fond, devant, il faut faire en sorte que la chaleur soit distribuée de la même façon. Avec le métal et avec le verre, le principe est différent. Tu peux appliquer le feu directement. Ici, tu ne peux pas l'appliquer directement. Il faut arriver à une chaleur uniforme, par ambiance et non directe. Cela prend du temps. Les temps doivent être lents et bien maniés. Et en plus, il faut faire en sorte que la flamme ne touche pas l'objet. C'est pour cela que les grands fours ont une chambre de combustion et une chambre de cuisson. Elles sont distinctes. Des sortes de conduits partent de la chambre de combustion vers le bas, et jusqu'à la chambre de cuisson. Là, il y a un espace ouvert par où monte le feu pour entrer dans la chambre de cuisson. Il en fait tout le tour et sort par une cheminée qui part du bas, de nouveau... Ce sont des mètres et des mètres de feu ! Quand il fait tout le tour de la chambre de cuisson, il y crée une ambiance plus ou moins uniforme... Le feu passe par le bas, de la chambre de combustion jusqu'à l'espace de cuisson, il sort par le côté... il commence à grimper, touche la paroi d'en haut, descend de nouveau en cherchant la sortie qui est en bas. La sortie de la cheminée n'est pas en haut, mais en bas.

Q. : La flamme va jusque dans le tuyau (de la cheminée) ?

Et comment ! Et on la voit. On voit un tube de 3 mètres avec des flammes au-dessus... Regarde tout le chemin qu'elle a dû parcourir ! Tu te rappelles du four du Centre de Moreno ? Il s'agit d'un four à bois, très grand, qui peut travailler à 1.200°C. Les petites variations qu'il peut y avoir entre une cuisson et une autre ne sont pas données par la forme qui continue à être la même, ni par la quantité de bois qui en principe est la même,

mais par la qualité du bois. Par exemple, certains bois sont très résineux et produisent plus de température que les bois non résineux. Le diamètre de chaque bois entre aussi en jeu.

Q. : Et l'humidité du bois aussi, non ?

Le véritable thème, c'est la construction du four pour qu'il travaille par ambiance et non pas par feu direct. L'emplacement des pièces est important également. La conception de ce four que nous regardons maintenant est très bien. Le feu peut tourner. Il devrait tourner, sortir par l'autre côté, par le bas, et créer l'ambiance. Si ici, il a un tirage vers le haut, alors forcément, il tourne, mais en couvrant les objets, et finit par sortir par la cheminée. En couvrant les objets, la flamme va les toucher directement, et le feu direct est l'ennemi de la céramique. C'est bien, mais nous pouvons "affiner la pointe du crayon" : On pourrait essayer de monter à 1.000°C, et là, on arrête de l'alimenter, et on devrait arriver à ce que le feu ne touche pas directement les objets, et là oui, on peut le maintenir comme ambiance...

... Il ne faut pas monter plus haut en température à moins que tu ne veuilles faire de la céramique vitrifiée. Et là, les céramistes vont s'énerver. Cela ne va pas leur plaire. Les céramistes disent : « Les verriers font du verre, ils ne font pas de céramique. » Il y a une bagarre historique entre eux. Ils ne s'aiment pas. C'est intéressant la lutte corporative de ces gars-là.

(En relation aux fours à haute température industriels)

Tu as besoin de certains matériaux pour bien manier la chose. Regarde comme ils sont construits. Ce sont : des briques réfractaires creuses, pas complètement vides, elles ont un petit canal, chacune de ces briques permet que rentre une résistance électrique. Elles sont réfractaires : la chaleur est rejetée à partir de la brique vers le centre. Donc : un espace rempli de briques réfractaires avec des canaux où vont les résistances. À l'extérieur de la brique réfractaire : de la laine de verre. Pas très épaisse. Et en dehors, de l'acier inoxydable pour donner de la consistance. Et avec la résistance électrique, tu atteins uniformément 1.200°C à l'intérieur. Tu n'as ni ciment ni béton réfractaire, non, rien d'autre.

Q. : La résistance va vers l'intérieur ?

Par la face intérieure de la brique, celle qui est tournée vers le centre. Et rien de plus que ceci. Et après, tu as certains grands fours construits de la même façon avec des briques réfractaires cannelées où passent des résistances, tout est entouré de résistances : les deux parois latérales, celle du fond, et celle du plafond. Tout ceci a des résistances. Et à l'avant, non. Parce qu'à l'avant, c'est une porte. La porte est également couverte de laine de verre. La porte aussi a des briques réfractaires, mais sans canaux. Donc, la limite, c'est la porte ; tu augmentes la température ; tu régules avec un thermostat réglable et tu laisses le temps pour que cela monte à 500°C par exemple. À 550°C, cela déconnecte, 450°C, cela reconnecte, et cela se maintient comme ça dans cette moyenne de 500°C. Mais ce que nous sommes en train de voir, c'est l'aspect constructif de ceci. Simplement, brique réfractaire

avec canaux et résistances, et à l'extérieur, de la laine de verre. L'acier inoxydable n'a rien à voir avec le fonctionnement. Il est donc possible de faire tout avec de la brique réfractaire, de mettre de la laine de verre sur le côté vers l'extérieur, et mettre un chalumeau sur le côté. Ça peut faire un four formidable, rien d'autre que de la brique réfractaire et de la laine de verre.

Q. : Tout doit être bien entouré de briques, bien ajusté ?

Pour ce type de four dont nous venons de parler, dont a parlé Pancho R.T. À la base, tu mets de la brique isolante et tu fais passer le feu en-dessous de cette base. Tu as la brique isolante à la base et en-dessous tu as un canal par où passe le feu, et le feu ne va entrer que plus loin par le côté. Comme tu ne veux pas que la chaleur sorte par là, tu mets de la brique isolante non réfractaire, pour que la base reste plus ou moins froide. La chaleur n'entre que par le côté. On parle ici du cas dans lequel on utilise de la brique isolante, pour isoler le feu qui passe par en-dessous ; pour l'isoler de la base sur laquelle on va poser les objets.

Q. : Et à l'intérieur, ce même four, il a des briques réfractaires ?

Oui... sur les côtés, et tout, c'est réfractaire pour que cela restitue la chaleur. Ce sont comme des miroirs. Le réfractaire accomplit la fonction de faire revenir la vague de chaleur. La laine de verre n'est plus comme avant, d'asbeste* ou d'amiante qui était cancérigène, maintenant, c'est de la fibre de verre. C'est une merveille, cette petite laine de verre. Nous sommes en train de réduire au plus simple, et c'est ça l'élégance, comme dans les formules mathématiques. Quelque chose de plus simple, plus élégant. Moins il y a de choses, mieux c'est. Moins il y a de choses à contrôler, moins il y a de variables. S'il y a peu de variables, il est possible de savoir comment ça fonctionne. Tu peux perfectionner davantage s'il y a peu de variables. C'est ça l'idéal : un four qui soit le plus simple possible. Ceci peut donner beaucoup de satisfactions, mais il faut faire en sorte que la flamme ne touche pas l'objet, et voilà. Si tu as la bonne température, maintenant, tu fais en sorte que la flamme ne touche pas l'objet, et tu vas avoir un four formidable. Si tu mets un petit mur là, il y aura plus d'absorption de chaleur. Donc si tu mets beaucoup de céramique à l'intérieur, et que tu mets beaucoup de briques, à la fin, tu n'arrives pas à la température que tu veux parce que la paroi de brique l'absorbe... donc peu de briques là où donne le feu, à moins que tu ne veuilles délibérément faire un "coupe-feu."

Questions diverses sur le Raku...

... Tu mets la pièce dans un bidon, tu as complètement rempli ton bidon de sciure et tu la recouvres entièrement. Et le feu, dehors, au-dehors du caisson, à l'intérieur du four, mais au-dehors du caisson. Alors, dans le caisson, une combustion d'oxydo-réduction commence à se produire, sans oxygène, la pièce se réduit et commence à devenir noire et

* Substance minérale filamenteuse et incombustible.

si tu en casses un morceau, c'est noir à l'intérieur. Ce n'est pas une couche noircie, comme peinte : tout est noir. Les anciens font un trou dans le plancher, ils y mettent des pierres, les chauffent avec des branches et du bois, et augmentent ainsi la température. Alors ils mettent la sciure et les objets, et recouvrent le tout. Ils le laissent ainsi un jour ou deux. La sciure se consume par le fait de la température car il n'y a pas d'oxygène, elle se consume lentement. Lorsque tu mets cette sciure dans cette sorte de baignoire, il y a 600 ou 700°C ; Tu mets l'objet et ça continue à travailler quelques jours. Cette technique est née au Japon pendant la guerre civile des Shogun. À ce moment-là, il ne fallait pas faire trop de fumée sinon on les voyait, on les repérait, et on leur tombait dessus ; alors ils faisaient leurs trucs en se cachant.

On a pu récupérer dans des anciens bateaux qui avaient sombré, des récipients qui contenaient du vin, du miel, de l'huile et des olives. Ce sont des récipients en céramique, pas en terre cuite. Mais bien qu'avec de la terre cuite, on ne puisse pas obtenir de tels résultats, il peut y avoir des choses très intéressantes. Grâce à la terre cuite, tu vas te faire la main, tu vas apprendre à donner forme, et elle va avoir ses caractéristiques physiques que tu sauras distinguer quand tu la transformeras en céramique. Quand elle est cuite, un petit pas de plus : tu la mets de nouveau dans le four, tu augmentes encore la température et tu la transformes comme ça en céramique.

Parlons de la sécurité. Les bouteilles de gaz, loin des fours !... Avec un bon tuyau de gaz, assez long, trois à cinq mètres, loin. Pour la connexion, quand on ouvre le gaz, on met du savon avec une éponge et on regarde si ça fait des bulles. Avec du savon, pas une allumette ! "... Ci-gît Juan García, qui a voulu voir avec une allumette s'il y avait des fuites de gaz et... il y en avait !" Procurons-nous un tuyau un peu plus dur, comme ceux des spécialistes, de 5 mètres de long, et là on est en sécurité, mais en plus, on vérifie s'il n'y a pas de fuite avec le truc du savon. Parce que ce problème, quand on commence avec les fours... c'est très sérieux. La céramique c'est bien mais ensuite il y aura le verre et les métaux.

Du métal fondu tombe sur tes chaussures... (Il montre ses chaussures avec de l'aluminium fondu sur la semelle) Ils étaient en train de faire couler de l'aluminium, ils en ont fait tomber sur le sol, je suis entré, j'ai marché sur l'aluminium qui était par terre et il a adhéré à la chaussure en la brûlant. Pour les "coulages", il faudra verser le métal fondu du creuset dans une cuillère d'acier inoxydable recouverte de ciment réfractaire. De là, tu portes le métal fondu jusqu'au moule et tu le verses dans celui-ci. Creuset, cuillère et moule. Pour tout cela, il faudra utiliser les pinces (tenailles) adéquates.

... Pour en revenir à la céramique, rappelle-toi que tu rapportes cet élément presque de la préhistoire et que tu le mets en 2003 avec toute la vitesse et la précipitation de cette époque. Il y a là un "choc thermique" parce que la vitesse avec laquelle tu fonctionnes et la vitesse avec laquelle les matières cuisent, sont des choses bien différentes, il y a un vrai choc ici. Tu dois régler ta vitesse, on appelle cela "la patience", la régulation de la vitesse. Cela a à voir avec cette situation historique où ceci a été fait à une époque où les choses étaient lentes et en les transférant dans notre époque, il se produit ces collisions. Alors on veut obtenir des résultats rapides et tu forces le matériau. Le matériau n'admet pas ce truc

si rapide, il se brise, il se casse et tu ne sais pas à quoi c'est dû ; c'est à cause de ta vitesse, de ton temps, qui n'est pas le temps avec lequel travaillent ces choses. Le matériau a son temps de séchage et son temps de cuisson, il faut respecter la matière.

... Par rapport à la forge de récupération que vous avez obtenue, on a besoin d'une plaque perforée. Le feu, la chaleur, vont de la perforation en se dirigeant vers le haut, donc il n'y a pas de problème si c'est un peu fragile. Le feu va venir de la perforation vers le haut, le feu va toujours vers le haut, c'est pareil pour les tuyères* ; c'est à cette distance d'où sort le gaz. Alors, là on a tout : la "parabole" ; on met ensuite des briques réfractaires dans cette "parabole", et alors tu peux profiter de la chaleur nécessaire pour faire une forge qui va servir à fondre. Pour quoi tu veux tout ça ? Pour forger le fer peut-être ? Ça, ça a un goût de trop peu. Tu le veux pour fondre. Alors là, le ventilateur. Un petit ventilateur, pas cher, du genre de ceux qu'on utilise pour la fumée dans les cuisines, un extracteur. Cet extracteur, tu le mets à l'envers et il va t'apporter de l'air. Tout à l'inverse. À 1.200°C, on a du bronze fondu ! À 1.300°C, du fer fondu ! Alors : Comme il est de bonne taille, on fait un petit trou, on met les grilles et on commence ensuite à le doubler de briques réfractaires en lui donnant la forme. Sur la grille, tu poses le creuset et mets le coke♦. De toute façon, il y a toujours quelque chose qui coule et c'est pour cela que tu as le bac à cendres, là, en-dessous. Quand tu as fini le travail, tu l'ouvres et tu enlèves ce qui est à l'intérieur pour ne pas l'obstruer, parce que s'il est plein, l'air ne peut plus passer. Et voilà. Tu l'allumes et quand le coke commence à brûler, tu lui donnes un peu d'air en tirant la petite plaque de sortie du moteur. Un peu... et tu continues ensuite à augmenter l'entrée d'air et tout le coke commence à prendre jusqu'à ce que, à la fin, tu donnes tout l'air possible. Tu as placé le coke tout autour du centre le plus brûlant. Ce qui est à l'intérieur, à côté du creuset, est le plus chaud, alors tu l'approches... Et ce qui est plus près est plus chaud, alors tu le remplis (de coke) par les côtés et tu rapproches toujours du creuset le coke le plus chaud. Ainsi, en une demi-heure, tu fonds du fer. Évidemment que pour ça, tu dois avoir un creuset, et ça c'est un autre sujet. Certains creusets sont en carbure de silicium, ils vont jusqu'à 1.200°C. On a fait aussi des creusets de graphite qu'on a passé au rouge, on les a ensuite trempés dans l'eau et ils ont supporté le choc thermique. Bon matériel, apte à supporter 1.500°C.

... Pour le bronze, pour lui enlever les scories, tu jettes dedans du verre broyé et comme toutes les impuretés remontent à la surface, elles se collent au verre et toi, avec une petite cuillère, tu retires le verre qui a amalgamé toutes les impuretés. Et tu fais alors le coulage. Avec une grande cuillère. Si tu ne lui as pas donné assez de température, il refroidit et se durcit et tout est raté à cause des précipitations, par manque de patience. Il ne faut pas faire comme ça. En revanche, si tu lui donnes 200 ou 300°C de plus, alors tu as de la marge, tu peux même faire autre chose, tu peux te prendre un petit café. Il y a inertie. Tu ne peux pas être juste à la limite. Les limites sont toujours compliquées.

* Tube qui amène dans une forge l'air chassé par le soufflet.

♦ Charbon provenant de la carbonisation ou de la distillation de la houille.

... Il est difficile de répondre à ta question. Historiquement, on s'approchait des 1.600°C. Sauf les chinois. Les chinois utilisaient 6 chambres en cascade. L'air chaud sortait de la première chambre et était injecté dans la seconde. Là, il arrivait déjà chaud, mais un autre feu permettait d'élever encore la température, puis l'air sortait dans une troisième chambre, et ainsi de suite en étant toujours plus chaud. Et dans la 6^e, il y avait 2.000°C. C'est comme ça qu'ils faisaient la porcelaine. Il y a de la porcelaine de 2.000°C, si fine que tu vois à travers, comme si c'était du verre. Au fur et à mesure qu'ils montaient la température, ils mettaient des pièces différentes et à la fin, la céramique qui est ce qui avait besoin de davantage de température. Dans le premier four, ils mettaient les récipients et les objets qui cuisent à 800°C, dans le deuxième, les objets à 900°C, puis ceux à 1.000°C, etc. Et à la fin ils mettaient les objets de porcelaine. Ce sont eux qui sont arrivés à la plus haute température, avant les autres. Et ils alimentaient chaque four. À chaque four, ils ajoutaient plus de feu et alors ils en ajoutaient, ajoutaient, ajoutaient. Et l'air alimentait aussi... Le second four n'était pas alimenté par l'air qui venait de dehors. Il était nourri par l'air qui venait du premier four. Ça, c'est le tirage du premier four, celui qui est connecté avec le deuxième. Et attention, ce n'est pas seulement de l'air chaud qui venait du premier mais aussi le gaz de la combustion qui n'avait pas été complètement brûlé. Faisons l'expérience. Tu prends un papier journal et tu en fais un cornet, comme si tu allais y mettre une grande glace, un cornet. Faites-le tout de suite. Prenez un papier journal, faites un cornet, mettez-y le feu par le bas, mettez-y le feu et ça commence à brûler et du gaz commence à sortir. Il est brûlé, n'est-ce pas ? Non, il n'a pas brûlé complètement. Prenez une allumette, vous l'allumez là et elle s'enflamme. Cela veut dire que ce gaz peut être encore brûlé. De l'air chaud arrive au 2^e four, en plus du gaz chaud qui est brûlé encore une fois dans ce 2^e four. Et dans le 3^e four arrive aussi de l'air et du gaz qui n'a toujours pas fini de brûler et s'enflamme ici. Essayez de faire l'essai et vous allez voir comment une quantité de gaz se perd, gaz qui peut être brûlé par la suite. C'est le principe du turbo. Essayez ça : mettez le feu et vous allez voir. La porcelaine à cru ressemble à la céramique. C'est une sorte de glaise, de terre. De kaolin. Le kaolin de même que le feldspath, le quartz, le mica, sont des bases de ces sortes d'argile qui résistent à des températures très hautes. Le kaolin est une argile de hautes températures. Il a une composition riche en silicate d'aluminium. Il y a des silices différentes...

