

LA FONDERIE A LA CIRE PERDUE (suite)

par M. Stuart Roussel (1)

II - TECHNIQUE DU MOULE BLOC

A – réalisation du modèle en cire et du moule de « potée »

Une fois le moule en élastomère (RTV) réalisé, celui-ci va être utilisé pour obtenir un double de l'original en cire. Pour des questions de poids des pièces terminées et du retrait de métal, les reproductions en cire sont toujours creuses. Plus une cire est mince, plus la pièce métallique finale aura une « peau » fidèle et de qualité, mais aussi plus les risques de parties non venues sont importants.

Un bronze d'art s'appréciera donc entre autres, à sa légèreté, le poids du bronze n'entrant absolument pas en ligne de compte dans le prix, vu son coût (inférieur à celui du beurre !).

L'obtention de la copie en cire s'effectue « à la renverse ». On coule la cire très chaude la première fois, on la laisse en place un certain temps et on vide la cire. Plusieurs opérations identiques permettent d'épaissir la cire jusqu'à la valeur désirée qui variera avec la taille de la pièce.

Une autre méthode consiste à appliquer la cire sur l'élastomère au pinceau. Ceci nécessite d'avoir réalisé le moule avec une découpe du RTV en plusieurs morceaux, chacun d'eux étant équipé d'un astucieux système d'immobilisation sur la coque de plâtre correspondante. Une cire « de contact » est d'abord appliquée sur

chaque pièce de RTV. Une cire « d'épaisseur » est ensuite estampée sur la première. Les différentes coques sont ensuite rapprochées, parfaitement jointes et bloquées fermement. Une coulée de cire permettra de fermer les joints.

Un « jet » d'alimentation principal équipé d'une « golette », des jets secondaires, des événements, des événements de noyau

(partie creuse de la cire), seront ensuite mis sur et dans la cire, celle-ci ayant été laissée en place dans le moule en RTV.

La cire sera ensuite enveloppée d'une potée de composition assez variable suivant le fondeur : plâtre et chamotte, ou plâtre et sable, ou ciment et chamotte, ou ciment et sable, avec des adjonctions possibles de talc, amiante, fil de verre, bois, et autrefois en Europe et de nos jours encore en Afrique et en Asie : argile, sable, crottin de cheval ou de vache. Une technique plus simple mais utilisant des produits de base très élaborés dont nous parlerons plus tard en détail, utilise du silicate d'éthyle ou de la silice colloïdale pour obtenir avec de la chamotte ou du sable un revêtement carapace. Cette méthode très précise est issue de l'industrie. 3 ou 4 fonderies l'utilisent en France. 25% ou 30% des fonderies d'art aux USA en font usage.

Le revêtement de potée s'effectue en deux fois.
On coule d'abord le noyau et une « base ».
Les coques en plâtre et le RTV sont enlevés.
La cire est retouchée.

L'artiste signe la cire et appose un numéro d'ordre entre 1 et 8 suivant le nombre de pièces déjà réalisées.

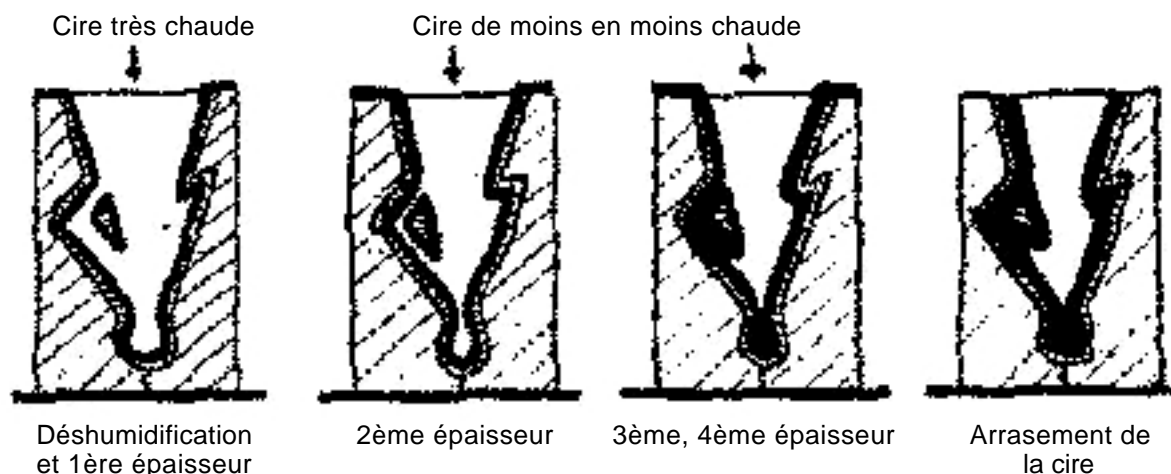
Des jets secondaires, des événements, des clous de blocage de noyau et de base sont mis en place.

