



DOSSIER

MOF

2018

Moulage au sable

Candidat n°4124

SOMMAIRE

1 / Le moulage au sable : historique	page 1 à 3
2 / Le discobole : calendrier et coûts	page 4
3 / Le discobole : réalisation	
A : Le moulage	Page 5 à 12
B : Le démoulage	Page 13
C : Le noyau / Le tirage d'épaisseur	Page 14 à 15
D : L'estimation du poids de la sculpture	Page 16
E : Le système de remplissage	Page 16
F : Le remmoulage	Page 17 à 21
G : La coulée	Page 22 à 23
H : Le décochage	Page 24 à 25
I : L'ébarbage	Page 26
4 / Le socle	
A : Le concept / l'intention	Page 27
B : L'élaboration du modèle	Page 28
C : Le moulage	Page 29
D : L'ébarbage	Page 30
E : La finition / la ciselure	Page 31
F : La patine	Page 32 à 33
5 / Rendu final et conclusion	Page 34
6 / Remerciements	Page 35

1 / Le moulage au sable : historique

Le premier métal fondu par l'homme fut le cuivre. On retrouve des traces de cette métallurgie primitive sur le site de Catal Hüyük en Anatolie vers 6000 ans av. J.-C.¹

Environ 5000 ans av. J.-C., cette technologie se développe en particulier à Chypre, avec les premières coulées de métal à découvert, effectuées dans des moules creusés dans de l'argile ou du sable. Par la suite apparaissent les moules bivalves, fermés.²

C'est en Mésopotamie, en Iran et en Syrie qu'auraient été élaborés les premiers alliages de bronze à l'étain, environ 3000 ans av. J.-C. Les artisans produisent alors des objets précieux, des bijoux, des armes et des statues. Les statues les plus complexes sont obtenues par le procédé de la cire perdue.³

Vers 1600 av. J.-C., les fondeurs chinois perfectionnent nettement la métallurgie des bronzes et la technique de la cire perdue, ce qui leur permet de produire des cloches, des statues et des œuvres d'art de grandes dimensions et d'une remarquable finesse.⁴

Vers 700 av. J.-C., les bronziers celtes réussissent à élever leur art à un très haut niveau. Ils réussissent notamment à produire des épées de grande qualité et des objets cultuels comme un char processionnel dont les roues en bronze ont été coulées d'un seul jet.⁵

Au XV^{ème} siècle, les cloches et les canons, qui deviendront les armoiries de la fonderie, sont réalisés dans des moules cuits composés d'argile, de brique, de crottin ou de chanvre. Le procédé employé reste proche de celui de la cire perdue. On parle alors de "terres de moulage".

En 1453, de lourds canons de bronze de quinze tonnes constituent un atout redoutable pour les troupes de Mahomet II lors du siège de Constantinople.⁶

Jusqu'à la fin du XVIII^{ème} siècle, les bronziers élaborent les statues essentiellement grâce à la technique de la cire perdue, tandis que le moulage au sable reste réservé à de petits ouvrages, des pièces ordinaires ou avec des formes simples et répétitives, pouvant être moulées sans noyau interne : des objets liturgiques, des boucles, des crochets, des lampes, des socles de petites statues, etc.

La fonte au sable permet également de produire avec du sable étuvé de petites pièces destinées à être fondues isolément, puis assemblées pour former des bronzes d'ameublement, dont les exemples les plus illustres furent produits par André-Charles Boulle.⁷

¹ Sous la direction de Marseille J. (2002). *Fonderie, une industrie du XXI^{ème} siècle*, Editions Monsieur-le-Prince, p.12.

² idem, p.14.

³ idem, p.16 et 17.

⁴ idem, p.18.

⁵ idem, p.22.

⁶ idem, p.30 et 31.

⁷ Lebon E. (2012), *La fonte au sable sous l'Ancien Régime*, in Le fondeur et le sculpteur, Paris, Ophrys (« Les Essais de l'INHA »).

Document mis en ligne le 29 mai 2012, consulté le 21 septembre 2018. URL : <https://journals.openedition.org/inha/3449?lang=en>

Le moulage au sable : historique (suite)

Les fondeurs se heurtaient alors à une difficulté majeure : les mélanges silico-argileux employés devaient être fortement tassés pour éviter la désagrégation ou la déformation du moule pendant le processus. Or, ce fort tassement empêchait l'évacuation efficace des gaz. Seul l'étuvage des moules, impossible pour des pièces de grandes dimensions, permettait de pallier ce problème.