(Dans l'expérience suggérée, les flammes sortent du cornet de papier et on allume une allumette au-dessus et on observe comment le gaz s'enflamme)

... Pour les verres et les métaux, le travail va être très semblable. Pour le verre, c'est pareil que la céramique dans le sens où on travaille les deux avec le feu, mais en fait, ça va pas du tout être pareil, puisque pour la céramique, la forme doit être préparée au préalable, et pour le verre, on ne prépare pas la forme avant, on le fond d'abord. Et le verre fondu, on le verse dans le moule et là, il prend forme, ou bien on sort une bulle, on la souffle et on lui donne forme. Nous parlons de travailler sur le matériau à chaud. Alors que la céramique prend sa forme à froid. C'est seulement quand tu as tout préparé, tu lui appliques la chaleur et ça change ses caractéristiques physiques quand on passe de l'argile à la céramique. Donc les deux utilisent la température, mais le verre prend sa forme à chaud et

la céramique prend sa forme à froid. C'est en cela que le verre ressemble aux métaux, dans le sens où ils prennent forme à chaud. Tu prends le métal, tu le fonds et tu fais la coulée dans le moule. C'est en coulant le métal fondu dans le moule qu'il prend la forme du moule. Il prend forme là. En cela il ressemble au verre. Tu refroidis le métal et tout va bien. Tu refroidis très rapidement le verre et il se casse et en cela, il ressemble plus à la céramique qu'au métal. Pas dans la montée de la température mais dans la baisse. Si tu refroidis très rapidement la céramique, elle se casse et si tu refroidis très rapidement le verre, il se casse. En cela, ils sont semblables, dans la baisse de la température, dans les risques pendant la baisse de la température, le comportement de la céramique et le comportement du verre se ressemblent, ce n'est pas comme ça pour les métaux. Donc avec eux, tu vas trouver trois aspects, très variables, tu vas trouver des choses communes et des choses différentes. Le verre tempéré, c'est rien de plus qu'une variation de températures, il ne refroidit pas. Tu le baisses et ensuite tu le montes de nouveau. Tu es à mille degrés et ensuite tu le baisses à 800 et quand tu l'as maintenu pendant un certain temps à 800°C, là, tu le montes à nouveau à 1.000, et tu le tempères. Pour tremper le métal, tu le refroidis ou tu lui ajoutes d'autres substances. Par exemple des carbones. Si tu veux faire un acier trempé, tu peux le mettre par exemple dans de l'alcool. L'alcool a beaucoup de carbone et beaucoup d'hydrogène. Tu le mets dans l'alcool et tu le trempe. Avant, on le trempait avec les chrétiens. Beaucoup de carbone... avec la graisse des infidèles. Mais pas la peine qu'ils fassent les malins, parce que les chrétiens le faisaient aussi avec les musulmans, en jalonnant l'histoire universelle de cette infamie. L'huile trempe aussi. Et le plus élémentaire, c'est dans l'eau et dans la mesure du possible sale et boueuse. Le fer carboné se transforme en acier, l'acier de la plus basse qualité ; puis viennent ensuite le chrome vanadium, le chrome cadmium, des aciers formidables, il s'agit de l'acier industriel. Certains ont une plus grande flexibilité, d'autres une plus grande résistance ; certains supportent bien la pression et d'autres la traction, etc. Ce sont différentes caractéristiques qu'ils ont obtenues en ajoutant des éléments à différentes températures. L'industrie de l'acier est quelque chose de sérieux. Nous parlons, nous, du fer primitif qui était trempé avec des coups, de la chaleur, encore des coups, de la chaleur, de l'eau, de la chaleur, de l'huile, etc. Nous ne parlons pas des aciers industriels, des laminages. Les Japonais laminaient, prenaient la plaque et la frappaient jusqu'à ce qu'elles soient très fines et alors, encore chaude, ils la pliaient en deux et la frappaient à nouveau et faisaient comme ça des plaques superposées et ensuite, ils l'aplatissaient bien et ils obtenaient ainsi des plaques de différente qualité, les unes flexibles et les autres très dures. À la fin, le résultat était une feuille flexible et dure. Certaines étaient flexibles mais pas dures. D'autres sont très dures mais tu leur donnes un coup et elles se cassent, ce que se passait avec le bronze. Quand sont arrivés ceux qui fondaient déjà le fer, et qu'ils se battaient contre ceux qui avaient encore des armes en bronze, le bronze se cassait. Les autres arrivaient avec du fer, et leur pauvre bronze à eux se brisait. Fuyons ! C'était ridicule. C'était nul. Il leur fallait fuir en courant parce que leur bronze se cassait. Alors, ils sont passés de l'âge du bronze à l'âge du fer. Ceux du bronze avaient une civilisation supérieure, ils avaient une grande production, mais bien sûr, ils n'avaient pas encore produit le fer et ces autres primitifs de la zone où ils se trouvaient, n'avaient pas fondu le bronze. Ils fondaient le fer et de ce fait, ont vaincu ceux de la civilisation supérieure parce qu'ils avaient une technologie supérieure, et non

une civilisation supérieure. Bon, mais c'est déjà une discussion historique anthropologique qui pourrait s'appeler, "comment le plus petit gagne sur le plus grand dans certaines circonstances"... Mais que ceux du bronze ne fassent pas les malins parce qu'ils ont vaincu de la plus mauvaise manière ceux du cuivre. Et ceux du cuivre qu'ils ne fassent pas les malins non plus car eux ont écrasé ceux qui erraient encore pour chasser avec des bâtons et quelques os. Chacun allait battre l'autre. C'est l'art qu'on appelle : "l'art d'emmerder l'autre". Il s'appelle aussi : « l'art du "turutunguno", quand il ne reste rien, même pas un doigt ». Et ils y passaient tous. C'est pas possible avec ces gens ! Ça ne s'arrête jamais ! Tu vas faire un tour et ils te tombent dessus, ils t'envoient un truc à la figure. Ils ont toujours un prétexte pour t'envoyer des trucs à la figure. "Regarde, regarde !" Toi, tu regardes et ils t'envoient un truc à la figure. Mais c'est quoi ça ?

Ce n'est pas la nature des métaux. Non. Donc il faut s'intéresser aux matériaux, pas aux gens, parce que les gens créent toujours des problèmes. Ils créent toujours des problèmes, et avec eux tout est incalculable. Ils te réservent toujours des surprises, en revanche les matériaux ont plus ou moins des lois constantes, et après ils veulent le tromper avec les lois des personnes. Les lois des personnes ! Chacun fait les lois comme ça lui plaît. Les personnes sont le pire des matériaux, le plus imprévisible. Toi, tu dis : si nous mélangeons ça avec ça, ça donne ça, ça va. Si tu lui appliques telle température, il sort ceci. Tu mets une personne, il te sort quelque chose d'inattendu. Elles sont imprévisibles. En général, là où il y a de la vie, il y a des problèmes. Le comportement de la vie est erratique. Il n'y a pas de garanties avec la vie. Il peut te sortir n'importe quoi : un martien, un nain, n'importe quoi. Un microbe et c'est foutu. Tu t'attendais à un mammoth et un microbe vient t'emmerder et tu étais préparé pour te défendre contre les lions, avec les lances et un fléau arrive... la peste noire. La vie... elle est écologique, la vie ! Tu étais très tranquille dans un petit pâturage, en train de faire un pique-nique ; une fourmi arrive et te pique. Une abeille arrive et te piques l'œil. Et puis les moustiques...

...Nous devons éviter les problèmes en prenant certaines précautions pour ne pas faire exploser les bouteilles de gaz, ne pas prendre de l'acier dans les yeux, pour que les fours ne pètent pas... On peut prévoir beaucoup de choses. Alors, avec ces matériaux, avec la céramique, et avec les feux... Mais avant la céramique, avec la barbotine. La barbotine. Pour ce qui est de la barbotine, on fait des moules de plâtre car la barbotine ne fonctionne bien que dans le plâtre et pas dans les autres moules. Si tu le fais dans des moules en verre ou dans des moules d'autres matériaux, ça ne fonctionne pas bien tandis qu'avec le plâtre, tu le remplis de barbotine et le plâtre a la propriété d'absorber l'eau. Il absorbe l'eau et alors en peu de temps, en 5 minutes, tu la touches et elle commence à se durcir et quand elle commence à durcir, tu verses le trop plein et comme tu ne jettes pas tout, il te reste une petite couche. Tu la laisses sécher un peu et tu ouvres les deux tesselles et il te reste un petit contenant selon le moule que tu as utilisé. Tu le laisses sécher et tu le mets ensuite dans le four : c'est intéressant. C'est de la terre cuite. La barbotine. Et là tu peux beaucoup travailler. C'est très fin. Si tu attends plus de temps avant de verser le trop plein, elle est plus épaisse. Si tu attends trop de temps avant de verser le trop plein, il ne sort rien. Il faut avoir la main. C'est selon ce que tu vois, si tu veux lui donner plus ou moins d'épaisseur, tu la laisses plus ou moins longtemps, puis tu verses le trop plein.

VERRE.

Nous ne parlons pas ici de la maîtrise artistique. Le raku se fait en même temps que le travail de la céramique. Et bon, une fois que tu maîtrises plus ou moins cette technologie, il faudra passer au verre. Le verre, tu ne le fabriques pas d'entrée, tu te procures d'abord le verre d'une vitre de fenêtre, du verre cassé... prends la fenêtre d'un voisin, tu vas, tu jettes une pierre, tu prends un morceau, t'amènes le morceau de verre de cette fenêtre, tu le moules bien, tu l'enveloppes dans un chiffon, et tu tapes et tu tapes, jusqu'à le réduire en poudre... Un moule de plâtre bien sec et suffisamment gros et consistant, ça peut suffire pour faire une coulée de verre pour un petit objet. Nous ne parlons pas de grandes choses. Pour des grandes choses, on doit recouvrir le plâtre d'une laine de verre mélangée avec le plâtre, c'est une cochonnerie, ça lui donne de la consistance ; ensuite tu le couvres avec du fil de fer, de la maille, du tissu et ensuite tu tapes à nouveau, et à la fin c'est tout un binz énorme pour finalement faire un petit objet, et en plus, si tu coules beaucoup de matériel, tu casses tout.

Lors du refroidissement, le verre se contracte. Tu fais toute cette opération tranquillement, pas à pas, et à la fin, ça se casse, "crack-crack" et finalement, tout finit en morceaux. Quand tu arrives à 400°C "crack". Mieux vaut le laisser dans le four et baisser la température mais lentement, veiller surtout aux 500 et 400°, quand tu arrives à 350°C, tu peux alors le sortir à l'air. Entre 400 et 500 °, tu le casserais complètement. Tu peux faire les expériences suivantes : tu fais la première figurine de verre et tu la laisses exposée aux intempéries et tu vois comment ça fait "crack" ; on fait ces démonstrations à Prague, à Murano, dans différents endroits, ils font des petits chevaux, ils te les montrent et ils font "crack", ils se cassent lorsqu'ils arrivent à 400°. Je ne t'explique même pas si quelqu'un laisse une porte ouverte... "Fermez cette porte !...". Ces courants d'air te cassent tout, alors on utilise parfois de la vermiculite, un récipient quelconque plein de vermiculite, de sable, ou de perlite ; tu as l'objet en verre encore chauffé au rouge et tu fais un petit creux, tu le mets là et tu le recouvres complètement ; alors la température baisse lentement. Le truc de la perlite, c'est bien utile, le sable pourrait servir mais la perlite sert à faire baisser la température sans avoir besoin de le mettre dans un four. Il évite la cassure. Le problème avec le verre, c'est la baisse de la température, c'est critique, c'est le grand problème. Pas la montée, mais la diminution. Alors avec le verre, tu fais tous ces moules, plusieurs choses jusqu'à ce que tu obtiennes un certain matériel réfractaire qui est très bon pour faire des moules. Mais jusqu'à ce que tu saches faire ce matériel réfractaire, le mieux c'est d'essayer avec le plâtre, avec les démoulants et que tu passes à ce qu'ils appellent le "plâtre de dentiste" qui, curieusement, contient de tout sauf du plâtre. C'est ce qu'utilisent les mécaniciens dentaires pour faire les moules. Ces matériaux sont des composés d'à peu près 7 éléments. Ils sont très bons. Avec cela, les mécaniciens dentaires fondent du chrome et du cadmium et aussi du platine qu'il faut monter à 1.700°. Les amis, nous parlons de températures importantes. 1.700°, ça c'est du moule ! Ce n'est pas du plâtre qui se casse à 1.000°. On peut aussi utiliser du graphite pour les moules. Et si on les réchauffe, ça empêche qu'une différence thermique gênante se produise. Mais quand tu commences à mettre certains métaux dans le plâtre qui a beaucoup de soufre, que se passe-t-il ? Il se

passé que, lorsque tu y mets le fer, il élimine le sulfure qui a beaucoup de gaz et alors des bulles s'échappent. Tu dis alors : « Ah, c'est parce que le plâtre est humide. » Tu lui mets du fer et tu fais du sulfure de fer. Le sulfure de fer, c'est un producteur de gaz énorme, tout se remplit entièrement de bulles et tu es toujours persuadé qu'il s'est rempli de bulles parce que le moule était humide. Il n'était pas humide, c'est le soufre du plâtre. Alors, tu ne peux pas travailler avec ces métaux qui forment du sulfure avec le plâtre mais avec le verre, si. C'est pour cela que, pour les métaux, tu dois chercher d'autres moules qui ne sont à base de plâtre.

Mais le plâtre va te servir aussi pour la barbotine, ça va te servir pour les substances froides, pour la barbotine et pour le verre. Jusqu'à un certain point, mais au-delà, le plâtre ne va pas te servir. Le plâtre arrive jusque là. Il est évident qu'il y a beaucoup de trucs qui peuvent absorber ces gaz. Comme l'escarbille* de charbon végétal, si tu le mélanges à 3 % avec du plâtre, lorsque les gaz se forment, cela permet qu'ils se combinent avec le carbone de l'escarbille des végétaux, alors le gaz ne sort pas. Cette escarbille est aussi utilisée dans les moules de sable. On met 3-4 % d'escarbille et ça absorbe le gaz, qui, sans cela, formerait des bulles dans le métal. Et le truc de l'humidité est relatif. Parce que dans les métaux, si nous parlons de métaux lourds, le fer par exemple, les moules doivent être très secs, les moules de sable pour verser les choses doivent être très comprimés pour qu'ils ne se cassent pas. Rapidement apparaît une technique et un moule très ancien, le moule "en vert", non pas vert parce qu'il est de couleur verte mais parce que les choses vertes n'ont pas terminé de mûrir, ce sont des moules humides. Et dans ce moule humide, ils mettent du fer fondu... Supposons que nous versions un certain matériel fondu dans une chose humide, l'eau va bouillonner jusqu'à casser le moule. Et qu'est-ce t'en dis du moule en vert ? Il ne bouillonne pas. Tu dois donc réviser tes hypothèses. Tu lui verses du métal et il en sort une pièce magnifique. Dans d'autres cas, tu verses du métal dans un moule humide et ça fait des bulles... Tu peux essayer avec des métaux de basse température de fusion. Peltre : 400°, tu le verses sur du plâtre humide ou tout autre chose humide et il en sort un truc terrible, plein de bulles. Ce sont peu de degrés de température. Qu'est-ce que tu crois avec le fer ? À la même température, l'eau à la surface, qui est plus proche du métal qui arrive, le métal fondu la dissipe et il reste seulement l'humidité sur le côté, et là, il reste peu d'humidité mais c'est par excès de température. Quand la température est plus faible, les bulles sont terribles parce qu'elles n'arrivent pas à s'évaporer. Le moule en vert est une très bonne et très ancienne invention mais pour les métaux de haut degré de fusion. Quand on parle du verre de fenêtre et des bouteilles de bière et de différents types de verres, on peut parler de moules et de différents types de moules, nous ne parlons pas de souffler, nous parlons de couler dans les moules. Quand tu auras terminé de travailler avec tout ça, on passera à faire le verre. Tu dois faire appel ici à différentes formules pour faire du verre. Tu le prépares avec des petites poudres, ces poudres sont des silicates, des sables et certains sels. Il y avait un lac en Égypte qui était appelé le lac "Natron", de là sort le Natrium, le sodium, dont la désignation chimique est "Na". Ce lac contenait un sel qui était extrait en grandes quantités, ils le chargeaient sur leurs chameaux et ils l'apportaient jusqu'à la capitale égyptienne ou jusqu'à Héliopolis ou encore ailleurs, où vivaient les

*Escarbille : Fragment de houille incomplètement brûlé.

"rasés", ceux qui s'occupaient de l'administration et qui étaient la caste sacerdotale. Ils leur amenaient de grandes quantités de Natron comme paiement ou comme hommage. Avec le Natron, ils maniaient la production du verre, ils avaient les artisans pour cela et aussi les artisans préparateurs et embaumeurs de corps qui commençaient leur tâche en éviscérant le cadavre et en le déshydratant avec le Natron. Avec ce sel, ils faisaient énormément de choses. Ce n'était pas le même sel que celui de la mer, chlorure de sodium et beaucoup d'autres éléments marins que le natron, aussi NaCl (chlorure de sodium) avec d'autres éléments et il en sortait quelque chose de très bien pour le mélanger avec les silicates de sable, pour faire du verre. Alors, les céramiques qui ont comme élément de composition une terre riche en silicates et d'autres substances y compris certains autres éléments organiques, parfois ils leur donnaient forme pour en faire une boue consistante et plastique, mais cette terre ne pouvait pas être utilisée pour faire du verre, parce que la condition de celui-ci est qu'il n'y ait pas de substances organiques, pas de substances glaiseuses, argileuses mais du sable pur, disons, riche en silicates sous forme de petits cristaux. Avec ces sels, avec du carbonate de calcium... L'ensemble s'oppose au type de terre utilisé pour la céramique. Alors, rien de plus approprié que le sable du désert pour le verre. Sans matériel organique, racines ou plantes. Sable du désert, silicate pur. Ainsi dans le désert et en cherchant ces substances, le Natron, avec ces éléments, ils produisent le verre ; puis en allant vers le Nil, sur le bord des rivières, ils prennent la glaise et là en effet, ils produisent la céramique. Céramique par ci, verre par là et les prêtres rasés faisant des affaires. Tout bien jusqu'à ce qu'arrive Akhenaton... Mais évidemment, par la suite, les "rasés" sont revenus à la charge. Donc, nous parlions du verre : de l'argile pour la céramique, mais pour le verre, du sable. Pour le verre le plus primitif, tu mets du borax pour baisser le point de fusion et produire le verre, mais un verre de maigre qualité, boraté. Qui ne va pas être transparent. Mais c'est du verre en fin de compte. On le fait et on est émerveillé de ce que l'on a fait. C'est comme un bébé qu'on regarde pendant des heures. Avec le borax, tu peux le faire à 800°. Tu arrives à faire du verre à 800 ou 900°. C'est déjà une belle réalisation. Ce verre se fait toujours par chaleur directe, non par ambiance. Ce n'est pas comme la céramique. Tu n'as pas besoin de surveiller la montée de température comme dans la céramique, mais tu dois réfléchir comment baisser la température. Ceci se fait dans un moufle*, c'est parfait pour cela. Ni dans le four ni dans la forge, mais dans le moufle. Ensuite, il faut résoudre la diminution de la température, il faut la baisser tout doucement car si on la baisse très rapidement, tout se casse. Le moufle doit avoir un très bon isolement car sinon, la température baisse très rapidement et ça se casse. Mais si on isole bien le moufle, la température baisse en plusieurs heures, et à 300-400°, ça y est... On utilise aussi des moules en bois qui ont été mouillés, ils sont très humides, très durs, on les ouvre en deux, on prend la boule et on la serre dedans. De la fumée et d'autres choses s'échappent. Le bois, on le met dans l'eau et lorsqu'il est bien mouillé, bien humide, on presse la boule à l'intérieur. Il en sort de la vapeur. Tu serres et c'est comme ça que tu lui donnes forme. Tu dois ensuite veiller à comment baisser la température. Pour souffler le verre, tu dois avoir un verre "qui court", comme ils disent, "qui court". Tu dois te faire une cane, un tube, bien souffler, ensuite le mettre dans le

* (Nom masculin) Récipient de terre servant à soumettre un corps à l'action du feu sans que la flamme le touche.

creuset ; prendre une boule de taille moyenne et en profitant de la gravité, tu la tournes et il se forme une boule bien ronde. Tu souffles ; ça se gonfle et la sphère se forme. Ou bien tu prends des pinces, tu tires d'un côté et de l'autre et tu donnes la forme. Attention au mélange des verres avec différents points de fusion parce que l'ensemble ne se lie pas bien. Ça doit toujours être le même type de verre.

Ils disposent des petits bouts de verre jaunes, verts, rouges... déjà préparés, ils prennent la boule, ils la chauffent et ils y collent ces éclats de verre. Ce doit être du verre de même point de fusion et ce doit être le même verre. C'est le même verre avec différents types de colorations. C'est un principe qu'il faut respecter. Peut-être par hasard, tu peux arriver à unir deux types différents de verres mais ce n'est pas le principe. Ceci était un secret très bien gardé dans le travail avec le verre...