On dégraisse la cire et on applique la couche de potée de contact, qui doit assurer la précision des détails de la pièce.

On entoure la pièce d'une armature métallique de renfort et d'une ceinture de coulée de la potée d'épaisseur qui est versée à la bonne viscosité.

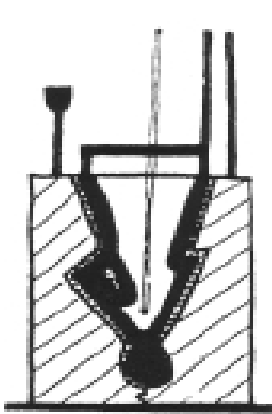
On obtient ainsi un moule « bloc » cylindrique.

PREPARATION DU MODELE EN CIRE

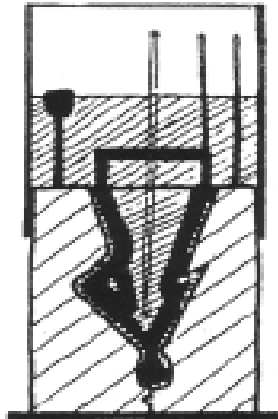


Voir page suivante les schémas de réalisation du moule de potée.

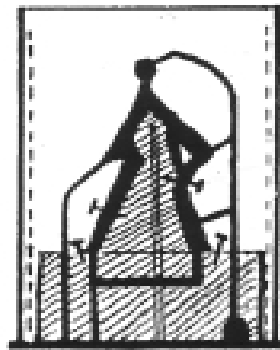
REALISATION DU MOULE DE POTEE



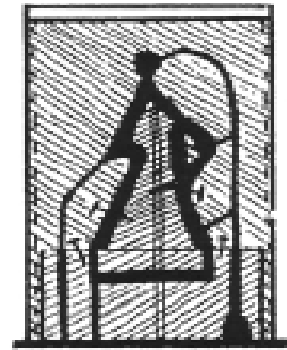
Pose de l'amorce du jet principal et de la galette, des évents et de l'évent de noyaux



- Coulée de la base
- Démoulage de la ceinture
- Striage de la base



- Enlèvement des coques de plâtre et du RTV,
- Pose des clous de base
- Enduction de la potée de contact après graissage,
- Pose du renfort métallique
- Pose de la ceinture de coulée.



- Pose de la coulée d'épaisseur

LA FONDERIE A LA CIRE PERDUE

(suite et fin)

par M. Stuart Roussel (1)

II - TECHNIQUE DU MOULE BLOC (suite)

B - Cuisson des moules blocs - Fonte et coulée du bronze

Le moule bloc de potée enveloppant la pièce en cire doit être mis au four afin d'être « déciré ». Cette opération de cuisson est délicate, car le moule est humide et l'eau se vaporise à 100°, risquant de briser le moule par surpression interne. La cire fond vers 75° et se dilate en chauffant. Il faut cependant que l'eau et la cire puissent s'échapper sans rompre le moule.