Résultat : les pièces de grandes dimensions réalisées avec un moule en sable cumulaient les imperfections, notamment les soufflures, et le taux de pièces refusées par le commanditaire à l'inspection était très élevé.⁸ Pour les ouvrages les plus volumineux, le procédé au sable n'était usité que pour des pièces grossières, qui ne nécessitaient pas un fini impeccable.

Sous l'Ancien Régime, alors que la fonte au sable était pourtant très appréciée pour son faible coût et sa rapidité d'exécution, elle reste inadaptée à l'art statuaire. Aucun exemple incontestable de bronze statuaire moulé au sable sous l'Ancien Régime ne nous est parvenu. Par exemple, les fondeurs italiens Jean-André Getti et Houdon travaillent exclusivement en cire perdue.⁹

Pour répondre aux besoins considérables de l'artillerie durant la période révolutionnaire, plusieurs savants et fondeurs parmi lesquels Gaspard Monge vont être encouragés à améliorer la technique de la fonte au sable, rapide et peu onéreuse. Des bataillons d'instructeurs parcourent le pays sous la direction de Monge, et forment très rapidement de nombreux fondeurs utilisant des techniques novatrices, comme Jean-Baptiste Launay, convaincu de la supériorité de la fonte au sable.¹⁰

Les campagnes napoléoniennes passées, la fonderie d'art devient un débouché de choix pour tous ces fondeurs au sable nouvellement formés. Vivant Denont, directeur du Louvre qui a côtoyé Monge en Egypte, impose la fonte au sable dans toutes les commandes qu'il traite. Il encourage de jeunes et ambitieux fondeurs comme Honoré Gonon, qui réalise en 1803 un exploit : il parvient à mouler au sable une statuette des *Trois Grâces* dans une dimension inédite de 1,38 m !¹¹

Mais Honoré Gonon ne s'arrête pas là : il est âgé d'à peine 24 ans quand il fond une statue en pied de Jeanne d'Arc de près de 2 m de hauteur, en bronze, moulée en sable, quasiment d'un jet ! Mais si cette statue post-révolutionnaire commandée par la Ville d'Orléans marque la naissance de la fonte au sable monumentale, le procédé reste particulièrement risqué et complexe, comme en atteste la difformité quelques années plus tard d'une statue de *Desaix* que le ciseleur-fondeur Rémond tente par deux fois de couler, sans succès.¹²

⁸ Pour en savoir plus, on peut utilement se reporter à la note n°7 de l'article d'Elisabeth Lebon, qui donne les résultats chiffrés d'une inspection d'éléments en fonte au sable produits par Launay pour le pont du Jardin des Plantes.

⁹ Idem, § 7.

¹⁰ Lebon E. (2012), *Fonte au sable, fonte à cire perdue – Histoire d'une rivalité*, collection « Voir-Faire-Lire », Ophrys/INHA p. 15 à 20.

¹¹ idem, p. 20. à 23.

¹² idem, p. 26 à 36.

Le moulage au sable : historique (suite)

Au XIX^{ème} siècle, le développement d'une bourgeoisie fortunée en recherche de reconnaissance sociale entraîne une forte augmentation de la demande de sculptures, dont beaucoup sont transcrites en bronze.

On peut noter qu'un sculpteur aussi renommé que Rodin, qui a beaucoup collaboré avec la fonderie Rudier, venait lui-même à Villejuif récupérer avec une charrette du sable de Fontenay. Rodin aimait utiliser pour ses moulages ce sable aux propriétés remarquables. D'une granulométrie de 180 AFA et d'une teneur en argile de 22%, il se travaille avec un taux d'humidité proche de 10%, d'où une grande aptitude au moulage à pièces battues.¹³ Rodin parvient ainsi à obtenir des moulages d'une grande finesse et une très belle peau de pièce, comme en attestent *Le Penseur* en taille 1, ou encore le buste de Victor Hugo dit *A l'illustre maître*.¹⁴

A partir du moment où la technique de la fonte au sable pour la statuaire est parfaitement maîtrisée, les fabrications en série se multiplient, tout comme les reproductions en petit format, toujours en série, à bon marché et sans numérotage, d'œuvres de sculpteurs célèbres, produites de façon quasi-industrielle.¹⁵

Depuis le XX^{ème} siècle, l'industrie utilise principalement la technique du moulage au sable, en employant cette fois des sables silico-argileux synthétiques. La mécanisation du processus permet des fabrications en très grande série, par exemple dans l'automobile.