Vers 1780, a eu lieu le dernier jugement secret pour supprimer ceux qui avaient transgressé le secret industriel. Il s'agissait d'espèces d'espions atomiques qui se sont échappés de Murano vers l'Autriche, en emportant les secrets. Le Doge s'est réuni avec son Conseil vénitien ; ils ont fait un jugement secret en l'absence des deux fugitifs et les ont condamnés à mort. Les individus étaient déjà en Autriche mais le Doge avait le bras long... et grâce à ses sicaires, les a fait attraper là-bas et une nuit ils ont été exécutés dans le plus pur style. En deux jours, ils les avaient liquidés. Les sicaires sont revenus, ont reçu leur récompense et voilà. Le secret a été bien gardé. En ce qui concerne la couleur du verre, il y a tout un folklore, un ensemble de légendes. Par exemple, le rouge sang est l'une des préférées de ces histoires. Le bleu non, avec de l'oxyde de cobalt et c'est tout. Par contre, le rouge sang, il faut connaître les secrets du métier pour le produire. Pour certaines terres de couleur, tu dois en mettre d'abord certaines et seulement ensuite d'autres. Si tu les mets à l'inverse, ça va te donner une autre couleur. Il y a un ordre à respecter. Non seulement les proportions, mais si tu ne suis par l'ordre, ça va sortir rosé ou jaune. Ce sont six ou sept variables mais la clé de la formule, c'est l'ordre. La différence entre le verre et le cristal, c'est qu'il est beaucoup plus fin, plus sonore. La sonorité du cristal est typique. La sonorité du cristal n'est pas la même que la sonorité du verre de bouteille. Une petite coupe de champagne bien travaillée, c'est quelque chose. Certaines avec plus de liquide, d'autres avec moins de liquide, tu peux faire toute la gamme do, ré, mi... Nous avons tous ces thèmes dans nos archives et ils sont à disposition. Et les teintures (couleurs), beaucoup de teintures sont à disposition. Pour le rouge sang par contre, on n'a pas la formule. C'est intéressant de faire le verre primitif, le verre premier. La formule de Murano (que les maîtres de Murano ont donnée à nos amis italiens), a la vertu de produire un verre translucide. Sur la base d'un translucide, tu peux faire une coloration mais pas avec un verre qui sort déjà en couleur, tu ne peux pas en faire un autre ton de couleur ; il faut partir du verre translucide et au translucide, tu lui donnes différentes colorations. Donc, avec la formule de Murano, tu obtiens un verre translucide, première condition intéressante, qui te permet de là, de passer à autre chose. C'est une condition importante. Si tu travailles le verre translucide, tu peux tout voir d'un bout à l'autre. C'est un verre sans bulles et qui "court" bien dans le soufflé. Nous savons que les bulles vont à la surface et tu dois les y amener avec une certaine température. Comme avec les métaux, tu jettes du verre pour que les scories et les impuretés s'y collent, c'est

comme ça que tu enlèves les scories du bronze, tu enlèves tout. Dans le cas du verre, il y a quelques siècles, on utilisait la pomme de terre. Tu prends la pomme de terre, tu la jettes et il n'y a plus de bulles. La pomme de terre est calcinée ; dans ce verre, elle est totalement brûlée, mais elle agglutine les bulles, et les absorbe. Tu peux passer des années à essayer d'enlever les bulles en essayant d'autres systèmes, mais avec un truc aussi simple que celui de la pomme de terre, tu produis un truc intéressant. Il y a maintenant des substances chimiques qui remplacent l'amidon de la pomme de terre. Mais on a besoin d'une certaine température pour que les bulles montent à la surface et quand elles sont à la surface, la pomme de terre s'en charge, mais tu dois les amener à la surface, tout se mélange là, la pomme de terre va absorber une partie et le reste va rester. Il faut monter plus haut que la température de fusion. Tu arrives alors à la température de fusion et tu continues à augmenter la température pour que les bulles aillent à la surface. Tu mets la pomme de terre qui se carbonise et tu ramasses avec une petite cuillère la pomme de terre carbonisée, les bulles et tout le reste. Alors, quand les bulles vont à la surface, tu as besoin de quelque chose qui serve d'agglutinant, comme le verre dans le cas du bronze. Les "résidus" que tu es en train d'attraper sont les bulles, ce sont les scories du verre. Nous disions que la formule de Murano a deux propriétés : tu obtiens un verre translucide que tu peux faire virer à d'autres couleurs, ceci est très remarquable et par ailleurs, tu as un verre qui coule, qui court... parce qu'il y a des verres qui ne coulent pas et sont comme de la gelée. Par contre, ce verre qui coule a une densité qui te permet de le cueillir et de le travailler. Quand on le souffle, il se présente très élastique, l'élasticité de ce verre n'est pas l'élasticité d'autres verres. Prend un verre de bouteille et tu verras... un truc dégoûtant... tu le souffles et il te sort par les oreilles. Je recommande de travailler avec la formule de Murano. Quand on aura fait tout ça, on peut voir comment lui donner de la couleur à ce verre. Tu as les petits pots, avec les oxydes, alors tu sorts la boule, tu la souffles, tu la passes légèrement dans le pot et voilà la première teinte brute. Quand tout est au point "caramélisé", tu la mets sur un pot et tu tournes. Tu la barbouilles à certains points et là ça prend de la couleur, mais ça ne reste pas à la surface, tu dois l'amener de nouveau à une certaine température, ça touche la particule de l'oxyde et il se diffuse. Ces teintures se font par diffusion des molécules de l'oxyde. Il se diffuse dans les molécules du verre. Verre et oxyde et verre et oxyde et verre, se diffusent. Ça, c'est la coloration du verre. Par diffusion et non par teinture. Pas comme cette chose monstrueuse des faux vitraux que l'on trouve peints avec de l'émail, c'est une chose inadmissible. La coloration que nous mentionnons transforme le verre et celui-ci prend cette couleur. Si tu casses ce verre, il est coloré partout. Dehors et dedans, partout. Dans toutes les interstices, comme le raku. Tu le casses et il est noir partout. La coloration du verre est une chose très magique. Ils appelaient ça : "poudre de projection". Avec une petite chose en contact, tout était coloré et eux en étaient stupéfaits. Et alors quel que soit l'endroit où tu le cassais, il était le même. Alors ils le prenaient, le réduisaient en poudre, faisaient un autre verre et le coloraient à nouveau, à partir de celui-ci, ils en faisaient un autre morceau. Ils le projetaient. Ce n'était pas un verre teint, c'était un verre bizarre. Ensuite avec celui-ci, t'en prenais encore un peu et tu faisais autre chose encore avec et c'est ainsi qu'ils confirmaient le phénomène. Et un autre et un autre, et ça ne s'arrêtait plus. C'est comme cela que la légende a dit que c'était une poudre de projection.

Le peltre, c'est déjà un alliage, mais que tu peux manier à 400° de température, à la différence des 232° de l'étain et des 327° du plomb. Déjà à 400° de température, c'est-à-dire avec une gazinière de cuisine, tu poses une marmite sur la flamme, tu y mets l'étain, le plomb, et le zinc, et à 400° tu fais du peltre. Ensuite, de là, tu passes à l'aluminium mais la gazinière ne va déjà plus te suffire car il faut monter à 700° pour fondre l'aluminium, c'est donc plus problématique, ça ne se fait plus dans la cuisine. L'aluminium reproduit très mal. C'est un élément désagréable. Il est bon pour un encadrement de fenêtre, pour du papier d'aluminium, bon pour faire une paella exceptionnelle, l'aile d'un avion léger avec des rivets partout... Le plomb, par contre, est intéressant pour beaucoup de choses. De même que l'étain. Et maintenant voilà le cuivre, 1.000° et d'autres alliages. 1.200°, le bronze. Le peltre ne reproduit pas bien, mais se travaille très bien. Dans le peltre, il y a de grands maîtres, les Boliviens sont des maîtres du peltre. Eh, bien sûr, les mines d'étain... et ce Patiño qui a monopolisé les mines d'étain et s'est barré en Europe. L'argent aussi, qui fond à 900°C, c'est-à-dire avant le cuivre, mais le bronze copie merveilleusement bien. Et le bronze se travaille très bien. Le bronze de canon est un bronze riche en plomb et de grande élasticité qui permet donc les chocs ; par exemple, avec un canon, tu tires une fois, tu le charges de poudre et tout ce qui s'ensuit, et à la prochaine explosion, s'il n'y a pas assez de plomb, le canon se brise. Par exemple, les russes fabriquèrent le canon le plus grand du monde, un canon qui est encore sur la place Rouge, cassé en deux. Ils voulaient l'utiliser contre Napoléon, et au premier coup, il s'est brisé... Un terrible frimeur. Il n'est pas question que le bronze soit dur comme celui du clairon, qui est un bronze très dur, peu élastique. Il y a aussi le bronze de cloche qui a la forme du diapason nécessaire pour mouvoir l'onde de l'air, d'une certaine manière, et qui donne un son très particulier. Il a une consistance et une dureté, avec peu de plomb. C'est pour ça que, attention, il y a différents alliages. Parfois, dans le même alliage, il y a différentes proportions... Ainsi donc, pour le bronze, il faut monter à 1.200°. Avec la forge, le moufle, mais pas au four. Feu direct. Et à 1.300°C, on passe au fer de fonderie, qui n'est pas celui dit "acier". Pour lui, c'est à 1.500° C. À 1.300° C, un peu plus que pour le bronze, tu obtiens déjà du fer fondu, mais c'est un fer cassant. Les grilles comme celles qui protègent les maisons, et tout ça, c'est du fer de fonderie. Tu y vas avec une barre de torsion et tu plies la grille. Elle tombe, mais personne ne fait ça ! Imagine-toi, te balader avec une barre qui détruit les grilles des maisons ! Mais tu pourrais car c'est du fer de fonderie et il est cassable.

Nous, nous fondons le fer ; tu vas dans les "déchetteries" comme certains appellent ces décharges et ferralleries qui sont remplies de vieilleries, de ferraille, et tu achètes à très bas prix des morceaux de grille, tu les cognes et les casses, tu les mets dans un creuset et c'est prêt. Pour te montrer comme c'est fragile ! Mais ce fer, tu le mets dans des moules, et ensuite tu peux le travailler en le perçant, tu peux le souder, exécuter de belles réalisations, mais tu ne peux le chauffer à la forge pour le pousser plus loin, car il se casse. Ce fer ne supporte pas les coups, il ne sert pas à faire des travaux de forge. Et bien avant de travailler le fer, il faut l'extraire correctement (de manière décente) de la terre. Il faut aller dans la montagne pour trouver la sidérite. Certains minéraux riches en fer. Lorsque tu trouves des morceaux de ces minerais, tu les mets dans un creuset, tu les montes à la bonne température, et le mélange qui en résulte est comme du magma volcanique, il va se

purifier plus ou moins, il contient une grande quantité d'impuretés, de quartz, d'aluminium, le tout mélangé, et tout ça étant fondu, tu le remues, tu le regardes, et si tu es intelligent et imaginaire, cela t'évoque des choses. Ensuite, tu commences à séparer les morceaux de quartz, les grains bizarres qui ont fondu, tu extrais ces 40 % qui peuvent contenir du fer, ça dépend du pourcentage, la sidérite des zones montagneuses environnantes en contient entre 40 et 50 %, imagine alors que pour 100 kg, tu as 50 kg de fer. Là oui, c'est un vrai plaisir de pouvoir le travailler et le séparer. Tu le sépares et maintenant il réagit à l'aimant. Ce fer que tu as obtenu, il faut encore le travailler et le purifier davantage mais il commence à réagir au magnétisme. C'est un beau fer, tu peux réaliser des choses avec ; de petites réalisations, mais tu commences par le purifier. La sidérite, tu peux la reconnaître avec un peu d'acide chlorhydrique qui lui fait produire de petites bulles ; elle a une certaine couleur brun noir. Il s'agit de morceaux de roches que tu dois ensuite bien moulinier pour les mettre dans un creuset.

Bon, on en revient donc au thème des creusets : il faut faire deux types de creusets. Les uns légers pour basse température, les autres plus lourds pour une température élevée. Ceux-là sont en graphite. La question, c'est comment tu vas travailler le graphite en poudre : calibre 200, pas d'autres calibres. Il te faut un liant pour le graphite, sinon il ne s'agglomère pas. Tu as besoin de ça pour faire un moule que tu laisses sécher, et c'est tout un procédé. Dans des notes qui circulent déjà, vous verrez comment on fabrique un creuset de graphite. Tu fais un moule en acier inoxydable, tu le laisses sécher et il prend la forme caractéristique. Cette préparation se fait à froid ; tu peux la faire au tour, en agrandissant l'orifice, et tu lui donnes forme sans te préoccuper de ce que disent les savants au sujet des énormes pressions que tu es censé imprimer pour que le creuset soit efficace. C'est ce qu'ils disent, parce qu'ils sont les seuls à avoir des machines à haute pression. Avec le tour de main et un peu de permanence et de patience, ça marche très bien. L'expérience te sera utile quand tu te demanderas si le creuset au rouge cerise doit être plongé dans l'eau pour résister au choc thermique. Bien sûr, ils doivent être bien secs, comme si c'était de la céramique. De la température ambiante, tu les montes à 400°, et de là, tu baisses. Nous sommes à 0, et de nouveau tu montes à 600°. Tu baisses, et tu laisses refroidir. Cela s'appelle "le séchage du creuset". On le sèche, comme s'il s'agissait d'une pipe. Puis tu atteins les 800°, et tu gardes une température constante durant 5 à 6 h environ, puis tu montes à 1.000°. Là, c'est bien préparé. Alors, tu mets à l'intérieur et à l'extérieur quelques poignées de certaines substances, par exemple du silicate de sodium en gel, dehors et dedans, et tu mets à nouveau au four à 1.200°. Il se vitrifie alors dehors et dedans, et il reste vitrifié et brillant, ce qui atteste qu'il est protégé. Immédiatement, tu mets le bronze ou/et d'autres choses, et tu verras avec le temps que les parois du creuset vont s'amincir jusqu'à ce que, à la toute fin, tu ne puisses plus l'utiliser. Les creusets bien conçus sont très nobles, mais leurs parois finissent par être tellement minces que le moindre petit coup les brise. Et chaque fonte emporte un morceau. Quand tu parviens à 800°, tu marques un arrêt (plateau de température) et, de là, tu montes à 1.000°. Puis tu baisses et commences à travailler avec les poignées de silicagel, pour qu'il se vitrifie bien dedans et dehors, qu'il reste brillant. Ça, c'est le creuset de graphite, celui qui nous intéresse pour travailler le bronze, pour le fer, pour les forges, pour les fours, pour tout ce qu'on veut.

Le creuset en carbure de silicium est adéquat pour le verre parce qu'il ne le salit pas comme le graphite.

À chaque fois que tu fais une fonte, il faut ensuite vider le creuset complètement. Quand tu travailles avec le bronze, le creuset ne doit servir qu'au bronze ; même chose quand tu travailles le fer, car si tu commences à faire des mélanges, alors des alliages se font et tu ne peux plus savoir ce qui se passe. Il reste toujours des résidus dans un creuset. Et si tu veux obtenir du verre, ne l'utilise que pour ça. Il faut avoir une bonne quantité de creusets, grands, petits, généreux. Pas victoriens, mais généreux. Travaillez en étant large. Alors bien sûr, vous pouvez déjà vous exercer avec le thème des fours, mais ils sont en relation directe avec le thème des creusets et celui des matériaux à chaud que sont les céramiques, les verres et les métaux. Et là, tu vas avoir un problème avec les moules, car à chaque chose correspond un moule différent. C'est tout un truc de faire les moules pour le verre et ceux pour le métal. Tu en arrives à la conclusion que tout rate tout le temps. C'est très intéressant. Par exemple, les anciens qui travaillent dans les fonderies ont un pourcentage prévu de moules nécessaires pour produire une pièce. Ils utilisent 5 moules identiques, et font la coulée dans les 5 moules, 3 sortent bien et 2 mal. Pour les coulées, on travaille toujours avec 5 moules, sachant que 3 seront mauvais et 2 bons. C'est un bon pourcentage, c'est vrai. Si sur les 5, tu en as 5 de ratés, c'est un mauvais pourcentage. Ces vieux fondeurs le savent. Et ils s'en tiennent à ça. Et il n'y a aucun problème, ils l'assument et savent qu'il y a des pertes. Si on arrive avec quelque chose de misérable et excessivement modeste, tout échouera.

Il faut aussi avoir des forges, des moufles et des fours de forme parfaite, pour que tout aille bien, mais il me semble que l'une des choses les plus instables, les plus compliquées, c'est le verre. Il capte les moindres variations du milieu, car si tu le mets dans un environnement où tu as cuit par exemple la céramique et l'émail, et que dans cet environnement, tu mettes du verre dans un creuset, le verre sortira coloré, car l'émail s'est imprégné dans l'ambiance, sur les parois du four, et quand tu le chauffes à nouveau, le verre l'absorbe. Le verre est un problème. Tu ne peux utiliser des fours que tu as déjà utilisés pour autre chose que le verre. Le verre est exclusif, il exige la perfection.

Au Néolithique, on faisait des récipients et des ustensiles avec de l'os, du bois dur et de la pierre. Ensuite commence le travail avec les métaux, sur lesquels on tapait, que l'on frappait avec des os, avec des massues de pierre ; ainsi se travaillaient les métaux, les plaques de métaux. Des productions fantastiques, car la notion artistique et la capacité de création étaient en grande forme. De merveilleuses productions, sans être parvenu à fondre les métaux.

Après, c'est déjà une autre étape.

Sur l'invitation de quelqu'un, el Negro se lève pour regarder comment le feu tourne dans le four appelé "derviche".

Thème de sécurité

Il y a d'autres travaux comme les travaux avec le plomb et les travaux avec le mercure, qui sont extrêmement dangereux, parce que le mercure ne sent rien et qu'il attaque directement le système nerveux. Heureusement, ici ça n'arrive pas. Parfois, tu travailles

avec le fer et il y a alors une très forte odeur de soufre, parfois, tu mets le charbon dans la forge et arrive un soufre terrible parce que le charbon est un dérivé du pétrole et contient de nombreux sulfures. Donc, tu mets du charbon, et ça sent le soufre. Mais le soufre, les sulfureux t'attaquent les poumons, te font tousser. Mais à petite échelle et à faible concentration, ce n'est pas grave. Et toi, tu fais tes trucs en faisant attention à cette odeur de soufre parce qu'elle paraît très toxique, mais elle n'est pas si toxique. En revanche, le plomb produit des effets toxiques et le mercure ne sent rien mais est très neurotoxique. Dans ces travaux dont nous parlons, heureusement, il n'y a pas ces dangers supplémentaires. Ceux qui travaillent avec ce type de choses ont des dangers en plus à cause de la toxicité des métaux avec lesquels ils travaillent. Ils ont donc besoin de hotte, d'extracteurs d'air, tout ce type de choses. Ce sont les fous de laboratoire, ceux qui ont ces problèmes. Mais ici, non. Ici, il faut se protéger des brûlures et des explosions, que n'explorent pas les bouteilles de gaz, mais pas tant de la toxicité. Ce n'est pas si grave.

Les thèmes ainsi posés, et avec une révision un peu historique des procédés, en passant d'une chose à l'autre, je crois qu'on ne doit pas prétendre obtenir d'objet artistique. Bien sûr, ça, ça peut venir par la suite du moins pour les gens qui auraient la patte pour cela. L'objectif n'est pas tant de produire de beaux objets de différents matériaux que de voir simplement comme on manie cela. Que se passe-t-il avec les fours, qu'est-ce qui se passe avec les matériaux, qu'est-ce qui se passe avec les matériaux chauds différents de toute la gamme des choses réalisées à froid, et que se passe-t-il dans ces trois grandes variétés de la céramique, du verre et des métaux ? Voir comment tout cela est possible. Mais sans la prétention de faire de grandes productions. Faire plutôt des essais. Même si on essaie toujours de faire quelque chose de beau.

Quand on commence à faire la coupole de son four, c'est très différent de comment ils faisaient au début. C'est l'inverse. Tu pars d'un trou mais ensuite, quand tu veux conserver le feu ? Comment vas-tu le garder dans la terre ? Et comment vas-tu le transporter quand il pleut et que le vent souffle violemment ? À moins que tu ne l'aies dans ta grotte, car à ce moment-là, tu l'as protégé car la grotte te sert de parapluie.