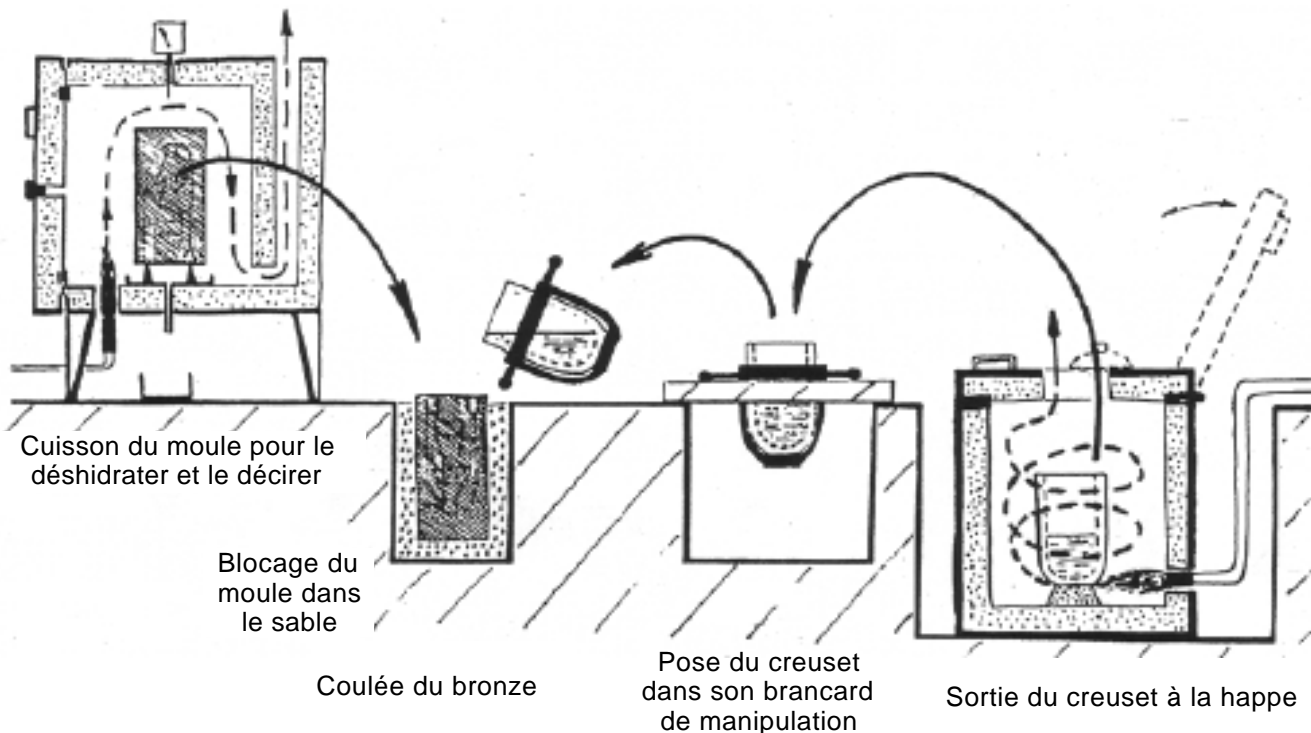
Lorsque la cire sort, une partie est récupérable et l'autre s'infiltre dans la masse de la potée vidée de son eau. Il est exclu de couler le métal liquide dans une cavité risquant de contenir le moindre soupçon de trace de cire, sous peine d'explosion du moule ou de geyser de bronze s'échappant à travers les événements. Ceci conduit inmanquablement à l'obtention d'une pièce transformée en gruyère par les dégagements gazeux issus de la cire résiduelle portée autour de 1000°.

Tous ces phénomènes physico-chimiques doivent être pris en compte afin de réaliser une courbe de montée en température adaptée au type de potée et au diamètre du moule. Le diamètre est en effet important, un moule déciré a la même constitution qu'une bouteille de Leyde (ou un Thermos), à savoir une partie centrale : le noyau, parfaitement isolé de la partie externe par une pellicule d'air (là où il y avait la cire) de quelques millimètres. Le coefficient de conductibilité du moule au niveau de cette pellicule va donc brutalement chuter dès que la cire sera partie, rendant extrêmement longue la pénétration des calories dans le noyau gavé d'une partie de la cire.

Des formules empiriques, des contrôles précis de la variation de montée en température du moule, l'observation de la couleur du moule en cours de chauffe sont des éléments permettant de cerner correctement le problème. Il faudrait citer une méthode originale originaire du Mexique, consistant à « goûter » l'air de sortie du four à travers un long tuyau, afin de décider si de la cire est toujours présente.