Les sables à prise chimique, apparus dans la 2^{ème} moitié du XX^{ème} siècle, permettent l'obtention de noyaux et sont rapidement employés dans la fabrication de pièces de grandes dimensions.

En fonderie d'art, aujourd'hui, les statues sont principalement réalisées par les techniques de cire perdue. Les fondeurs qui, comme moi, perpétuent la tradition du moulage au sable, ont surtout recours pour les pièces de moyennes et de grandes dimensions à des sables autodurcissants. Les liants utilisés pour ces sables sont multiples : furanique, alphaset, pepset, etc.

Les avantages de ces sables chimiques sont nombreux : leur mise en œuvre est aisée et ils permettent des moulages complexes. De plus, les moules obtenus sont solides et perméables aux gaz, car ils ne contiennent plus ni argile, ni eau, et que le taux d'incorporation de liant est de 1 à 2%.

¹³ "Travailler avec du sable de Fontenay", article publié sur le blog de l'Amicale AAESFF le 2 juillet 2016, consultable en ligne à l'adresse suivante : <http://www.fonderie-piwi.fr/post/2016/07/02/Travailler-avec-du-sable-Fontenay%2C>.

¹⁴ Perrault G., *L'œuvre originale et la sculpture d'édition*. L'article paru initialement dans la revue "Experts" en août 2009 est consultable en ligne à l'adresse suivante : <http://www.gillesperrault.com/oeuvre-originale-et-la-sculpture-dedition/>.

¹⁵ Rama J.-P. (2003), *Le bronze d'art et ses techniques*, Editions H. Vial, p.19.

2 / Le discobole : calendrier, gestion du matériel et coûts matières.

Le premier modèle plâtre en provenance des ateliers Lorenzi est arrivé endommagé (le bras était cassé). Le second m'est parvenu en mai. J'ai donc dû organiser la réalisation de ce projet en perturbant *a minima* l'activité habituelle de la fonderie. Le calendrier a été le suivant :

- ◆ La phase de réflexion et la réalisation du moule **en juin**, et, simultanément, la création du modèle du socle.
- ◆ La coulée de la première statue **en juillet** s'est malheureusement soldée par un échec, en raison d'une mal-venue due à un système de remplissage mal exécuté.
- ◆ Un deuxième moulage a pu être exécuté **en août**, pendant mes congés.
- ◆ Le deuxième tirage et le socle ont été coulés dès la reprise **début septembre**.
- ◆ L'ébarbage et la finition du socle ont été réalisés **courant septembre**.

Les coûts matière sont relativement minimales. Ils représentent moins de 400 kg de sable : moins de 200 kg pour la statue et moins de 200 kg pour le socle, soit un coût de 86 €.

J'ai mis en œuvre 50 kg de métal, pour 23 kg de pièces finales (socle + statue), soit un coût de 200 €.

Pendant le temps de fabrication de la statue (essentiellement du taillage manuel de mottes et de plans de joints) et pendant le temps de réalisation du socle (essentiellement de la finition manuelle et du ponçage) les matériels n'ont pas été bloqués. L'essentiel du travail a donc pu se faire sans gêner la production habituelle de l'atelier.

3 / Le discobole : réalisation

A / Le moulage

Le discobole, œuvre antique de l'artiste Myron (V^{ème} siècle av. J.-C.) fut réalisé en bronze, donc certainement par un procédé à la cire perdue. De ce bronze aujourd'hui disparu, il existe une réplique en marbre d'une hauteur de 1.50m, datée de 120 apr. J.-C.

Cette sculpture emblématique de la Grèce Antique est de nos jours encore reproduite à différentes échelles, et en divers matériaux, dont le bronze. Lorsque cette sculpture est reproduite en bronze justement, c'est la technique de la cire perdue qui est utilisée, mais également le procédé sable. Dans ce cas, un maître-modèle est réalisé en plusieurs parties. Bras et jambes sont coupés pour simplifier le moulage, et ensuite assemblés par rivetage ou par soudage.