Quelques anthropologues, comme ils n'ont jamais fait de feu, à part avec des allumettes, ont cru que le feu avait d'abord été produit puis qu'on avait appris plus tard à le conserver. Eh bien non, ce n'est pas comme ça. On l'a d'abord conservé et, ensuite, on l'a produit. Évidemment, car le feu était déjà dans la nature. La question était comment en disposer. Il était déjà produit. On ne savait pas comment le produire. Mais il était déjà produit dans la nature. Alors ce feu faisait office de "cadeau". Il venait des volcans, du feu de forêts, le feu venait de différents endroits mais on ne pouvait en disposer. Alors avant de pouvoir le considérer comme un "cadeau", on l'a cru menaçant et dangereux. C'est là qu'apparaît la première différence entre les hominidés et les autres animaux. Et on n'a pas assez insisté sur ce point, pourtant cela fait une grande différence. Les hominidés, quelles drôles de bêtes ce sont pour avoir trouvé le courage d'aller vers cette chose dangereuse... Tous les êtres fuient le feu, et eux, là, ils s'en approchent. C'est cela qui marque une différence historique. Il y a, dans leur circuit, une capacité suffisante pour se mettre en opposition à

leurs propres réflexes. La Nature dit "Fuis !". Et eux s'y opposent et disent : "Approchons-nous !". Ce fait est extraordinaire et étonnant. Comment font-ils cela ? Tu racontes ça à quelqu'un et il te dit, ben oui, bien sûr ! Comment bien sûr ? Ce fait est tellement extraordinaire qu'il paraît tout naturel aux yeux de tout le monde et, du coup, un fait sans importance. Ce fait que nous soulignons là, fait la différence fondamentale entre les hominidés et les autres espèces. Ce phénomène de s'approcher. On s'approche un peu plus, et voilà on se brûle. Alors, comment faire ? On prend une branche ou une espèce de cane, on attrape un peu de feu et là on le conserve, mais pas longtemps. La branche brûle, on se brûle la main et on se met à courir en fuyant, paniqués. Bon, voyons, comment peut-on faire pour extraire le feu de cette forêt en train de brûler, de cette lave qui brûle tout sur son passage, de la foudre qui a enflammé ce fourré, comment faire pour prendre ce feu avant qu'il ne s'éteigne, pour l'emporter, le conserver d'une façon ou d'une autre... mais il s'éteint. Et il s'éteint chaque fois. Et il s'éteint encore, et tu vas chercher encore et encore, autant que tu peux. Car il s'éteint et alors toi, tu peux passer 20 ans avant de trouver un autre feu, et tu as déjà 30 ans. Ou 20. Et encore, si un ours ne t'a pas mangé avant. S'approcher du feu !!! Aucun animal ne l'a fait. Mais ceux qui l'ont fait en ont profité pour tenir les autres à distance. Si tous ont peur du feu, et nous aussi, alors essayons de manier ce feu pour faire peur aux autres. Et c'est là que commence le charme. Ils ont commencé à s'imposer à d'autres. C'est la différence. Nous devons nous demander quel a été le mécanisme pour que cet animal-là se soit opposé à son instinct de conservation. Voilà la question. Quelle a été la forme mentale pour se mettre en opposition à l'instinct de conservation ? C'est une question intéressante au plus haut point. Cela a trait à l'anthropologie. La réponse à cette question a trait aussi à l'historiologie, à la psychologie, et à beaucoup d'autres choses.

Comme tous les animaux, les hominidés aussi ont vécu une peur respectueuse envers le feu. C'est cela le mérite et ce qui est intéressant. Ce n'était pas une promenade de santé. Ils y sont allés avec la terreur sacrée du feu. C'est ce qui est intéressant. Il faut se mettre dans la tête de ces poilus, à la forte mâchoire, bas sur pattes, avec une petite tête dont la capacité cubique était celle d'une orange. Ils étaient très moches ! Imagine ! Avec cette mâchoire, ils t'arrachaient un bras et le mangeaient. Imagine ces anthropoïdes bizarres, qui voient le feu, et y reviennent, encore et encore, et trouvent le courage d'aller au-delà de leur peur... Sinanthrope, Cro-Magnon, Homo Sapiens, tous s'approchent du feu. Quelle famille ! Mais quel peut être le circuit mental qui permette qu'on s'oppose à ce que dicte le réflexe inconditionné ? Tous sont des automates. Tous sont des machines qui répondent par réflexe aux stimuli. On envoie un stimulus et il répond. Tu lui fais peur et il fuit. Comment ça marche, ça ? Le fait que sa curiosité s'oppose aux instincts. C'est la même chose qui se passera par la suite avec la réponse différée. Arrive un stimulus, et le sujet ne répond pas. Il répond après. La réponse différée est le propre de l'hominidé. Tout comme l'opposition à son instinct de conservation et son choix de recherche face au danger. Toutes ces choses sont hors de l'ordre naturel des êtres vivants. Ni la réponse différée, ni l'opposition à l'instinct mécanique de conservation ne sont partagées par les autres espèces. Morphologiquement, physiologiquement, génétiquement, là oui, c'est à peu près pareil. Tous ont la même histoire. Tous possèdent le mimétisme : tous se cachent quand il

y a un danger. Ils se camouflent comme certains animaux qui vont jusqu'à changer de couleur ou se transforment "en branches", et on ne les voit plus. Comme ceux qui vont pêcher ou chasser et portent une tenue de camouflage. Et il y en a même qui se collent des branches ou se cachent dessous, imitent pour se fondre au milieu environnant. Comme n'importe quel animal. Toutes les bêtes agissent par mimétisme. L'hominidé également. Beaucoup de caractéristiques sont communes. La reproduction par exemple. Toutes ces choses-là sont en commun. L'unique problème est ce "quelque chose de plus". Ce "quelque chose de plus" n'est dans aucun autre animal. Il est dans cette espèce monstrueuse que sont les hominidés. Ce "quelque chose en plus" que sont la réponse différée et l'opposition au réflexe de fuite. Ce "quelque chose de plus" est le thème pour comprendre ce qui s'est passé. Car bien sûr, par la suite, on voit apparaître toutes sortes d'explications... que le singe est descendu des arbres, tout ça, c'est génial... l'instinct grégaire, des groupements d'animaux beaucoup plus grégaires que l'hominidé. Quoi d'autre, qu'est-ce qu'ils ont d'autre les animaux ? Le langage ? Mais oui, les dauphins et bon nombre d'autres espèces animales. Qu'est-ce qui est merveilleux dans cela ? Rien, ceci est commun à tous. Mais aucun d'eux n'a fait l'expérience d'aller vers le feu. De le conserver, puis de le produire. Des siècles et des siècles passent et le tigre est toujours le premier tigre, toujours le même. Et quel est l'intérêt ? Il y avait le tigre puis il y a un autre tigre puis vient un autre tigre et viendra un autre tigre... et quoi ? C'est toujours le même. C'est comme la poudre de projection, c'est d'elle qu'on tire la suivante, et encore une autre, et toujours la même. Et alors quoi ? Mais en revanche, ces autres-là naissent, et ils naissent alors dans un milieu social et apparaît un bébé et tout seul et tous vont le protéger. On a trouvé un enfant je ne sais où, on l'a amené à l'hôpital, et toute la société se soucie de cet enfant. Ils naissent dans un milieu social, et presque à l'instant même, ça y est, ils écrivent, lisent, profitant de la mémoire historique, et en passant par les impondérables historiques, le langage, la connaissance, la technologie et tout ça. Pas génétiquement. La génétique est très lente. Il faut des millions d'années pour qu'un petit cheval parvienne à être un grand cheval. Des millions d'années, une antiquité... Mais tout cela s'accumule et la connaissance qu'ont laissée les uns sert de base aux connaissances qu'utilisent les autres. Qui servira de base à la génération suivante. Et alors la chose se déploie de plus en plus. Ce n'est pas la même chose que le tigre, qui est toujours le premier tigre, et qui apprend toujours les mêmes choses. Mais l'apprentissage ne se produit pas au niveau génétique. C'est au travers de l'écriture, au travers de la gestuelle, au travers des gestes de tout type, le geste de la main, l'attitude corporelle, les expressions du visage et le geste de l'appareil de phonation qui est le son. Un son ou un autre, ce n'est pas la même chose. Nous apprenons cela. Dès enfant, tu sais que « Bouh ! » veut dire : « Fuyons ! » et « Ouiiiiiii » veut dire « On y va ». Les autres aussi, en revanche, ont un langage. Les fourmis ont un langage chimique, de nombreux cétacés ont des langages très particuliers, certains singes se comprennent par gestes. Et cela aussi s'accumule et se perfectionne.

Il s'est écoulé beaucoup de temps depuis les premières écritures cunéiformes, sur tablettes mises au four pour donner à ces écrits une certaine permanence, depuis les assyriens babyloniens, jusqu'à l'écriture informatique d'aujourd'hui. Mais tout s'est accumulé. Alors vois la transmission d'information non pas comme génétique mais par le moyen d'une "substance" non pondérable, non matérielle. On a transmis à travers des sensations et des

perceptions, non pas par le biais de transmission chimique ou génétique. Ce sont les impondérables qui forment les cultures, les civilisations, ce qui se transmet par geste, mais aussi avec un apprentissage indirect, sans être en contact avec l'autre. Et si l'on avance le thème des outils et tout le reste... il y a des anthropoïdes, il y a des animaux qui font des planches, qui utilisent des massues, qui se battent entre eux, qui font des trous, des tranchées et beaucoup de choses, ils ont certains rudiments techniques, ils aménagent leurs lieux de vie, les grottes où ils se cachent. Mais avec les feux... aucun. C'est une question de circuit. C'est une question de montage de circuit. C'est un circuit monté différemment. Le cafard a 50 millions d'années, 47 millions d'années de plus que les hominidés. Et le cafard est toujours le même : solide, stable, il ne change pas. Il est toujours là, parfaitement adapté. L'hominidé est un désadapté. Son instabilité produit des choses intéressantes. Il n'est pas stable. Il n'est en aucune manière adapté à tous les milieux. Pour s'adapter, il doit transformer le milieu. Il doit porter les fourrures des autres animaux pour combattre le froid. Car il ne peut s'y adapter. C'est un inadapté, exactement. C'est tout le contraire de la théorie de l'adaptation. C'est parce qu'il est inadapté qu'il a fait tant de choses. C'est par antisystème, bien que cela ne plaise pas que ceci soit dit et développé à l'université. Mais c'est ainsi : ils sont inadaptés, antisystème, instables. Créateurs de nouvelles formes. Antinaturels. Ils n'obéissent pas aux diktats établis par la Nature.

Des siècles et des siècles passèrent et lorsqu'ils apprirent à produire le feu, l'histoire s'accéléra. Un peu de temps de plus ou de moins, et ils iront défier les autres planètes. Une fois le feu produit, on peut les attendre sur mars, sur les lunes de Jupiter, dans d'autres endroits. Ce n'est plus qu'une question de temps. Mais comment ont-ils fait pour produire le feu ? Une fois produit, ils vont continuer à construire et à accumuler. En ayant ce sur quoi s'appuyer, la plate-forme sur laquelle s'appuyer, ils ont pu avancer, parce que l'expérience historique, dans le cas de cette espèce, est accumulative. Si elle ne l'était pas, comme dans le cas des autres espèces, ils en seraient restés à produire le feu et voilà tout. Et chacun recommençant chaque fois à le produire. Et alors ?

L'anthropologie n'explique rien de tout cela. Celle du XIX^e siècle. Elle n'explique rien. Ils peuvent dire de ces choses ! Que la civilisation est apparue au bord des fleuves, que les lieux chauds ceci, que les lieux froids cela... Oui, oui, ils jouent du pipeau selon le paysage d'où sort celui qui parle. Alors en Europe, on va expliquer tout d'une certaine façon et en Asie d'une autre. Mais la question, c'est : quels sont ces mécanismes qui permettent de produire ces changements ? Ça, c'est le sujet. Non pas la géographie ou le climat. Quels sont les mécanismes mentaux qui ont permis que cette espèce ne fuie pas mais qu'au contraire, elle s'approche du danger ? Ces mêmes mécanismes mentaux, indépendamment du fait que ce soit en Afrique, au nord de l'Europe, en Asie ou en Océanie. Comment marche-t-il, ce maudit mécanisme mental ? C'est une terrible difficulté de comprendre que le problème est dans les mécanismes mentaux. C'est incroyable. Mais eux, ils dévient tout de suite vers la géographie, vers l'externe, toujours vers l'extérieur. Non, il faut entrer, entrer dans le mécanisme.

L'intuition

... C'est ce "quelque chose de plus" qui attire notre attention. Les êtres humains ont toujours eu des signaux, des intuitions, ce "quelque chose de plus", et on le remarque aussi dans le soin qu'ils ont pris de leurs morts. On a toujours pris soin des morts à la différence des autres animaux. L'intuition est à la base de tout développement scientifique. Par exemple, Auguste Kekulé créa la théorie de la quadrivalence du carbone et établit la formule hexagonale du benzène (en 1865). Il n'avait pu parvenir à sa très pertinente représentation, jusqu'à ce que, après avoir pourchassé cette idée durant des années, elle se soit présentée dans un rêve, selon ce qu'il raconte dans sa biographie. Il cherchait la manière dont s'enlaçaient les carbones et les hydrogènes et l'allégorisation des couleuvres entrelacées dans son rêve lui montra le mécanisme qu'il cherchait. Il est clair que, s'il y a une direction, l'intuition peut surgir. L'intuition est à la base de la pensée. Pour que la raison puisse fonctionner, nous avons besoin de l'intuition, c'est le "pré-rationnel". Le rationnel se monte à partir de l'intuition qui est le point de départ à l'organisation. Nous avons d'une part le mécanisme de la réponse différée et la division des temps et des espaces, nous avons le mécanisme d'opposition à l'instinct de conservation dans le fait de s'approcher du danger qu'est le feu, et nous avons aussi le mécanisme de l'intuition qui est pré-rationnel et donne direction aux recherches. Les mythes sont les intuitions d'une pré-civilisation ; ils sont les fondements des futures explications rationnelles. Le rationnel est fondé sur l'intuition.

D'où surgissent les religions ?

Quelqu'un de la tribu meurt et l'attention portée à son corps, parfois avec pompe et révérence, traduit l'intuition de ce "quelque chose de plus" que la vie. On ne mangeait pas ce corps, sauf dans des cas exceptionnels. Oui, on le mangeait quand c'était "le grand homme" ou "la grande personne" qui mourrait, pour prendre ses attributs, et parfois aussi dans le cas d'ennemis chez qui on reconnaissait la bravoure ou l'honneur et qui pouvaient ainsi, en étant mangés, transmettre leurs qualités. Mais de façon générale, on enterrait toujours les morts ou on les brûlait, mais on ne les abandonnait jamais dans un coin. On a toujours rendu des honneurs au mort et à sa mémoire. On s'est retrouvé avec la finitude de la vie et avec le destin inévitable de tout être humain. Ce n'est pas comme les animaux qui n'ont ni passé, ni présent, ni futur, qui ne savent pas s'ils rêvent ou s'ils vivent. Dans les livres sacrés, ils disent qu'une graine qui tombe sur de la terre fertile donne des fruits mais pas si elle tombe sur une pierre. Là, on était déjà en pleine étape de la domestication des végétaux et les débuts de la première étape sédentaire. C'est en observant le cycle agricole que surgit la conservation des végétaux, qui ne servent plus seulement pour manger immédiatement mais que l'on commence à garder, à conserver. Ils commencent alors à domestiquer les végétaux et à ne plus manger n'importe quoi. Il n'était plus question de tout manger, mais d'en manger un peu et de conserver le reste dans des coupelles, dans des grottes. Ils conservaient ce qu'ils avaient ramassé. On ressent le besoin de manger un peu et de conserver un peu. Alors, on se met aussi à conserver les animaux qu'on a rapportés. On mange la moitié et les autres, on les conserve et on les fait se reproduire. Et même mieux : on fait en sorte qu'il y ait beaucoup d'animaux, on les met dans un parc, on les

élève, ils se reproduisent, on ne mange plus ceux qu'on a élevés, et en plus, on peut faire porter des charges à certains d'entre eux et les faire travailler. L'esclavage des animaux : leur faire porter des choses, ils les appelèrent en l'occurrence "animaux de charge". Ils continuèrent ensuite en tirant le lait de quelques bêtes, et leurs fourrures leur servirent à faire des vêtements. Et ainsi, le fait de commencer à avoir des animaux se révéla très intéressant pour tous les bénéfices que cela apportait. Pour tout cela, ils durent changer leurs habitudes transhumantes en habitudes sédentaires. Ils pensèrent en quelque sorte à se sédentariser, surviennent alors les premières sédentarisation. Car, bien sûr, ils ne pouvaient semer en se déplaçant, ils durent se poser quelque part pour avoir des animaux et des plantes, se protéger mutuellement et former ainsi la première organisation sociale. Cesser d'être transhumants. C'est ainsi que la domestication des animaux et des végétaux fut la pré-condition à la sédentarisation. Ce n'est pas qu'ils s'installèrent d'abord et se dirent : « Voyons voir comment nous allons faire pour faire ce petits cochons ! » Ce n'est pas comme cela, ce n'était pas un plan d'urbanisme, un truc complètement vide, et après on voit comment on le remplit. D'abord, on fait la ville et ensuite on voit comment lâcher les œufs depuis un avion. Non, c'est l'inverse. Il s'est écoulé beaucoup de temps entre l'étape de la collecte, de la chasse et de la pêche, jusqu'à l'époque des premières sédentarisation. Il ne s'agit plus d'une tribu qui vit dans une grotte, et qui, ensuite, quand vient l'hiver, suit les autres animaux dans leurs déplacements en mangeant des fruits et en mangeant d'autres animaux, tous dans la même histoire. C'est quand ils ont commencé à conserver les animaux et les fruits, que l'Histoire a commencé. Ce qui s'oppose à la conservation, toujours vers devant, toujours faisant des choses qui surpassent les précédentes. Mais en même temps, le fait de conserver les choses forme peu à peu la mémoire. La perception est éphémère, mais ce qui est conservé de la perception et ce qui s'oppose à la perception, est ce qui permet de se projeter. Cette force destructrice de la perception par le travail de l'image, cette chose que travaille la mémoire qui est la conservation de la perception. Les chiens aussi, par exemple, ont leur mémoire, certains vont aboyer, d'autres vont remuer la queue, il y a de la mémoire là-dedans. Quand ils dorment, tu les vois qui gigotent leurs pattes, ils rêvent de quelque chose. Il y a là de l'imagination, il y a des images. Ils attendent certaines choses, qu'on leur apporte la nourriture...

Mais l'homme reste toujours à la périphérie, c'est d'une difficulté pour lui d'entrer, de comprendre depuis l'intérieur. Comprendre le monde de ce que font les hominidés, c'est se mettre vers l'intérieur et pas seulement depuis la peau vers l'extérieur. Mais cela coûte beaucoup de le faire. Dans le paroxysme de la décadence, on finit par ne plus penser qu'aux fringues. Les personnes disparaissent au profit des fringues. Tout est périphérique. Les différentes civilisations finissent par se différencier selon leurs vêtements et non selon leurs contenus. Car personne ne connaît les contenus de la civilisation de l'autre. On les regarde d'une certaine manière, ce qu'ils mangent, comment ils dansent. Ils mangent, ils dansent et portent d'autres habits que nous, et voilà tout. Ils se bagarrent parce que certains portent certains vêtements et les autres pas. Pourquoi tout cela ?

Enfin, nous sommes un peu nuls mais nous apprendrons. Bon, oui, je crois que nous apprendrons, car une certaine direction est en train de prendre forme, par ailleurs, comme si une intuition phénoménale nous poussait depuis derrière et vers l'avant, toujours en

poussant la pierre. C'est pour cela qu'on a appelé cette conversation "la pierre". Espérons qu'elle ne tombe pas de nouveau vers l'origine, la pesante pierre de la civilisation, comme cela arrivait toujours dans le mythe grec de Sisyphe.

Dans ce petit espace où nous sommes, nous pouvons reconstruire l'histoire, à grands traits, bien sûr. Imagine ; reconstruire les trois millions d'années. Ce lieu est tout à fait génial. On l'appelle la Pyramide. "Pyramide", c'est ainsi que les Grecs appelèrent ces figures géométriques. C'est très bizarre d'appeler une figure géométrique "Pyramide". Cela veut dire : "qui a le feu en son milieu." Comment cela leur est-il venu de dire qu'il y avait le feu au milieu ? Nous sommes donc là, au milieu de la pyramide. Nous sommes au milieu du feu. Cela doit être de façon «paranormale» qu'ils lui ont donné ce nom. Comment est-ce que nous allons appeler cet endroit ? Les délices ? Non, non, la Pyramide. Comment pourrait-on appeler ce lieu "la pyramide" ? Si, si, appelons-le "la pyramide", je sais pourquoi je dis ça. Et ainsi, le donneur de nom, comme un zombie, comme un médium, fut affirmatif. Il ne savait pas que quelque chose du futur lui soufflait dans l'oreille le mot "pyramide", un mot qui parlant de géométrie parlait tout autant de feu. Bien, chers amis, je vous salue.