Une fois la cuisson terminée, les moules sont délicatement sortis du four, déposés sur un lit de sable et parfaitement bloqués par celui-ci. Cette opération est fondamentale,

DECIRAGE - FUSION - COULEE



car le moule est une enveloppe fragile qui risque de se fendre sous l'effet de la pression hydrostatique du bronze au moment de la coulée. Il existe une procédure de damage du sable, simple et efficace, qu'il faut respecter.

Le moule étant bloqué, la fusion du bronze est réalisée. Le métal utilisé sera constitué de lingots raffinés par des entreprises spécialisées. On évitera le bronze de récupération obtenu chez les ferrailleurs, car les crasses, l'huile, les dépôts de calcaire pollueront le bronze, ce qui se répercute sur la qualité de la peau de la pièce.

La fusion sera toujours réalisée sous atmosphère très légèrement oxydante, car une atmosphère réductrice entraîne une dissolution importante d'hydrogène de l'air et d'anhydride sulfureux dans le métal.

La coulée de bronze se fera « ni trop vite, ni trop lentement », formule ambiguë, exprimant simplement le fait qu'il ne faut pas mettre le moule en pression du fait de la colonne de bronze dans le jet principal, mais que par ailleurs, couler trop lentement risque d'entraîner des manques par gel du bronze.

Après une durée variable selon la taille de la pièce, le bronze s'étant solidifié et refroidi en partie, le moule est brisé, les événements et les jets coupés, leur trace effacée par ciselage. Les clous sont retirés et les trous correspondants sont bouchés. Un nettoyage de la pièce à la brosse métallique permettra de la préparer pour la patine. Celle-ci consiste en un vieillissement artificiel de la teinte du bronze par application à chaud ou à froid de produits chimiques se combinant au cuivre pour donner des teintes très variables, permettant de mettre en relief les qualités artistiques de la pièce.

réfractaire d'environ 3 à 8 mm suivant la taille des pièces. Au cours de ces cycles, la taille des grains réfractaires doit aller en grossissant. Un ou deux trempages intermédiaires d'homogénéisation dans le silicate d'éthyle ou la silice colloïdale peuvent être envisagés.

Compte tenu de l'extrême finesse de la première couche et de la durée de séchage entre chaque couche, on conçoit qu'une variation de température du local risque de provoquer une dilatation de la cire et la fissuration de l'enveloppe. De même, une hygrométrie mal adaptée, des courants d'air inopportuns, risquent de provoquer un séchage trop rapide de la surface du réfractaire, empêchant de ce fait un bon séchage en profondeur du revêtement. Un aspect de surface pustuleux, fripé ou hérissé de fines et courtes aiguilles en résulterait après la coulée du bronze.

Température et hygrométrie sont donc des éléments à contrôler sérieusement, si les conditions locales ne sont pas naturellement favorables. La viscosité du bain sera aussi régulièrement contrôlée et corrigée.

La reproduction en cire ne sera pas la seule à être revêtue d'enduit réfractaire : il en sera de même de la « golette », des jets de coulée et des événements. Il faudra pouvoir manipuler cet ensemble d'éléments soudés, en cire, dans tous les sens, si on procède par saupoudrage, sans risque de casse, et ce, même lorsque toute cette architecture aura multiplié son poids par 3 ou 4 après le dernier revêtement. Des astuces de montage et d'accrochage permettent d'y parvenir pour les petites pièces.

Pour les grosses pièces, l'enduction de la barbotine de silicate d'éthyle (ou silice colloïdale) + réfractaire grain très fin et recouvrement de cette enduction avec du réfractaire grain moyen peut se faire simultanément au pistolet muni de deux buses de sortie, ou successivement au pistolet suivi dans un laps de temps très court d'une projection manuelle, moins pratique et moins sûre.

Un séchage de longue durée est ensuite nécessaire avant cuisson.

Pour les pièces importantes, des renforts en fil d'acier ou en grillage, noyés dans la carapace, peuvent améliorer la tenue de l'ensemble, comme dans le cas des moules bloc. Certaines zones nécessitant du fait de la forme une porosité supplémentaire pourront être localement recouvertes d'un saupoudrage de polystyrène expansé qui favorisera « l'éventation » de ces endroits.