Le réaliser aujourd'hui en sable et en un seul jet relève du défi. Dans ce contexte particulier, il ne s'agit pas d'un choix économique, mais d'une volonté de repousser les limites de l'art du mouleur.

Pour ce faire, j'ai, après mûre réflexion, opté pour un moulage vertical sur une fausse partie, sans découpe de modèle. Les mottes ou pièces battues ¹seront taillées les unes après les autres et maintenues par des chapes.

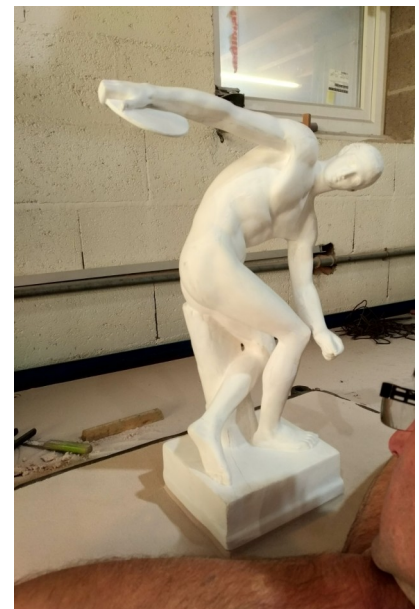
Je travaillerai avec le sable utilisé habituellement à l'atelier, à savoir une granulométrie de 80 AFS, qui me satisfait en termes de finesse, de perméabilité et de réfractairité. Le liant sera une résine phénolique de type alphaset, dosée à 1.2% du poids de sable et un durcisseur à prise 35 minutes dosé à 22% du poids de résine. La préparation se fait dans un malaxeur à vis de type MICRO VR.



L'encombrement de la statue est le suivant :

- Hauteur : 430 mm
- Largeur : 300 mm
- Profondeur : 200 mm

De ce fait, je porte mon choix sur des châssis de 540 mm x 340 mm, de hauteur 100 mm. Ils seront empilés jusqu'à la hauteur voulue, soit 500 mm, donc 5 chapes.



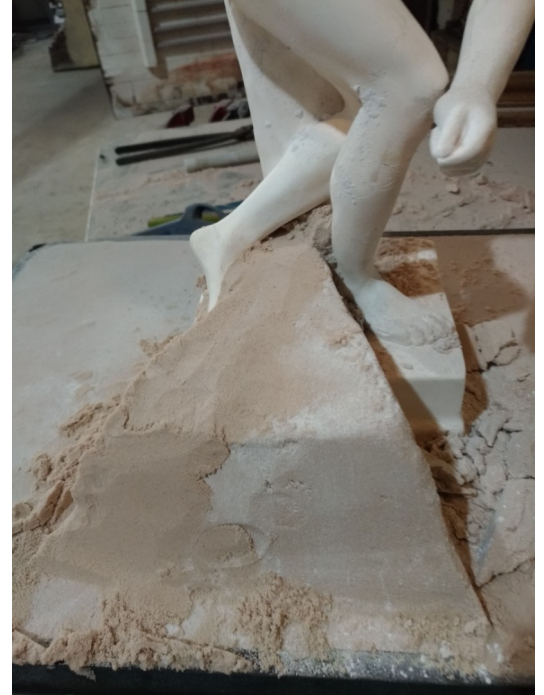
Etude des joints de moulage, la statue étant sur sa fausse partie.

¹ Je préfère parler de mottes plutôt que de pièces battues, ce second terme étant généralement réservé au moulage en sable silico-argileux.

A / Le moulage (suite)



Mise en place du sable pour la première motte.



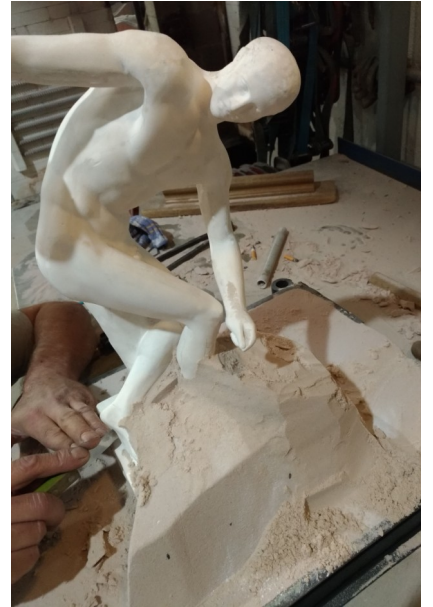
Confection de la deuxième motte après taillage de la première et talquage.