Descriptions de Techniques

(par ordre alphabétique)

QUELQUES CONDITIONS POUR RÉALISER LE MÉTIER DU FEU

Dans les ateliers des Parcs d'Étude et de Réflexion, nous recommandons de disposer de :

- Fours (forge, four-bidon, four électrique... qui puissent monter à 600° C, de pyromètre avec thermocouple type K pour les travaux de céramique)
- Table de travail, étagères, etc...
- Endroit dédié spécialement aux travaux d'atelier, ventilé, avec électricité et eau (chaude et froide)
- Tous les outils nécessaires, y compris ceux que nous réalisons nous-mêmes.
- Tous les éléments de sécurité (extincteur, chaussures fermées, lunettes de protection, gants de cuirs, trousse de premiers secours, etc.)

Sécurité

Chacune des étapes des travaux du métier du feu exige de prêter attention aux mesures de sécurité.

Avec les matériels à froid, lorsqu'on utilise les résines, on sera particulièrement attentif à la ventilation pour éviter les intoxications.

Lorsqu'on utilise les fours à gaz, tester toutes les connexions de gaz avec de la mousse de savon, jamais avec du feu. Il convient que les bouteilles ou bonbonnes de gaz soient à 4 ou 5 mètres de distance des fours, et dans un lieu ventilé.

Pour les fours électriques, vérifier les connexions électriques régulièrement et avoir un disjoncteur dans l'installation.

Apprendre à réguler de manière adéquate la flamme des brûleurs qui seront utilisés et vérifier toujours qu'ils sont bien fixés au four. Dégager avec soin la zone proche des fours pour éviter de se prendre les pieds et tout type d'accidents.

Lorsqu'on travaille avec de très hautes températures, par exemple pour faire le Raku (ouverture du four à 1000°C) ou lors des coulées de métal fondu dans les moules, mimer à froid les opérations et les mouvements à réaliser, avoir les outils nécessaires sous la main, ainsi que toutes les pinces, tenailles adéquates pour chaque creuset ou pièces à retirer du four. Définir clairement le rôle de ceux qui vont participer à ce processus et recommander aux observateurs, (au cas où il y en aurait) de se maintenir à distance prudente. Dans ces travaux, il est particulièrement recommandé de garder une attitude calme, attentive et ordonnée, sans précipitations ni improvisations.

NOTES À PROPOS DES FOURS, DES CHALUMEAUX ET DES MOULES

5 au 10 octobre 2004 : La Cazadora

Four pour Fondre

Construction : Sur une table de jardin en fer, on soude des IPM au manteau de la table pour faire des lattes qui soutiendront une plaque d'acier sur laquelle le four sera posé. La plaque est peinte ensuite avec du silicate de sodium puis on y colle la laine réfractaire (coupée à la même taille que la plaque).



À l'un des pieds de la table, on soude un support (un fer de construction de 15 à 20 centimètres) qui servira à poser et maintenir le chalumeau.



Sur la laine réfractaire, on place un plancher de briques réfractaires (1200°) jointes avec du ciment réfractaire. Pour notre four, nous avons utilisé 10 briques.



Au moment de l'utiliser, on dépose le creuset sur le sol du four (avec le métal à fondre) lui-même appuyé sur une brique réfractaire et sur du papier journal (la cendre du papier brûlé évitera que le creuset colle à la brique).

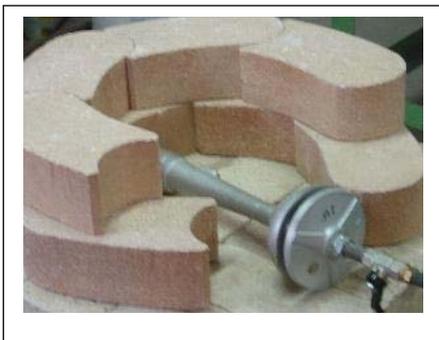
Sur cette base, on installe en forme de cercle deux épaisseurs de briques courbes réfractaires de haute densité d'alumine (1600°C, composition : silice et aluminates¹ de haute densité d'alumine, 58% d'aluminates) en faisant attention à ce que les joints des deux couches soient décalés (et pas l'un au-dessus de l'autre).



La taille du cercle sera adaptée (et proportionnelle) à la taille du bidon que l'on appuiera dessus.



Dans la première couche de briques réfractaires courbes, on laissera un trou pour y glisser le chalumeau.



¹ Composé salin dans lequel l'alumine a une fonction acide.

L'intérieur du bidon ou du tonneau vide (de 40 à 50 litres) sera fourré de deux couches de laine réfractaire en la laissant dépasser en haut de 15 à 20 cm de telle sorte que l'on puisse la rabattre à l'extérieur et la maintenir avec un collier de fer équipé de deux écrous papillon pour pouvoir l'ajuster. Une couche de laine céramique² est également fixée au fond du tonneau.



Sur le côté, on fait un trou carré de 8 à 10 cm de côté (pour le fond et la laine céramique) qui servira de cheminée. Afin de pouvoir saisir le tonneau et le soulever sans se brûler, on lui ajoute une poignée de fil métallique de Nichrome (nickel-chrome : pour éviter qu'il ne fonde à la chaleur) que l'on passe et ajuste par deux petites perforations des deux côtés du bord qui dépasse de la base du tonneau.



À mi-hauteur du tonneau, on fait une perforation dans la paroi métallique et dans la laine céramique pour pouvoir y glisser le pyromètre.

Chalumeau.

² Les nattes de laine céramique isolantes sont flexibles et conservent leur stabilité dimensionnelle même à de hautes températures. Elles isolent très bien les fournaies, appareils à combustion.

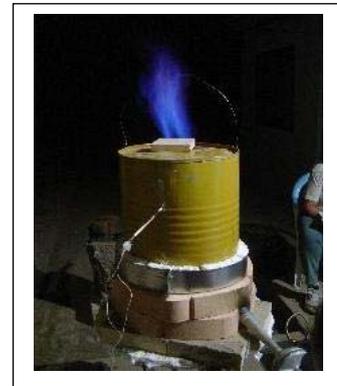
Le gaz butane se mélange à la sortie du chalumeau avec l'oxygène qu'on régule en tournant la manette. C'est l'effet "Venturi" ; le cône augmente et accélère l'effet du mélange des gaz. C'est le même principe que celui du bec Bunsen. La manette régule l'entrée d'oxygène.



Premier essai du four

Avant d'allumer le chalumeau, on contrôlera les éventuelles pertes de gaz des connexions (de la bouteille de gaz au tuyau, du tuyau au chalumeau et l'écrou du chalumeau) avec une éponge imbibée de détergent (savon) afin de voir si des bulles s'échappent du fait de la perte de gaz.

Le chalumeau s'allume à l'extérieur, pas très fort, et on l'introduit dans l'orifice du four. Il monte à 500°C rapidement, mais il faut chauffer tout le système ainsi que le creuset. Quand on ferme la sortie, la température monte, quand on l'ouvre, elle baisse. Lentement, il faut augmenter l'entrée de gaz et d'air du chalumeau. On recherche une flamme rouge orange et bleue, pas jaune.



On atteint 750°C en 15 minutes. Dans les 15 minutes suivantes, on arrive à 900° C (température de fusion de l'argent) et des flammes sortent alors par toutes les issues. (960°C, proche de l'or et du cuivre qui fond à 1000°C). On vérifie ainsi toutes les pertes de chaleur.



On peut donc perfectionner le four en mettant du ciment réfractaire entre les briques, pour éviter ces pertes, et pouvoir ainsi monter à 1200°C pour fondre le bronze (1150°C à 1200°C). Il faut aussi reconsidérer l'ajustement de la laine céramique pour qu'elle tienne mieux et bien boucher les trous en y mettant du silicate de sodium pour ne pas perdre de chaleur. Même si ce n'est pas un four pour conserver la chaleur, ce n'est pas pour autant que la température doit baisser à toute vitesse.



Moule en sable

Mélanger de façon homogène du sable fin humide avec 8% de silicate de sodium. Tout d'abord, on dilue le silicate de sodium en lui ajoutant 50% d'eau afin d'obtenir un gel liquide. Il ne convient pas de dépasser ce pourcentage de silicate, car ça ne laisserait pas d'interstices pour que le matériel respire. On y ajoute également 4 % de fines escarbilles (carbone végétal moulu et tamisé avec des mailles fines). L'escarbille³ empêche que le métal (le fer par exemple) fasse des bulles car elle absorbe le gaz que dégage le métal fondu. On malaxe bien ce mélange pour qu'il soit homogène.



Pour les proportions, nous les calculons davantage avec les volumes qu'avec les poids.

Pour faire le moule, on construit un cadre avec des lattes de bois de pin ou d'un autre bois tendre de 3 et 5 cm et de 0,5 cm d'épaisseur. Dans le cadre, on dépose l'objet à reproduire, ici, le symbole de l'École.

³ Escarbille : Fragment de houille incomplètement brûlé ou carbone végétal moulu.



On recouvre l'objet d'un film transparent, puis on le recouvre de sable préparé comme indiqué ci-dessus jusqu'à ras bord du cadre et l'on tasse bien.



Ensuite, on place un carton par-dessus afin de pouvoir retourner l'ensemble et sortir l'objet original. (Comme il est recouvert d'un film, celui-ci se décolle facilement).



Puis on met le moule (l'encadrement une fois préparé et rempli) et posé sur le carton dans le bidon ouvert. (Lui-même bien callé pour qu'il ne bouge pas)



Puis on ferme le bidon en l'ajustant bien avec le collier. On visse le tuyau de gaz à la valve de gonflage et l'on envoie le gaz jusqu'à ce que le couvercle gonfle un peu. (Ouvrir et fermer le gaz).



On attend 10 minutes puis on ouvre le bidon. En fonction de la dureté du moule (on peut tester avec les ongles) on répètera ou non l'opération.



La Chambre : C'est un bidon d'huile d'olives (origine Mendoza) ou équivalent. C'est un bidon de plastique de plus ou moins 40 à 50 litres, avec un collier pour le fermer hermétiquement. Au centre du bidon, on place une valve (comme celles pour gonfler les pneus d'auto), qui servira à gonfler le bidon avec du gaz carbonique ou du dioxyde de carbone.



Note: On peut substituer le silicate de sodium par de la bentonite et ne pas utiliser la chambre à gaz, dans ce cas il faut laisser sécher pendant 5 heures.

On peut également durcir le moule de sable dans un four. Si l'on n'a pas de four, on peut passer une flamme partout avec un chalumeau, ce qui reste de toute façon un procédé compliqué et aléatoire car on arrive difficilement à bien durcir le centre.

Avec un objet de cire, on peut aussi réaliser un moule. On met la cire dans une boîte de conserve par exemple. On tasse le sable préparé comme indiqué ci-dessus autour de la cire. Dans le four, le sable se durcit en même temps que la cire fond. S'il reste de la cire, alors on peut l'enlever avec un chalumeau.

Les moules doivent être chauffés avant leur utilisation afin que le choc thermique soit le plus faible possible. Par exemple, on préchauffe le moule à 800°C puis on y verse le fer à 1500°C, ceci permet que le moule supporte la tension et ne se casse pas.

Moules pour céramique (deux coques et barbotine)

Si l'on veut par exemple copier une tasse, un vase ou n'importe quel récipient, il faut faire un moule à deux coques. Dans notre exemple, il s'agit d'une petite tasse à café. On place la petite tasse fixée à un morceau de cire à l'intérieur du récipient en plastique de façon à ce qu'elle ne flotte pas (remontant alors à la surface) lorsqu'on verse le plâtre.



On verse le plâtre jusqu'à la moitié de la tasse. Une fois qu'il a pris, mais alors qu'il est encore frais, on y fait des trous en deux endroits (qui constitueront le négatif de la clef, pour que s'ajuste parfaitement l'autre plâtre). Les clefs des deux coques doivent être grandes et doivent s'ajuster parfaitement.



Une fois le plâtre durci, on réalise le plâtre de la deuxième coque, ou la moitié supérieure. Avant de verser le plâtre, on couvre le premier plâtre d'un film, sans le serrer du tout, pour pouvoir séparer postérieurement les deux coques de plâtre.



Après que le deuxième plâtre ait pris et se soit durci, on sort avec précautions les deux coques de plâtre (qui sont séparées par le film) les séparant de l'original. Dans le premier plâtre, il y a les trous de la clef (dans le deuxième plâtre apparaissent les positifs de la clé).



Une fois que les deux plâtres sont bien secs, on les assemble avec des bandes adhésives (gros scotch ou élastiques), puis on y verse la barbotine (argile liquide et quelque chose en plus, voir fichier moules céramiques)



On la laisse prendre une ou deux heures environ (ceci dépend de la température ambiante et du degré de séchage du plâtre) puis on verse le trop plein. Une pellicule de 1/2 cm d'épaisseur reste adhérente au plâtre.



Ceci est l'objet qui se transformera en céramique lorsqu'on on le mettra dans le four (il faut préalablement le laisser bien sécher).



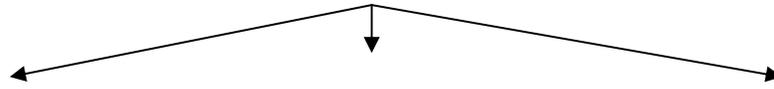
Note: Pour nettoyer la Pierre émeri on peut utiliser un touret à meuler.

La céramique d'une certaine façon ressemble au verre, mais tandis que le verre se moule à chaud, de même que le métal, la céramique se moule à froid.

On comprend que la forme vide et la forme sont complémentaires. Une forme vide à un contexte qui la soutient. Que de cette forme vide sorte un corps entier est quasiment un miracle. On comprend beaucoup de choses de la dynamique, des tensions générées, de la production d'images, enfin, on comprend beaucoup de choses. D'un corps sort un moule. Le corps était de fer et le moule vide te permet de faire un objet en résine. C'est fantastique !

NOTE SUR LES MATÉRIAUX, LES FOURS, LES MOULES

Mendoza, mars 2004.



Matériaux :

Marbre, plâtre et ciment
Résines
Peltre⁵
Aluminium
Maillechort⁶
Bronze
Fer
Verre

Fours :

Pour bronze avec feu à gaz
Pour fer avec coke type cubilot
et avec creuset
Forges
Creusets

Moules :

Polyuréthane⁴ expansé
Caoutchouc siliconé
Plâtres
Sable et quartz
Perlite⁷
Cires

MATERIAUX



En photo, divers objets en matière “froide”. Marbre agglutiné en époxy, plâtre-ciment et résine époxy.

Peltre (alliage d'étain)

Métal composé, ou alliage composé (en poids) de 70 % d'étain, 20 % de zinc et 10 % de plomb. Fusion entre 450 et 480° C.

⁴ Matière plastique entrant dans la composition des vernis, des peintures, des caoutchoucs synthétiques obtenus par polymérisation, etc.

⁵ Alliage de zinc, plomb et étain

⁶ Alliage cuivre, nickel et zinc

⁷ Roche éruptive qui sert d'isolant

Aluminium



Peltre et aluminium atteignant la fusion dans le four. On a utilisé des barres avec un alliage de fonderie. Température approximative de fusion à 800°C.

Maillechort

On a utilisé des barres avec un alliage de fonderie (cuivre et zinc). Fusion à 1.200°C

Bronze

Objets en peltre et bronze



On a utilisé du bronze de différentes qualités, sans connaître exactement son alliage. Température de fusion de 1.200 à 1280°C. Les premières fusions ont été réalisées dans un four avec isolation de laine céramique et un feu à gaz butane. On a utilisé un creuset de carbure de silicium avec une capacité d'environ 15 kg. Ensuite, on a continué à le fondre dans le four de charbon de coke et dans la forge.

Fer

Pièces en fer.



On a d'abord essayé de le fondre au gaz et ensuite avec coke et oxygène. On est parvenu à fondre un acier à 1500° C (fer tendre de boulons). On a fait un essai dans un petit four de type cubilot où l'on a mélangé, par couches, le fer et le coke. Le fer s'est égoutté avec l'introduction de l'oxygène. On a ensuite construit un grand four avec des briques

réfractaires et entrée d'air par ventilateur. On l'a essayé avec du fer de fonte (ferraille d'un moteur de voiture) qui fond à 1.300°C. On a obtenu une bonne fluidité et inertie dans la température. On a travaillé en combinant du silicate et du carbonate de calcium. On a obtenu quelques très bonnes pièces après plusieurs expériences. Les défauts venaient des moules et du type de fer utilisé ainsi que de l'insuffisance de température et du manque de fluidité dans le métal.

Verres

On a essayé différents quartz (calibre 200), sable du Paraná, communément fin et de la perlite. On a utilisé différentes formules avec du borax, du carbonate de calcium, du kaolin, du feldspath, de la soude (oxyde de sodium).

Résines

On a utilisé des résines époxy de différentes qualités et on les a "chargées" de différents matériaux (marbres, colorants, talc, etc.).

Polyuréthane expansé



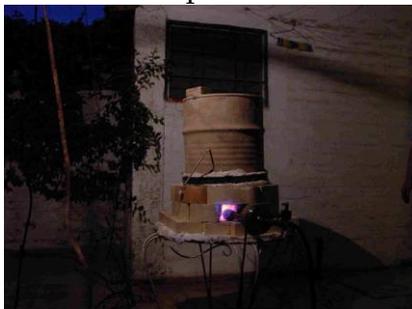
Bustes de différents matériaux : De gauche à droite :

1 cire, 2 polyuréthane, 3 ciment, 4 bronze, 5 marbre

On a utilisé un polyuréthane de commerce écumeux qui durcit au contact de l'air. On a rempli un moule de caoutchouc siliconé et ensuite, une fois la forme séchée, on l'a patinée avec de la peinture acrylique, obtenant ainsi un aspect assez pierreux.

FOURS

Four couvert pour bronze avec entrée d'oxy-butane.



Four pour fondre le fer avec creuset ouvert. Coke et air comprimé.



La fabrication d'un four pour fondre le bronze s'est faite sur la base de briques réfractaires (avec une entrée latérale pour le brûleur à gaz). L'extérieur a été couvert de laine céramique et d'acier.

En ajustant le tirage et l'intensité de flamme, on a pu fondre du bronze en 4 heures, dans un creuset de carbure de silicium. On a également forgé des pinces qui permettent de retirer le creuset du feu et de verser le métal fondu dans un moule. Ce four n'était pas adéquat pour le fer.

Dans les premiers essais pour fondre du fer, on a utilisé la même base que le four antérieur mais au lieu du cylindre de fibre céramique, on a utilisé pour les parois des briques réfractaires de grande densité d'alumine, en laissant un trou dans la partie inférieure et latérale. De là, on pouvait insuffler de l'oxygène en pression. Ainsi, on a chargé le four avec du charbon de coke résiduel et on a injecté de l'oxygène. On a alors obtenu la température de fusion d'un acier de boulons (dans un creuset d'1/4 de litre). On a également essayé un petit four de type cubilot (sans creuset). Bien qu'on ait réussi à fondre, on n'a pas pu manipuler le métal fondu. Dans cette étape, on a commencé à utiliser un creuset de graphite, car on avait remarqué qu'à très haute température, le carbure de silicium se ramollit.

Après les expériences antérieures, on a construit un four de grandes dimensions. Tout d'abord, une base de pierre. Sur elle (là où sera placé le cylindre) un mortier de ciment, du sable et de la chamotte pour une isolation thermique entre le four et le sol. Un cylindre extérieur de plaque de fer, intérieur de briques courbées réfractaires de haute alumine et un rembourrage de perlite entre la paroi de briques et la plaque métallique. On a laissé à la base deux ouvertures pour l'air et une autre pour le brûleur à gaz (qu'on a ensuite supprimé en allumant directement avec du bois et du charbon végétal). L'air a été fourni par un ventilateur de 3 m³ d'air par minute, avec régulateur de flux.

Dans ce type de four, l'air entre sous le foyer perforé (fait en ciment réfractaire), où sont posés le charbon de coke et le creuset. La hauteur approximative est de 60 cm avec un diamètre intérieur de 30 cm et un diamètre extérieur de 70 cm. On utilise 2 dalles réfractaires de 30 x 30 cm comme couvercle du four. On a fabriqué d'autres pinces pour retirer le creuset de l'intérieur du four. Dans ce type de four, on a pu fondre du bronze, du fer de fonte et aciers.



Forge fonctionnant avec aérateur et coke, en mesure de fondre du fer en creuset ouvert.