B – Cuisson du moule carapace – Coulée du Bronze

Du fait de la constitution du moule carapace (une cire creuse enveloppée d'un revêtement réfractaire de faible épaisseur), toute variation de température de la cire entraînera, nous l'avons déjà dit, une dilatation de la cire et la rupture de l'enveloppe. Dans ces conditions, l'évacuation de la

III - TECHNIQUE DU MOULE CARAPACE

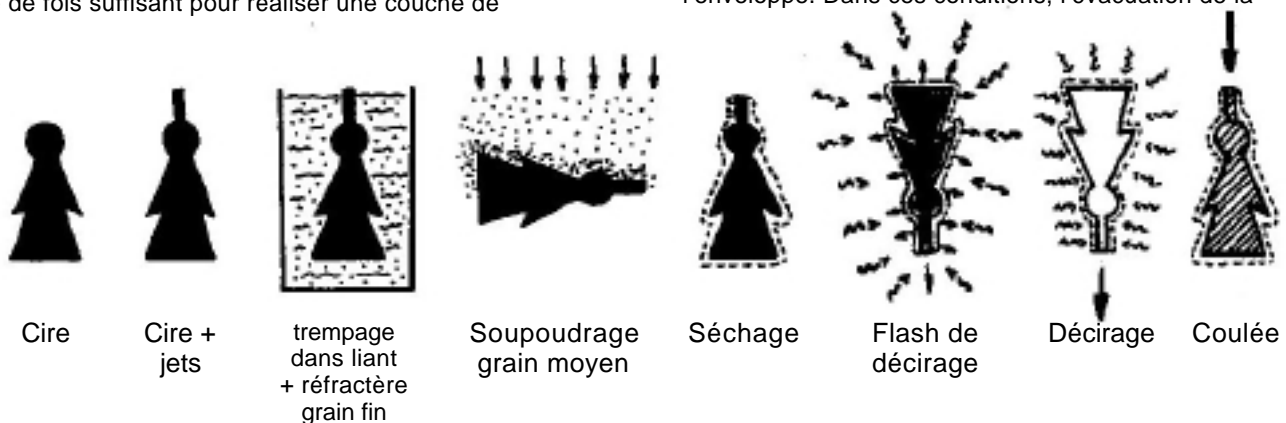
A – Réalisation du modèle en cire et du moule carapace