Fonte du métal et coulée dans les moules

Fer fondu et coulé à la cuillère pour porter le métal dans les moules.



On a travaillé avec du peltre, de l'aluminium, du maillechort, du bronze et du fer.

Pour le peltre, on a utilisé des moules de plâtre directement, étant donné le point bas de fusion. Il est important de s'assurer que le moule soit bien sec. Le peltre peut être fondu sur le foyer de la cuisinière, dans un récipient d'acier inoxydable.

Le maillechort a point de fusion similaire à celui du bronze. Il fond avec un brûleur à gaz. Dans la **fonte du bronze**, pour enlever les scories, on peut utiliser un verre moulu qui agglutine les impuretés qui peuvent être retirées du creuset avec un outil en fer.

MOULES

Préparation du moule au moyen de coques, avant de damer le sable.



Moule sur un buste de cire. En faisant tout à la suite, sans attendre, caoutchouc siliconé et recouvrant le tout de plâtre.



On pourrait les définir comme les éléments qui permettent de copier une forme en différents matériaux. On travaille avec des moules de :

- Plâtre, caoutchouc siliconé et cire, pour la céramique.
- Caoutchouc siliconé, pour cire et polyuréthane expansé.
- Plâtre et quartz, pour peltre, aluminium, maillechort, bronze et fer.
- Lamelles de silicate de sodium et matériaux réfractaires, pour bronze.
- Sables, pour bronze et fer (dans le cas du fer de fonte, on peut utiliser des sables agglomérés ou compactés, ça fonctionne mieux également si les originaux sont peints au préalable avec des peintures de graphite ou de charbon végétal, en utilisant de la gomme-laque comme moyen de projection).

Les moules de plâtre

Moules de plâtre pour faire des positifs de cire et de peltre



La matrice -ou pièce depuis laquelle a été réalisé le moule- devra être imperméabilisée et enduite d'un démoulant (vaseline, graisse, huile) qui doit être étendu avec soin. Ensuite on fait un contenant et on prépare le plâtre (2 portions de plâtre pour 1 portion d'eau). Si on utilise du plâtre pour couler de la cire, on l'imperméabilise avec de l'huile et on le mouille avec de l'eau avant de couler la cire.

Pour le peltre, le moule de plâtre est adéquat, il doit toujours être complètement sec.

Pour le maillechort (à cire perdue), on doit couvrir (peindre) la pièce de cire avec un mélange fait de plâtre et de quartz, (1 de plâtre pour 2 de quartz, en volume). Pour la contention de cette première peinture de plâtre-quartz, on a essayé avec du sable et 8 % de silicate de sodium, ensuite on l'enflamme pour lui donner la dureté nécessaire. On a utilisé du plâtre, de la perlite et du quartz (1 de quartz, 1 de perlite et 1 de plâtre) pour faire le moule. Pour obtenir une bonne copie de la pièce, il est recommandé de la recouvrir au préalable de peinture de plâtre et de quartz, calibre 200.

Les sables

Les sables peuvent être compactés avec de la bentonite et du silicate de sodium à 8 % environ. Pour le fer, on ajoute aussi du charbon végétal à 4 %.

La perlite

Avec ce matériau, et dans des moules d'une certaine épaisseur, se présente le problème de comment brûler la cire, qui a besoin d'une température de 800°C. Il faut beaucoup de temps pour que cette température atteigne le cœur de la pièce. Pour des formes petites ou moyennes, le remplacement par de la chamotte ou du sable fonctionne bien. Cela sert aussi pour couler du verre, en l'utilisant comme isolant thermique qui retarde le refroidissement.

Procédés pour faire les moules

La méthode utilisée pour réaliser le moule (en cire perdue) sera choisie selon les dimensions et la forme. Si on utilise un élément solide pour la copie, on l'imprime (par pression) directement dans le sable, en ayant choisi de manière adéquate les contenants pour damer le sable. Le matériau dans lequel sera fondue la pièce déterminera la réalisation du moule.

Déroulement du procédé complet :

- Original ou matrice
- Moule de caoutchouc siliconé ou plâtre.
- Copie en cire
- Moule à la cire : de plâtre et quartz et sables
- Brûler la cire. Vider le moule.
- Fondre le métal y placer les moules.

Original ou matrice

L'original ou la matrice peut être de n'importe quelle matière. Si on veut reproduire plusieurs fois, il faudra faire un moule de caoutchouc ou de plâtre, si la forme le permet.

Moule de caoutchouc siliconé ou plâtre

Dans ces moules, on peut couler de la cire.

Formule de cire (en poids).

Cire vierge	70 %
Paraffine solide	20 %
Résine végétale	10 %

On mélange tout à chaud à 100°C et on attend que cela refroidisse jusqu'à ce que commence à se former une pellicule en surface.

Copie en cire

Si la pièce a un creux (un trou entre les parois de la pièce), on attend qu'elle prenne de l'épaisseur et ensuite on vide le moule, en laissant une pellicule de 0,5 à 1 cm.

On attend qu'elle refroidisse à l'intérieur du moule. Ensuite on la retire du moule. On fait les coulées et les sorties de gaz de la pièce retirée du moule (en cire).

Observez les sorties (points d'échappée) de gaz nécessaires au moment de verser le métal fondu. Cette matrice de cire sera peinte et damée dans le sable. Ensuite, on réalisera le travail "à la cire perdue" et il restera le négatif (vide) dans le sable. Quand elle est sèche, on procèdera au coulage du métal.



Préparation de la matrice de cire

Pour couler les métaux : On peint avec une gomme-laque les matrices de cire et ensuite on y applique une peinture de mélange plâtre et quartz.

Peintures essayées :

Plâtre et quartz (2 de quartz, 1 de plâtre). Adéquat pour le bronze.

Plâtre et graphite (2 de graphite, 1 de plâtre). Adéquat pour le fer avec du sable.
Ciment réfractaire (fonctionne bien seulement s'il est bien sec après l'application).

Autres essais :

Sable mélangé avec du silicate de sodium à 8 % (fonctionne bien si l'on arrive à bien presser le sable). Plâtre avec quartz, peint sur la cire et ensuite le sable pressé et brûlé au chalumeau (améliore la copie de superficie).

Pour fer : Sables pressés avec 4 % de charbon végétal moulu et 12 % de bentonite.

Le plâtre n'est pas recommandé.

On a également essayé différentes coques qui ont bien fonctionné pour les petites pièces et en les laissant sécher plusieurs heures entre chaque couche (de 6 à 8 heures.), avec quartz, chamotte de kaolin et 15 % de silicate de sodium.

Pour brûler des cires



Élimination de la cire du moule au chalumeau.

Il convient de mettre les moules de plâtre humides dans le four et de brûler la cire à 800°C, en les maintenant à cette température plusieurs heures. Il est important de s'assurer de retirer toute la cire de l'intérieur du moule. Qu'elle soit totalement brûlée. Un indicateur de réalisation correcte : le moule est de couleur blanche sans tâches obscures dans le cône de coulée.

LA FORGE

Atelier Parc de Punta de Vacas, 2008.

La Forge est un élément important dans le maniement du feu dans les ateliers. Elle a plusieurs applications, comme faire des fontes dans des creusets, mais elle servira essentiellement à chauffer des métaux à de hautes températures, pour tempérer, tremper et mouler. Sa construction est très simple, bien qu'il convienne d'utiliser les matériaux adéquats et de qualité, puisqu'elle fonctionne à de très hautes températures.

Construction d'une Forge dans l'atelier du Parc de Punta de Vacas.

Pour construire notre forge, nous avons utilisé une jante de roue de camion avec des profils circulaires de 5 cm et une épaisseur d'acier de 3mm, des barres rondes en fer de 12mm. Puis, du ciment réfractaire et des briques réfractaires pour protéger et concentrer la chaleur vers le centre de la Forge.



Fabrication du tuyau de ventilation avec cendrier et de l'entrée d'air.



Soudure des pieds à la roue de camion.



Soudure du cendrier, qui est le tube inférieur par où entre l'air, et permet que les cendres n'obstruent pas les orifices d'entrée.



Morceaux longs de brique réfractaire collés avec du ciment spécial à l'intérieur de la forge. Remarquez les barres d'acier au centre, qui permettent à l'air d'entrer et empêchent les cendres d'obstruer le cendrier.



Notre forge terminée. À gauche, le ventilateur (récupéré d'une hotte de cuisine). On observe le mécanisme de contrôle du flux d'air qui s'obtient en ouvrant ou fermant la trappe inférieure du cendrier. On place du charbon coke à l'intérieur avec quelques brindilles qui s'enflamment. L'air du ventilateur avive le feu... qui peut ainsi atteindre plus de 1200°

FONTE DU FER

La Cazadora, novembre 2005.

1. Creusets en kaolin

Ceci est un essai pour reproduire les creusets "archaïques" en argile dont la composition est :

Argile blanche (type tinkal ou similaire) : 10%

Kaolin : 50%

Quartz (granulat 200) : 10%

Chamotte de kaolin (taille 2-3 mm.): 30%

Préparation : Kaolin et eau afin d'avoir quelques gros "spaghetti" qui sont séchés et ensuite moulus. La poudre qui en résulte est cuite à 800° C dans la forge.

2. Creusets en graphite (pressages)

Graphite (taille +/-400) : 60%

Argile blanche : 30%

Quartz carbure de silicium : 10%

S'il manque de la plasticité, ajouter de l'argile.

Les creusets ont été moulés à l'intérieur d'un double moule de plâtre renforcé avec une grille métallique. Les plus petits ont été moulés comme un petit bol normal.

3. Moules en kaolin

Avec les mêmes proportions que pour le creuset en kaolin, mais on utilise la pâte à la manière babylonienne, versée autour de la cire, on fait fondre la cire, on les sèche et on les cuit à 1100° C. Finalement, on les pose dans une caisse en les couvrant de sable et en laissant ressortir à l'extérieur l'entonnoir d'entrée (pour la coulée) et les sorties des gaz.

4. Moule vert

Bentonite : 12%

Silicate de sodium : ?

Escarbille : 4%

(On la prépare en moulant du coke pas complètement brûlé et ensuite en le tamisant)

Sable 84% (type Paraná)

On mélange la bentonite et l'eau un jour avant. On obtient une sorte d'argile humide. On mélange les trois éléments en quantité suffisante pour le moule, le reste de la caisse est rempli de sable. On fait alors la caisse, on dépose le sable et le mélange au dessus et on comprime bien. Ensuite, par pression on obtient la forme vide de l'objet.

5. Cuisson des creusets

On cuit une première fois à 1000° C. On engobe de silicate de sodium dilué dans de l'eau.

Note : Avec l'engobe appliqué sur le creuset de kaolin, dans notre essai, il s'est de nouveau humidifié et comme nous ne l'avons pas laissé sécher suffisamment, lors de la seconde

cuisson il y a eu des fissures. On pourrait donc le cuire une seconde par fois sans l'engober. On a cuit à nouveau les creusets à 1200° C.

6. Préparation du fer

On choisit du fer doux sans carbone et sans acier (de bloc moteur - on peut le demander déjà découpé, également des grilles ou des tubes de drainage ou de fourneaux). Le mieux est d'utiliser du fer du même type, ne pas faire de mélange. On le débarrasse le plus possible de ses impuretés. On le brise avec un marteau jusqu'à obtenir de petits morceaux avec lesquels on peut mieux remplir le creuset jusqu'au bord.

7. Fusion du fer

Avant de verser le fer fondu, on simule les mouvements demandés autant de fois qu'il est nécessaire pour mémoriser le tout (avec le creuset rempli de morceaux de fer pour bien se rendre compte de l'effort nécessaire).

On met alors le creuset ou les creusets vides dans la forge, entourés et couverts de briques réfractaires. On allume et on monte la température jusqu'à ce que les creusets soient au rouge, on dépose alors le fer jusqu'à ras bord du creuset, on le couvre d'une brique réfractaire, on couvre le tout avec du charbon coke et on élève encore la température jusqu'à la fusion du fer. On casse l'éventuelle couche de scories avec une baguette pointue en veillant à ne pas casser le creuset (donc en piquant près de la paroi et parallèlement à son inclination). On coule le fer en fusion dans les moules.

8. Achèvement des productions

Après avoir sorti les pièces des moules, on peut les polir et les tremper.

Pour le trempage, on les met dans la forge directement jusqu'à obtenir un rouge cerise (800° C) et ensuite on les plonge dans de l'eau, de l'alcool, de la matière grasse ou de l'huile et on les remet au feu jusqu'à obtenir la couleur marron (450° C). Puis, sur une enclume, on leur donne de petits coups de marteau pour ajuster les molécules et on les laisse reposer sur un lit de sable.

FOUR BIDON

Parc Punta de Vacas, atelier du Centre d'Étude – 30 janvier 2010.

Intérêt

Faire un four chaudron pour travailler la céramique.

Il pourra aussi servir à fondre certains métaux avec un creuset et pour certains autres travaux (comme souffler du verre).

Matériaux

Un bidon galvanisé⁸ de 200 litres. (Il peut être en fer, mais galvanisé il résiste mieux à l'usage).

40 briques réfractaires isolantes (poreuses), pouvant résister à 1400°C.

Plaque ou feuille de fer de 6 mètres de long par 4 ou 5 cm de large et 2 mm d'épaisseur. Utilisée pour la gaine inférieure, les poignées et les supports. Vis et écrous.

Une caisse de laine céramique⁹ avec du Zirconium, 128 k de densité pour 1400°C, 4 m² environ.

15 kg de kaolin en poudre, eau.

2 kg de silicate de sodium (Silicagel).

Du fil de fer (type Kanthal), quelques mètres ; boutons ou petites plaques réfractaires perforées. On les utilisera pour fixer la laine céramique au bidon.

Instruments et accessoires

Un brûleur atmosphérique Venturi de 1 1/4 pour gaz en bouteilles et un brûleur type bunsen ou Fisher. Tuyaux de gaz et les détendeurs correspondants. 2 ou 3 bouteilles (bombonnes) de gaz.

Un pyromètre avec thermocouple "K" pour mesurer jusqu'à 1200°C ou "S" pour plus de 1500°C (pour le travail avec le verre).

Supports réfractaires pour les étages du four faits avec des plaques de cordiérite¹⁰.

Outils

Scie égoïne, scie, râpe ou grosse lime, soudeuse électrique, aiguiseuse-meuleuse avec disque de coupe pour métal, foret, pinces, colliers, tournevis, spatules, niveau, équerre, crayons, mètres, etc.

Procédé

La base

À peu près à mi-hauteur du bidon de 200 litres, on a placé trois barres de fer et une plaque circulaire, pour former la base de briques isolantes.

⁸ Recouvert d'une couche de zinc.

⁹ Les nattes de laine céramique isolantes sont flexibles et conservent leur stabilité dimensionnelle même à de hautes températures. Elles isolent très bien les fournaies, appareils à combustion.

¹⁰ Silicate naturel de magnésium, de fer et d'aluminium.

Sur le côté du bidon, on trace un carré de 10 X 10 cm au niveau des briques de la base, et l'on coupe en suivant ce tracé sur les deux parties latérales et la partie supérieure. Sur la partie inférieure à ce carré, on fait un rebord (vers l'extérieur) pour en faire le support des brûleurs.



Assemblage des briques

Tout l'assemblage se fait en "collant" les briques les unes aux autres avec du kaolin dilué dans de l'eau. Le mélange forme une crème épaisse, qui est appliquée sur les briques légèrement humidifiées au préalable avec de l'eau, et sur une épaisseur de 1 ou 2 mm, pour obtenir ainsi une bonne assise entre les parties, sans fissures. Nous évitons d'utiliser du ciment réfractaire parce que le kaolin fonctionne très bien pour ce type de fours et il permet de faire des corrections et facilite l'entretien.

On monte l'étage du four en plaçant les briques poreuses et en coupant certaines parties pour donner la forme circulaire, sur une épaisseur de 12 cm. Sur ce niveau, on prévoit l'ouverture pour le brûleur qui sera renforcée par des tuiles réfractaires pour 1500°C.

Sur cette base réfractaire, on place verticalement 10 autres briques pour former une paroi à facettes, séparée de 5 cm de la plaque du bidon. Cet espace sera rempli ensuite par une fibre de verre et céramique (5 cm d'épaisseur). De cette façon, la base n'est pas tellement lourde et elle a une meilleure isolation thermique.

Sur les briques dressées et après avoir rempli de la laine céramique l'espace entre elles et le bidon galvanisé, on forme l'anneau supérieur avec des briques couchées et encastrées les unes dans les autres, en dépassant un peu du diamètre du bidon pour pouvoir y poser correctement la partie supérieure du four.

Sur les côtés de l'anneau supérieur, on place une plaque de fer, ajustée par une vis, pliée en suivant la forme précise des briques, qui servira de gaine. Cette gaine est assemblée à la base du bidon par 4 plaques de fer consolidant correctement l'ensemble. L'assemblage des plaques en fer se fait avec la soudeuse électrique.



La bouche d'entrée du feu se fait entièrement en briques, orientée en diagonale vers la gauche, pour que le feu tourne à l'intérieur du four.

De cette façon, on complète la base du four. À l'intérieur, on place ensuite trois supports réfractaires de 8 cm de haut, sur lesquels on ajuste une plaque de cordièrite qui soutiendra les pièces à cuire.

La partie supérieure

On prend le bidon galvanisé et on le coupe à la moitié. Au centre de ce couvercle, on effectue une coupe de 12 x 12 cm, pour réaliser le bec ou cheminée.

On effectue plusieurs petites perforations doubles pour maintenir la laine céramique avec le fil kanthal, quelques-unes près de la base, d'autres à environ 15 cm du sommet et 4 autres paires dans la paroi qui sera sur le dessus. Plus 2 autres perforations de 1 cm de diamètre, à différentes hauteurs, pour pouvoir introduire le pyromètre.

On colle ensuite les trois couches de laine céramique avec le silicate de sodium (silicagel). Les deux premières couches se placent jusqu'au bord du bidon, la troisième couche dépasse de 11 cm pour être repliée ensuite sur la partie extérieure, en étant fixée avec la gaine.

Par les perforations faites au préalable, on passe des morceaux de fil de fer en traversant la laine céramique, on fixe les boutons céramiques et on y ajuste le fil de fer, pour qu'il ne déchire pas la laine.

Après avoir ainsi ajusté fermement la laine céramique, on applique des couches de kaolin dilué dans de l'eau pour former une croûte céramique protectrice.



Une fois le kaolin sec, on découpe l'ouverture supérieure en faisant des coupes dans la laine.

Finitions

On installe le four sur des briques dans le lieu le plus adéquat de l'atelier.

On fixe deux poulies avec des supports en fer pour faire un système de contrepoids quasiment équivalent au poids de la partie supérieure. Ceci équilibre le poids du four et facilite son utilisation. Il n'y a besoin que d'une personne pour élever ou baisser la partie supérieure du four.



Fonctionnement

Pour les fournées de céramique, on peut placer un ou deux étages de plus avec leurs supports à l'intérieur du four. L'espace intérieur utilisable pour placer des pièces est, dans la partie inférieure, de 30 cm de diamètre sur 20 cm de hauteur, et dans la partie supérieure de 40 cm de diamètre sur 40 cm de hauteur.

Une fois les pièces installées, on peut commencer à augmenter la température avec le brûleur Fisher. Ce brûleur permet d'arriver à 800 ou 900° C avec une bonne régulation du feu. On passe ensuite au brûleur Venturi pour arriver à la température finale.



MOULES DE CÉRAMIQUE

La Cazadora, septembre 2004

1. Nous avons fait la technique des cires perdues à l'aide du moule en caoutchouc : On remplit le moule avec de la cire à une température pas trop chaude. Quand les parois en cire atteignent une épaisseur de plus ou moins 3 mm, nous la vidons, laissons refroidir la cire et la retirons du moule en caoutchouc.



2. On prépare l'argile avec de la chamotte (d'épaisseur moyenne). Pour 800 grammes d'argile, une grosse poignée de chamotte bien mélangée jusqu'à ce que il n'y ait plus de traces de chamotte sur la surface.