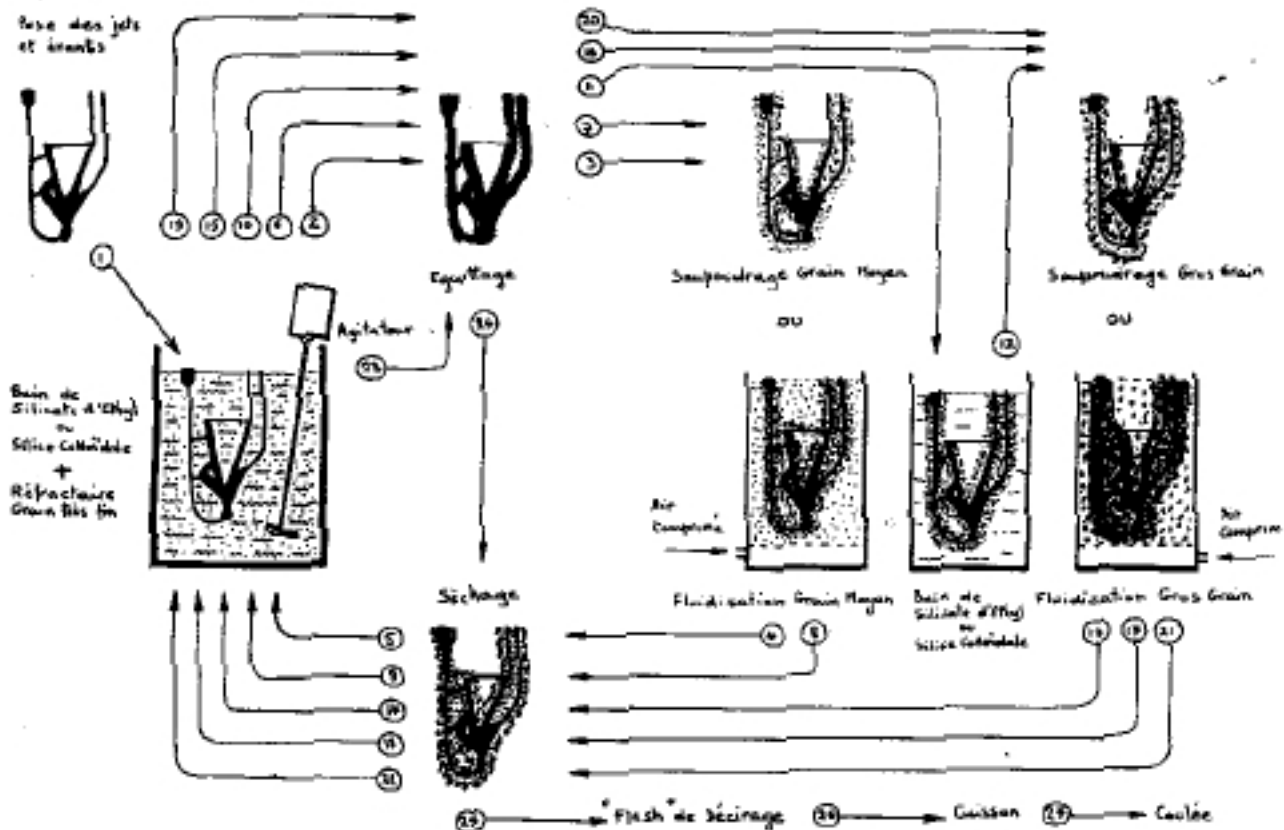
Le modèle en cire sera réalisé suivant le même processus que dans le cas du moule bloc décrit précédemment.

La réalisation du moule carapace consiste succinctement à envelopper la cire d'une mince couche de couverture réfractaire de quelques millimètres et de la cuire, afin d'évacuer la cire et obtenir en enrobage dur et poreux identique à une poterie, où l'on coulera le bronze. (voir graphique ci-dessous)

L'opération d'enrobage est réalisée en immergeant la pièce en cire dans un bain de silicate d'éthyle ou de silice colloïdale dopée en produit réfractaire de grande finesse. Après égouttage, la pièce est revêtue d'un réfractaire moyen puis laissée à sécher.

Cette opération de trempage – séchage est effectuée un nombre de fois suffisant pour réaliser une couche de





REALISATION DU MOULE CARAPACE

sorte, la cire ne chauffe qu'en surface ; son augmentation de volume est minime les premières secondes, temps suffisant pour qu'elle s'évacue à travers les porosités de la carapace. Cette chauffe permet par ailleurs de donner à la carapace la consistance d'une poterie. La durée totale de ce décirage – cuisson est d'environ 1/10° du temps nécessaire en moule-bloc.

On peut alors revêtir la carapace d'une deuxième couverture en « potée » cette fois comme dans les moules bloc, afin d'avoir une structure indéformable, sans risque de fêlure, et afin d'augmenter l'inertie thermique du moule. Une déshydratation sera évidemment nécessaire avant la coulée. Le temps global de cuisson sera cette fois environ 1/3 de celui de la cuisson en moule bloc.

Il est aussi possible d'avoir un revêtement de « contact » du type carapace, suivi d'un moulage d'épaisseur du type moule bloc.

La coulée réalisée dans les mêmes conditions que pour les moules bloc, après avoir bloqué les carapaces dans un lit de sable.

La facilité de décochage des pièces variera beaucoup avec la nature du revêtement de « contact » de la cire.

Tous renseignements sur les matériaux utilisés peuvent être obtenus auprès du

Centre de Formation de MOULAGE aux ELASTOMERES et de la FONDERIE de bronze à la cire perdue, technique moule « bloc » et moule « carapace » :

M.Stuart ROUSSEL

Mas de la Châtière

84290 Ste Cécile les Vignes

tél : 04 90 30 75 30

Email: stuart.rousseau@bronze.fr

Site: <http://www.bronze.fr>