3. Moule fermé. On recouvre la cire avec l'argile : avec des petits morceaux d'argile (comme des petites boules), on recouvre tout et on étend vers les côtés toujours dans la même direction en laissant les bords plus épais, on superpose encore d'autres morceaux d'argile et on l'étend ainsi jusqu'à obtenir une épaisseur plus ou moins uniforme de 5 mm sur l'objet tout entier. À la base, on moule un entonnoir en argile suffisamment large pour faire entrer le métal fondu et faire sortir l'air. Dans d'autres cas, on peut mouler l'entonnoir et la sortie d'air dans la cire avant de recouvrir avec l'argile.



3 bis. Doubles coques : On recouvre d'abord la cire avec un démoulant (vaseline solide), on répète le pas antérieur en recouvrant avec l'argile, puis on découpe l'argile en deux moitiés (momie) et on sépare l'argile de la cire ; dans l'une des coques, on a fait deux trous (l'un de 1 cm de diamètre et l'autre plus petit de 0,5 cm) et on y fixe l'entonnoir pour verser le métal dans le plus grand trou et dans l'autre on fait un tirage pour l'air, les deux en argile.



4. Cire perdue : on retire la cire de la momie d'argile, avec des petits chalumeaux et avec le four de cuisine à 70 degrés environ.



On laisse sécher les moules en argile toute la nuit dans la cheminée.



5. Les fissures des moules sont réparées avec un mélange d'argile et de vinaigre.

6. Fournée pour cuire la céramique : les 2 premières heures avec du bois jusqu'à 150°C pour bien sécher les pièces ; ensuite on augmente de 100°C toutes les demi-heures avec le chalumeau à gaz jusqu'à atteindre 800°C et après on augmente de 100°C toutes les 40 minutes jusqu'à arriver à 1000°C.



On éteint le gaz, on ouvre la porte et on laisse refroidir jusqu'à ce que la céramique soit tiède.

7. Toutes les pièces sont huilées à l'intérieur avec de l'huile de moteur, pour que la céramique ne se colle pas au métal.

8. On bouche les nouvelles fentes avec de la cire pour que le sable ne s'infilte pas. On joint les coques également avec de la cire et on les attache.



9. Montage de caisses en bois remplies de sable bien tassé, où l'on insère les pièces pour le coulage du métal.



10. Dans la forge, avec un creuset réfractaire, on fond d'abord l'aluminium (à 600 ° C), que nous versons dans les moules, puis on fond du bronze (à 1200 ° C) et on le coule dans d'autres moules.



11. On attend un peu et on les plonge complètement dans un chaudron rempli d'eau jusqu'à refroidissement. On casse la coquille de céramique avec un marteau.



12. On finit les pièces à l'aide de lime, papier de verre, Dremel, meuleuse, etc.

RAKU AFRICAIN

Grotte de Saint Stéphane - Septembre 2005

Nous avons de l'argile rouge¹¹ "pirofila" (25 kg, dont nous avons utilisé la moitié). Nous avons besoin de produire de la chamotte¹² en grains de calibre moyennement fin. Pour cela, nous utilisons des briques que nous cassons avec un marteau jusqu'à obtention des grains adéquats (en le passant par un filtre, d'un millimètre de calibre maximal) et en quantité suffisante pour la mélanger avec l'argile à 50%.



On mélange parfaitement les deux composants et ensuite ... encore un peu plus ! Terminer de malaxer, puis frapper les blocs obtenus pour chasser l'air.



Truc : si la chamotte (qui est très sèche) absorbe trop l'humidité de l'argile, rendant difficile le mélange et les manipulations successives, on l'humidifie un peu avant de la mélanger avec l'argile.

Avec le mélange, on fait des coupelles très simples, primitives (au lieu d'autres formes).

On rassemble beaucoup de bois de chauffage pour le feu de cuisson.

Un seau avec un couvercle et de la sciure.

Un seau avec de l'eau.

¹¹ L'argile rouge commune peut être très plastique, et même trop plastique et trop collante pour être employée seule ; d'autre part, il arrive qu'elle ne le soit pratiquement pas à cause de la présence de sable ou d'autres débris rocheux.

¹² Argile cuite que l'on utilise en céramique pour le dégraissage.



On allume le feu (pour une vingtaine de pièces, il faut un feu d'un mètre et demi de diamètre).



On répartit les pièces autour du feu à une distance de 80 cm, on les pose sur des briques pour qu'elles n'absorbent pas l'humidité de la terre (les pièces n'étant pas toutes au même degré de séchage).



On maintient le feu vif, tandis que l'on tourne peu à peu toutes les pièces pour qu'elles soient toutes séchées uniformément. Une fois le séchage adéquat obtenu, à un certain moment, on peut approcher les pièces des braises.

Quand les pièces sont bien bien sèches, on les place sur les braises à l'aide d'une pelle ou d'une pince.

On recouvre toutes les pièces avec des bouts de bois légers pour ne pas les écraser. Au fur et à mesure que ce bois se consume, on en rajoute (en veillant toujours au poids que l'on pose sur les pièces) jusqu'à obtenir un grand feu.



Lorsque les pièces sont devenues rouges comme les braises, on attend un petit laps de temps supplémentaire pour qu'elles arrivent toutes à la même température.

Avec des pinces et des gants, on extrait avec précaution une ou plusieurs pièces (selon la taille du seau), et on les met dans le seau en les recouvrant de sciure. On couvre le seau et après 5 minutes, en utilisant pinces et gants, on sort les pièces noires de la sciure et on les trempe doucement dans l'eau. Entre-temps, on veille à ce que les pièces qui sont encore dans le feu, restent recouvertes par les braises.

Quand les pièces submergées peuvent être prises à la main, on procède au nettoyage et on les laisse sécher.



TECHNIQUES D'ATELIER

Madrid, Mai 2007

Index

1.- Outillages et équipements

- 1.1.- Outillage manuel
- 1.2.- Outillage électrique
- 1.3.- Appareils de chauffage et de cuisson
- 1.4.- Outillage de mesure
- 1.5.- Équipements divers
- 1.6.- Équipements de protection
- 1.7.- Mobilier
- 1.8.- Équipement de sécurité

2.- Matériaux et produits

- 2.1.- Terre
- 2.2.- Argile
- 2.3.- Différents type de plâtres
- 2.4.- Résine
- 2.5.- Caoutchouc
- 2.6.- Alginate
- 2.7.- Cire
- 2.8.- Peltre (alliage d'étain)
- 2.9.- Terre cuite
- 2.10.- Céramique
- 2.11.- Produits complémentaires.

1.- Outillages et équipements

1.1.- Outillage manuel

- | | |
|----------|--------------------------|
| Pinces | Tournevis |
| Marteaux | Limes |
| Ciseaux | Ciseaux à bois |
| Gouges | Scies à bois et à métaux |

 <p>Pinces</p>	 <p>Cutters</p>	 <p>Spatules</p>
 <p>Vrilles</p>	 <p>Clés anglaises, tenailles, cisailles</p>	 <p>Masse en caoutchouc, lime, marteau</p>
 <p>Étau</p>	 <p>Tournevis</p>	 <p>Massettes, scies</p>

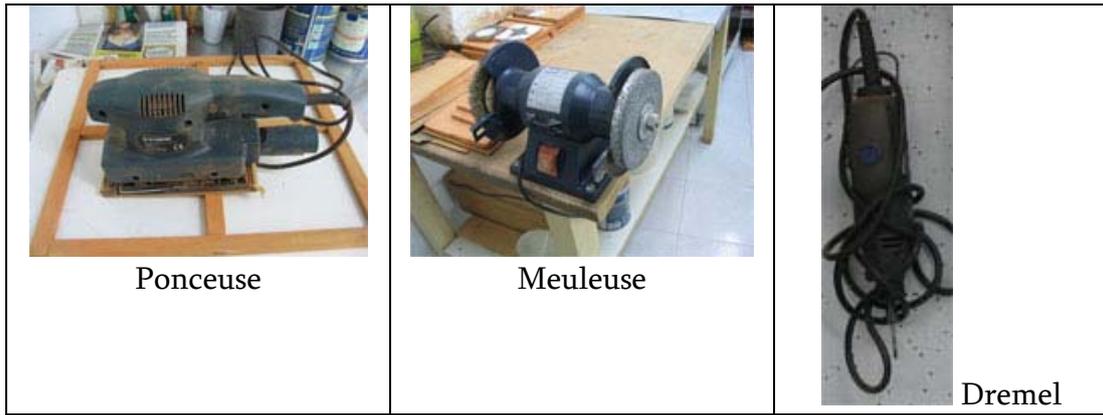
Tenailles
Étau
Agrafeuse.
Cutter

Serre-joints
Clés
Brosse métallique
Spatules

1.2.- Outillage électrique

Foret
Visseuse
Meuleuse
Pistolet colle thermofusible
Dremel (outil rotatif à grande vitesse)

Scie circulaire
Ponceuse
Fer à souder à l'étain
Séchoir



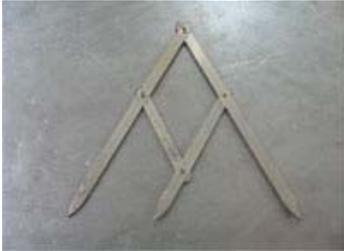
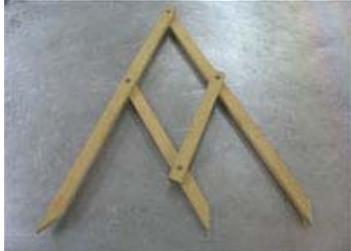
1.3.- Appareils de chauffage et de cuisson

Chalumeau	Cuisinière à gaz
Four électrique	Four à gaz
Four à sciure	Four artisanal fabriqué à partir de bidons ou de seaux
Four à céramique	Forge



1.4.- Outillage de mesure

Mètres flexibles	Mètre de charpentier
Compas	Pied à coulisse
Mesures	Règles
Équerres	

		
Pied à coulisse digital	Équerres	Mètres flexibles
		
Règles	Compas doré métallique	Compas doré en bois

1.5.- Équipements divers

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Corde | Élastiques |
| Cables métalliques et électriques | Bandes |
| Papier de verre | Caoutchouc |
| Récipients | Cuvettes |
| Flacons | Creusets |
| Bidons métalliques | Baguettes |
| Rouleaux | Cuillères |
| Coton-tiges | Petits bâtonnets |
| Tuyaux | Caisses |
| Bouteilles plastiques | Cadres pour faire des caisses |

		
Rubans adhésifs	Cordelettes et élastiques	Colles
		
Couteaux	Couteaux de sculpteur	Pinceaux

1.6.- Équipement de protection

Gants

Lunettes

Masques

Bleu de travail ou blouse

1.7.- Mobilier

Plans de travail

Étagères

Présentoirs et panneaux

Tables

Chaises hautes

Armoires



1.8.- Équipements de sécurité

Extincteur

Boîte de secours

Extracteur d'air

2.- Matériaux et produits

2.1.- Terre

Elle est formée du mélange de différents sables, de composés minéraux et de déchets organiques qui ont été charriés et mélangés par l'eau.

Nous sommes allés chercher du limon sur le bord de la rivière Jarama (aux abords des lacs Velilla), dans la rivière Tietar et dans une grotte de Santo Domingo de la Calzada à la Rioja. Selon le lieu, la couleur, la consistance et la malléabilité sont différentes.

La terre est modelable, malléable, elle subit la gravité quand elle est humide et elle rétrécit lorsqu'elle sèche, elle se fissure et devient dure, et laisse voir sa texture sableuse.

Avec la terre, on a surtout fait les fours pour conserver le feu. Curieusement, le feu contenu dans les petits fours pendant plusieurs heures les rend plus durs et résistants, par un processus de cuisson depuis l'intérieur.

2.2.- Argile

Elle est très malléable, fine, complètement soluble dans l'eau, modelable, élastique et possède une grande plasticité. Grâce à cette élasticité, elle se déforme facilement par la pression ou par son propre poids. On peut dire que plus elle est humide et plus elle est malléable et de plus grande plasticité.

L'argile qui a le plus fort taux d'humidité est la **barbotine**. On peut l'obtenir en dissolvant de la poudre d'argile dans de l'eau, il se forme comme une solution saturée qui agit comme un liquide dense servant à unir des plaques, à coller des parties rapportées, à peindre un produit par couches pour lui donner une autre finition ou à permettre la création de pièces nouvelles au moyen d'un moule. Dans le chapitre consacré au plâtre, nous parlerons de la réalisation de moule avec des coques (moules en plusieurs pièces) pour travailler l'exécution de pièce avec la barbotine. Dans tous les cas, on peut dire que la barbotine s'adapte très bien à n'importe quelle moule.

Quand l'argile sèche, elle est dure et fissurée, mais on peut ajouter de nouvelles parties (si on ne la soumet pas à la chaleur du four, auquel cas elle change d'état et se convertit en céramique).

Pour la terre comme pour l'argile, les techniques sont :

- la motte (ou boule)
- les macarons ou boudins
- les planches ou les plaques
- les moules
- le tour de potier

Et les différents travaux qui sont faits sont :

- Pétrissage
- Modelage
- Cuisson
- Ajout de sable, paille, chamotte, etc.
- Lissage
- Polissage
- Brunissage
- Engobage

Technique de la motte :

Après avoir bien pétri l'argile pour qu'elle ait la consistance et la plasticité nécessaires pour être travaillée sans qu'elle ne se déforme, on forme une boule ou une motte ; on fait un creux avec le pouce et on donne peu à peu la forme entre le pouce et les autres doigts. On l'utilise habituellement pour faire des petits vases simples et arrondis. On ajoute aussi des pincées d'argile à la coupelle que l'on veut faire pour lui donner la forme voulue. Quand la pièce a séché jusqu'à être dure comme du "cuir", on peut lisser la surface et la décorer.

Technique des plaques :

Après avoir bien pétri l'argile, on en prend des morceaux que l'on place entre deux morceaux de bois ou de matériel dur d'une largeur choisie, on passe le rouleau dessus jusqu'à former des plaques uniformes. Ensuite, on coupe les bords en onglet, en lui donnant la forme souhaitée. Puis on unit les différentes plaques avec la technique du collage ou de la couture à l'aide d'une pâte d'argile. Cette technique est utilisée pour réaliser des pièces géométriques plates et creuses. Une fois sèches, on peut les lisser jusqu'à leur donner le lissage voulu. Il convient que l'épaisseur des plaques ne soient pas trop fine parce qu'au moment du séchage, en se rétrécissant, elles peuvent se briser.



Technique des macarons ou boudins :

Après le pétrissage, on forme des barrettes d'argile que l'on unit, ou bien des barres plus larges (macaron ou boudin) que l'on pose en spirale jusqu'à former le pot désiré. Ensuite, on utilise le collage ou la couture pour les unir. Puis on lisse la surface avec les doigts et on peut finir avec une petite brosse humidifiée. Une fois sèche comme du "cuir", on finit de donner la finition de surface, et les décorations souhaitées. On l'utilise pour la réalisation de vases de différents types.

Technique du tour

Tout d'abord, on coupe le morceau que l'on veut avec un fil. On le pétrit sur une planche ou un carreau de plâtre que l'on a préparé. L'objectif est que la planche absorbe une partie de l'humidité de l'argile. Cette planche peut se faire très facilement en versant du plâtre sur une caisse en bois et en le laissant sécher un moment. Il faut faire en sorte que la surface en plâtre reste lisse et régulière puisqu'elle va être la base sur laquelle nous pétrirons l'argile.



Le pétrissage se fait avec les deux mains en les utilisant comme deux petites pelles, en appuyant symétriquement, et en créant une forme comme une "tête de taureau". Cette

partie du processus est très importante car c'est ce qui donne la consistance et permet d'enlever les bulles d'air.

Avant de la mettre sur le tour, on lui donne une forme conique, puis on colle une "piste" sur le tour sur laquelle on jette la "motte". Ensuite, on centre avec une main pendant qu'avec l'autre, on pousse vers le bas. Parfois, on pousse avec les deux mains vers soi pour aider au centrage en maintenant les coudes appuyés sur les genoux. On nettoie aussi la base avec les doigts. Tout ce processus doit se faire avec les mains humides pour que l'argile garde sa plasticité.



Le travail au tour requiert une certaine pression sur l'argile mais sans forcer. Avec cette pression et une fois bien centrée, on élève et on abaisse la motte en faisant un cylindre. Pour le baisser, on le soutient avec une main et on presse avec l'autre. Ce "monter et descendre" sert à pétrir et il faut le répéter plusieurs fois : l'argile devient plus souple et on enlève les bulles éventuelles. L'excédent est mis dans une coupelle que nous gardons à côté de nous. Nous devons pouvoir à tout moment nous humidifier les mains dans une bassine qui est placée aussi à proximité.



Productions et pièces

On a réalisé différentes figures géométriques avec les cinq solides platoniciens (tétraèdre, hexaèdre, octaèdre, le dodécaèdre, icosaèdre), la sphère, le cône, le cylindre, la pyramide et autres.

En général les figures étaient creuses et réalisées par le biais de différentes techniques, même si nous avons surtout eu recours aux plaques.

Les autres productions ont été des fours et des petits creusets pour conserver le feu et certaines figures modelées, d'autres ont été réalisées au moyen de coques et certaines pièces faites avec de la barbotine avec des moules de plâtre. Avec le tour, nous avons commencé à fabriquer des objets comme des creusets, des assiettes, des poteries et des vases de différentes tailles et formes.

2.3.- Plâtre (de gypse)

Ce minéral est du sulfate de calcium qui est extrait des roches de plâtre. On le travaille de façon semblable au plâtre fin, mais contrairement à celui-ci, quand on jette ce plâtre plus grossier dans l'eau, on ne l'agite pas, on ne le remue pas afin de ne pas le tuer et il faut toujours avoir de l'eau dans le bac pour qu'il ne sèche pas.

2.4.- Plâtre raffiné ou plâtre fin

C'est du plâtre cuit qui a été raffiné. Pour le travailler, on le mélange avec de l'eau, mais il faut tenir compte qu'il durcit rapidement, il faut donc prendre quelques précautions. Le récipient à utiliser doit être très propre, il doit être en particulier nettoyé des restes de mélanges antérieurs.

Il est très important de ne pas dépasser la quantité d'eau pour ne pas faire une quantité excessive de plâtre que l'on n'aura probablement pas le temps d'utiliser et qu'il faudra jeter à la poubelle. Il est toujours préférable de faire une petite quantité et travailler ainsi de façon plus commode.

Ce plâtre de finitions est plus fin que le plâtre de bâtiment, il sèche plus vite, prend une couleur blanche plus intense, et il est moins poreux.

Pour préparer la pâte, on saupoudre le plâtre dans le récipient avec soin en essayant de le répartir de façon uniforme à la surface de l'eau. On met du plâtre jusqu'à ce que la poudre sèche puisse apparaître partiellement au-dessus de la surface de l'eau comme une île. Si nous n'avons pas assez de plâtre, le mélange sera très liquide et on ne pourra pas l'utiliser avant un bon moment ; et si, au contraire on met trop de plâtre, il durcira rapidement, il sera perdu : en effet on n'aura pas le temps de l'utiliser car il aura perdu ses propriétés plastiques. Ensuite, on remue le mélange qui doit avoir une consistance douce et pas très épaisse comme du chocolat dilué. On peut reconnaître le moment quand "on en a l'eau à la bouche", c'est-à-dire lorsqu'on expérimente une augmentation de sécrétion salivaire. On mélangera de façon uniforme, en remuant avec la main et en cherchant les grumeaux pour les dissoudre en les écrasant avec les doigts.

On a réalisé une multitude de moules et de figures en plâtre, par exemple des doigts, des mains ou des bustes, des pièces géométriques ou des figures décoratives, des copies d'art indigène ou des pièces préhistoriques, etc.

Le travail spécial qui est décrit à la suite est la réalisation de moules en plâtre pour faire des pièces avec la barbotine.

Moules en plâtre pour travailler avec la barbotine

Pour les objets réalisés avec la barbotine, la principale difficulté est dans la réduction du matériel. Pour éviter cela, on peut mettre du perborate de sodium dans la barbotine et la réduction au séchage baisse un peu.

La consistance de la barbotine ne doit pas être très liquide, comme un chocolat épais, mais en maintenant son point d'humidité. S'il y a beaucoup d'eau, elle partira en morceaux rapidement et si elle est très épaisse elle ne suivra pas bien le positif du moule et la copie sera de mauvaise qualité. Le versage se fera par couches successives pour lui donner suffisamment d'épaisseur au fur et à mesure que cela sèche, en bougeant et balançant lentement l'objet dans tous les sens pour couvrir la surface du moule.



Les deux parties de la coque doivent être très lisses pour qu'elles s'emboîtent bien. Le produit utilisé comme démoulant a joué un rôle fondamental dans les essais réalisés. On peut utiliser de façon sûre la vaseline ou l'huile d'olive, mais en prêtant attention à ce qu'il ne reste pas de résidus qui abîment la copie finale sous forme de tâches ou de gouttes. Dans la recherche d'un démoulant définitif, le lubrifiant du type 3 en 1 a donné de très bons résultats.



Si l'original a des cavités, il faut les remplir pour que nous n'ayons pas de difficultés au moment d'extraire le positif. Les bords et les côtés ne devraient pas non plus créer de concavités dans le moule, même si tous ces détails peuvent être taillés et profilés avec un stylet une fois que la pièce est sèche et qu'on l'a extraite du négatif.

2.5.- Résine

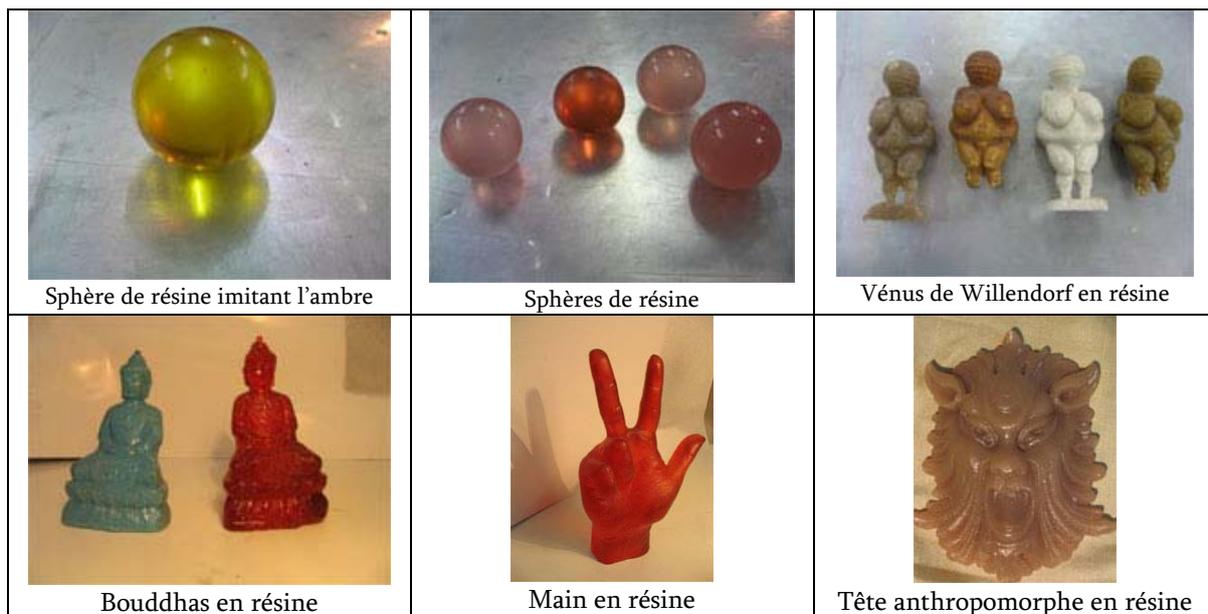
C'est un composé de polyester que l'on trouve dans les magasins spécialisés dans les produits chimiques.

On travaille habituellement avec des moules en caoutchouc, même si elle admet d'autres matériaux pour les moules : la condition étant qu'ils soient imperméables ou qu'ils s'imperméabilisent, pour que le liquide ne s'infilte pas et ne se mélange pas avec le moule. La qualité principale de la résine est qu'elle permet de copier des figures ou des pièces avec beaucoup de détails. Dans ce sens, on peut dire que la figure résultante sera une copie exacte de l'original, sans la perte de résolution qu'ont les autres matériaux. Il convient de l'utiliser pour des figures qui ne sont pas très grandes et qui sont d'une seule pièce, pas avec des coques, parce qu'étant un liquide, elle pourrait couler facilement par les jointures des coques. Faire un moule bien étanche est très important pour cette même raison. Sinon la résine coule et le travail est perdu.

On la mélange avec 1,5% de catalyseur en remuant doucement dans la même direction durant cinq minutes, durée que l'on pourra réduire ou augmenter selon la quantité de résine. Il faut faire en sorte qu'il y ait le moins de bulles possibles car ensuite, il sera très

difficile de les enlever. Si on utilise un accélérateur, dans le cas où la résine ne le contienne pas déjà, il ne faut jamais le mélanger en même temps que le catalyseur car cela **peut provoquer une réaction de type explosive**. Pour préparer les résines, on ajoute en premier la quantité nécessaire de catalyseur, et une fois bien mélangé, on pourra ajouter l'accélérateur. Il faut aussi beaucoup prêter attention à ne pas confondre le catalyseur de la résine avec celui du caoutchouc car ils sont de différents types et ne peuvent servir pour d'autres matériels que celui pour lequel ils ont été conçus. Ceci est arrivé une fois et tout ce qu'on a obtenu, c'est de détruire tout notre travail. Il convient donc de bien marquer le catalyseur de chaque matériel et de le ranger dans des endroits différents dans l'atelier de travail pour qu'il n'y ait pas de confusion.

La résine peut être "chargée" avec différents types de choses comme de la sciure, de l'argile en poudre, de la limaille de métaux, du marbre ou du quartz. On peut aussi se servir de n'importe quel pigment, qu'il soit translucide ou opaque, pour modifier sa teinte originale transparente. Si on ajoute des colorants, il faut le faire en petite quantité car ils ont beaucoup de pouvoir de coloration et il faut très bien les remuer jusqu'à ce qu'ils se dissolvent de façon uniforme.



Si l'on veut que la figure n'ait pas trop un aspect plastique en surface, on peut saupoudrer la cavité du moule avec du talc ou bien enduire le moule avant d'y verser la résine avec un mélange plus épais de résine et de substances ajoutées. Ce procédé consiste à couvrir au pinceau la surface du moule pour que cet enduit soit la couche externe de la pièce. Il faut laisser sécher cette couche durant un moment -selon la taille de la pièce- avant de verser le reste de la résine, car si l'on ne procède pas ainsi, le résultat final peut ne pas être uniforme mais sortir avec des surfaces très inégales.

Quand on a versé la résine dans le moule, on enlève les bulles en donnant des petits coups sur la table à côté du moule, les bulles montent à la surface et on les élimine avec un petit bâton. Dans le cas où le moule est fermé, il faut aussi mettre un bout de bois ou un fil de

fer pour s'assurer que la résine arrive bien dans toutes les cavités du moule et qu'elle remplit bien tous les trous.

On a fait en résine des pièces géométriques comme la sphère, la pyramide ou l'octaèdre ainsi que des pièces figuratives comme des copies de la Vénus de Willendorf, des scarabées égyptiens, des méduses, des cyclopes, etc.

2.6.- Caoutchouc

C'est un polymère ou élastomère de silicone que l'on achète également dans les commerces spécialisés dans la chimie. C'est élastique, même si cela se présente sous la forme liquide, une fois qu'on lui ajoute le catalyseur, il prend et sèche environ en une journée à température ambiante. Il y a un autre procédé -appelé vulcanisation- qui fait prendre le caoutchouc en quelques secondes par l'application concentrée de chaleur, mais nous ne l'avons pas encore expérimenté.



C'est le matériel approprié pour faire des moules en négatif et **le fait de ne pas avoir à le détruire pour extraire la pièce permet de faire des figures en série**. Il permet aussi des travaux avec une résolution très précise, en copiant le moindre détail à la surface de la pièce. C'est à dire qu'il est capable de marquer sur les copies, des détails aussi fins qu'un cheveu ou un grain de sable.

On fait une boîte bien fermée et on introduit la pièce à l'intérieur et on la colle avec un peu d'adhésif sur la plus petite surface possible pour qu'elle reste fixée. La distance entre la pièce et les parois de la boîte doit être suffisante pour que le moule puisse avoir l'épaisseur adéquate. Il n'est pas non plus recommandable que la distance soit excessive parce qu'il serait alors très épais et on gâcherait beaucoup de caoutchouc (qui est un matériel cher). Chercher la quantité de caoutchouc nécessaire pour que le moule soit proportionnel à la taille de la pièce. Ce qui est recommandé, c'est qu'il y a une épaisseur minimale de 5 mm.

Pour calculer le volume de caoutchouc à utiliser, on peut mesurer ce volume avec la pièce à l'intérieur, en versant du sable dans la boîte avec la pièce à l'intérieur et ensuite en versant ce sable dans un verre mesureur. Si l'on procède ainsi, il faut très bien nettoyer la boîte et la figure pour qu'il ne reste pas de sable. Si la boîte est imperméable et complètement fermée, on peut mesurer le volume avec de l'eau de la même façon qu'avec le sable. L'eau sera toujours un moyen de mesurer plus propre et son volume est facile à mesurer.

On mélange le caoutchouc avec 5% de catalyseur dans un bocal. On remue lentement et soigneusement pour ne pas créer de bulles, en tournant toujours dans la même direction. Ensuite on verse le mélange par les bords ou les coins pour que tous les trous soient bien remplis et que ne se forment pas de bulles. Même ainsi, malgré toute cette attention, il est normal que se forment quelques bulles qu'il faudra ensuite enlever en tapant la surface sur laquelle se trouve la boîte avec un maillet en caoutchouc. Taper quelques minutes de façon continue suffira pour enlever les bulles. Nous insistons sur ceci car toute bulle qui reste à l'intérieur déformera les pièces que nous ferons dans ce moule.

Ensuite, on laisse reposer pour que cela prenne, chose qui se produit en une journée environ selon la taille du moule. Une fois que le moule est sec, on fait une découpe dans la longueur la plus petite possible mais qui soit suffisante pour extraire la pièce.

Nous avons fait des coques (moules en plusieurs parties) en caoutchouc qui ont été très positifs pour certains matériaux comme la cire ou le plâtre qui sèchent rapidement, et avec l'argile qui est plus épaisse. Par contre, cela n'a pas donné de bons résultats avec la résine étant donné que même si les jointures sont bien scellées, celle-ci s'écoule facilement.

Le moule de caoutchouc, qu'il soit ouvert ou fermé, permet de travailler avec des matériaux froids comme la résine, le plâtre, l'argile ou des matériaux chauds comme la cire. En revanche, dans les moules fermés, on ne peut pas utiliser la barbotine parce que le moule n'absorbe pas l'humidité et la pièce ne sèche pas.

Un autre travail intéressant est la réalisation de chapes de caoutchouc pour de grandes pièces. Le procédé est le suivant : on peint avec un pinceau la surface de la figure avec du caoutchouc et on le laisse sécher à température ambiante durant plusieurs heures pour qu'il s'épaississe et ne goutte pas. On couvre bien la figure en mettant différents couches à des moments successifs si cela est nécessaire pour qu'elle soit bien couverte et qu'il ne reste pas une couche trop fine à certains endroits. L'épaisseur recommandée de la chemise est d'environ 3 mm au minimum.

On a fait des moules pour de nombreux objets et productions, par exemple, l'arbre des états intérieurs, le symbole de l'École, des sphères, des pyramides et d'autres figures géométriques, un scarabée égyptien, la Vénus de Willendorf, un guerrier de Siam, etc.



2.8.- Cire

On fabrique la cire avec 70% de cire d'abeille, 13% de paraffine et 17% de résine de pin, appelée aussi colophane, en chauffant ces substances sur le feu jusqu'à ce qu'elles fondent. Ce mélange obtenu permet de reproduire tout objet pour lequel on aura fait au préalable un moule de caoutchouc ou de silicone. On remplit ces moules en silicone et ensuite on extrait la cire une fois sèche et dure pour faire un nouveau moule avec du plâtre, appelé de cire perdue, comme ceux utilisés pour la fonte.



Pour travailler la cire perdue, la première chose que l'on fait avec l'objet modèle est d'en faire un négatif pour qu'avec ce moule, on puisse réaliser une reproduction en cire.

Une fois le moule obtenu, un négatif de silicone, on l'ouvre et on extrait la pièce du moule. Ensuite, on ferme le moule, en le maintenant bien fermé avec des élastiques ou du ruban adhésif et l'on verse à l'intérieur de la cire liquide que l'on a chauffée au feu auparavant pour qu'elle se liquéfie. Ainsi on obtient la reproduction en positif. On laisse refroidir durant quelques minutes à température ambiante et ensuite on peut le mettre au congélateur pour qu'il se solidifie plus vite. On procède ainsi car le risque que la pièce se brise lors du démoulage est grand si on met la cire encore très chaude dans le congélateur. Finalement on démoule et l'on se prépare à faire le moulage avec du plâtre.

2.9.- Peltre

Nous avons travaillé avec différentes proportions dans le mélange et la fonte des métaux, et les résultats quant à la dureté et à la couleur, etc. ont été dépendants de la proportion et des métaux employés. Par exemple, pour avoir une couleur plus argentée (couleur argent), on n'ajoute pas de plomb et on augmente la quantité de zinc.

Les différents métaux se fondent en mettant en premier ceux qui exigent la température de fusion la plus haute. Dans le cas des métaux que l'on peut utiliser pour le peltre, les températures de fusion sont :

Antimoine	630 °C
Zinc	419 °C
Plomb	327 °C
Bismuth	271 °C
Étain	232 °C



Avec une simple gazinière, on peut atteindre les températures suffisantes pour les métaux de basse température de fusion, mais nous avons dû utiliser un chalumeau à gaz, de ceux

que l'on utilise pour arriver à la température nécessaire pour faire fondre l'antimoine. Une fois que les métaux sont liquéfiés, on agite ou on remue le mélange pour qu'il soit uniforme et on enlève les impuretés qui flottent à la surface. À ce moment-là, l'alliage est prêt pour être versé dans le moule.



Pour le processus de fabrication de la pièce, il faut tenir compte des choses suivantes :

- Les moules utilisés sont en plâtre.
- Le moule doit être très sec pour que le métal ne se mette pas à bouillonner et il est préférable d'avoir chauffé auparavant le moule dans un four pour que le choc thermique au contact du métal liquide soit moins élevé.
- Le moule doit avoir une cheminée ou une voie de sortie pour les fumées en plus du trou pour la coulée.
- La coulée doit être lente et constante pour éviter les bulles.



Voici en détails les proportions utilisées pour différents types de peltre :

Le premier peltre testé

Étain	70%
Zinc	18%
Plomb	12%

Peltre de Paris

Étain	85,44%
Antimoine	14,50%
Plomb	0,06%

Peltre de l'atelier

Étain	86,66%
Antimoine	6,66%
Plomb	6,66%

Nous avons utilisé le zinc dans un seul cas et il en est sorti un alliage plus dur et plus résistant.

Pour connaître exactement les proportions, on les calcule par volume. Cela facilite beaucoup le calcul d'avoir obtenu au préalable des barrettes ou briquettes qui se font dans des moules en plâtre préparés à cet effet et dans lesquels on a forgé chaque métaux séparément.

Il faut utiliser des gants de cuir épais comme ceux qu'utilisent les ouvriers pour manipuler des outils dangereux. Il est très intéressant de couvrir le manche de la casserole avec du cuir, du chiffon ou une bande adhésive isolante ou n'importe quel autre moyen pour éviter que la chaleur atteigne les mains malgré les gants.

Il faut aussi préciser que pour la fonte, il faut utiliser du gaz butane et si nous n'en disposons pas, trouver une cuisine de camping du type camping gaz avec une bouteille bleu car le gaz naturel à moins de pouvoir calorifique, les cuisinières électriques et de vitre céramique en ont encore mois.

Il faut dire aussi que la fonte doit être faite dans une casserole de porcelaine -celles qui sont rouges- ou en fonte (fer et carbone), dans les deux cas avec un bec verseur, jamais en aluminium car cela se détériore rapidement avec tous les risques conséquents.

On a fabriqué beaucoup de pièces en peltre, de figures géométriques, comme des cônes, sphères, cubes, tétraèdres, pyramides, etc. Et aussi des parties du corps comme des doigts, mains, masques de visages, etc. Et d'autres figures comme l'arbre, la Venus de Willendorf, diverses pièces gravées, etc.

2.10.- Terre cuite

On a cuit des pièces de terre cuite dans des bidons métalliques ou dans des boîtes de conserve remplies de sciure pour produire des pièces selon le procédé appelé Raku.

Tout d'abord, on fait un trou dans le fond et le couvercle du bison avec un burin et un marteau. Ensuite on y met environ 4 cm de sciure. On place les pièces à l'intérieur sans qu'elles ne se touchent entre elles. Ensuite on les "enterre" et on les recouvre complètement de sciure, en tenant compte que les pièces avec des parties creuses doivent être remplies de sciure. Les pièces en terre restantes peuvent être couvertes en couches successives jusqu'à remplir complètement le bidon.



Après la dernière couche, on met 4 autres centimètres de sciure et l'on pulvérise la surface avec un carburant, comme du kérosène. On met le feu et on bouche le bidon de manière à ce que, comme il y a une moindre quantité d'oxygène, se produise une combustion lente. De temps en temps, il faut vérifier que cela fume pour s'assurer que la braise ne s'est pas éteinte. On peut aussi surélever le bidon sur des pierres pour qu'il y ait un peu plus de ventilation et que le feu consume toute la sciure.

2.11.- Céramique

Avec le four à céramique électrique, on a utilisé divers programmes avec différentes rapidités de montée de température et de refroidissement. Ces programmes étaient automatisés et on les utilisait selon le type d'argile ou les émaux que l'on appliquait.

 <p>Figures géométriques biscuitées</p>	 <p>Plat émaillé et coloré à l'oxyde</p>	 <p>Dalle émaillée</p>
 <p>Figures peintes à l'oxyde</p>	 <p>Feuilles émaillées</p>	 <p>Figures géométriques</p>
 <p>Tête maya avec oxyde et émail</p>	 <p>Vase avec oxyde et fondant</p>	 <p>Vase émaillé avec couleurs à l'oxyde</p>
 <p>Vase à l'oxyde bleu sur orange</p>	 <p>Vase émaillé</p>	 <p>Vase émaillé et coloré avec l'oxyde</p>

Les émaux se diluent dans de l'eau et sont très absorbés par la céramique, c'est pour cela qu'il est nécessaire d'appliquer 3 couches ou plus avec des intervalles de temps de séchage entre chaque couche.

Les oxydes permettent plus de détails que les émaux et des dessins plus précis même s'ils ne donnent pas par eux-mêmes de brillant à la pièce. Pour que la pièce soit brillante, il

faut les mélanger de différentes façons avec des émaux ou du fondant. Le fondant est utilisé pour fixer l'oxyde et pour que la pièce reste brillante.

Les résultats de l'application de ces colorants sur les biscuits ont été inégaux : le pinceau a produit de pauvres résultats, l'immersion de la pièce dans le liquide a été un peu meilleure et c'est avec la vaporisation avec un tube, type aérographe, qu'on a obtenu les meilleurs résultats tant dans le résultat final que dans l'économie de moyens.

2.12.- Produits complémentaires

Sable

Sciure

Poudre de zinc, de quartz, de marbre, de graphite, etc.

Chamotte de différents calibrage de grains

Kaolin

Borax

Cordiérite

Bentonite

Feldspath de sodium

Vaseline

Essence de térébenthine

Alcool à brûler

VIDÉOS

Terre – Conservation du feu – Production du Feu – Tour du potier

<http://www.tallerdevideo.org/Eduardo/>

Sommaire

Note des compilateurs _____	2
Encadrement sur les métiers _____	3
Vision générale du Métier _____	4
Causerie "La pierre" _____	5
Descriptions de Techniques _____	29
Conditions pour réaliser le Métier du Feu _____	30
Notes à propos des fours, des chalumeaux et des moules _____	31
Note sur les matériaux, les fours, les moules _____	41
Forge _____	50
Fonte du Fer _____	52
Four Bidon _____	54
Moules de céramique _____	58
Raku africain _____	61
Techniques d'atelier _____	64
Vidéos _____	82