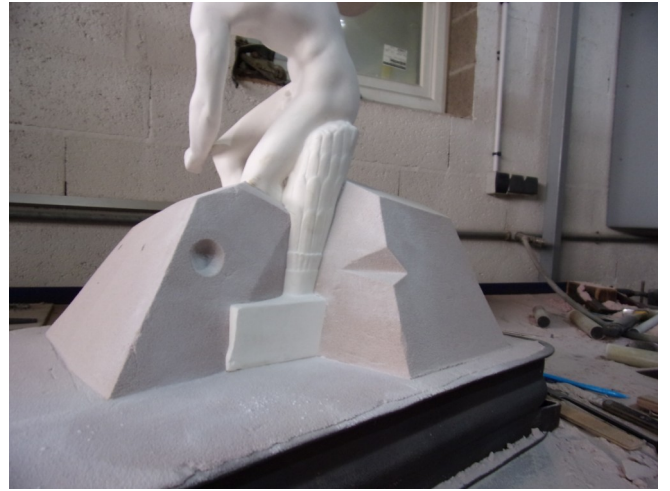
Bien sûr chaque motte est armée d'un fil de fer recuit, Ø 3,2 mm.

A / Le moulage (suite)

Ces opérations, moulage, taillage, talquage, vont se répéter tout au long de la réalisation du moule.



A / Le moulage (suite)



A noter les repères entre les différentes mottes.



Moulage de la première chape.

A / Le moulage (suite)



Pose de l'insert graphite préalablement ajusté.

En effet, cet espace très mince entre le poignet et le genou poserait des difficultés de serrage du sable et pourrait engendrer du gresage lors de la coulée.



Motte coulissante pour le démoulage de l'entrejambe.

A noter le traçage des mottes sur le modèle au fur et à mesure de la confection du moule.

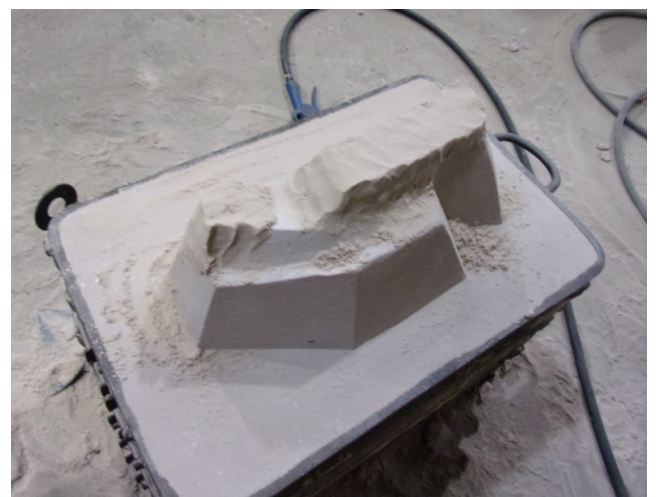
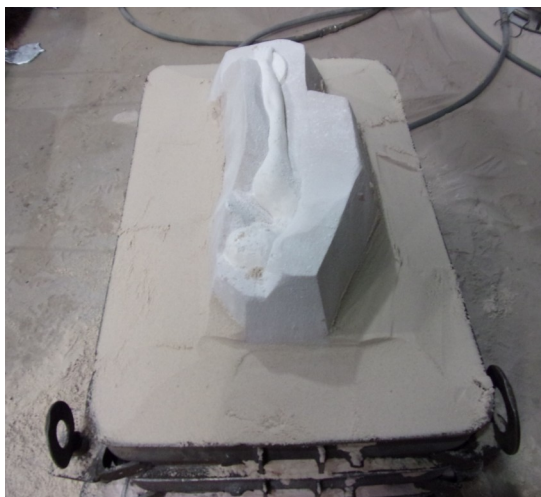
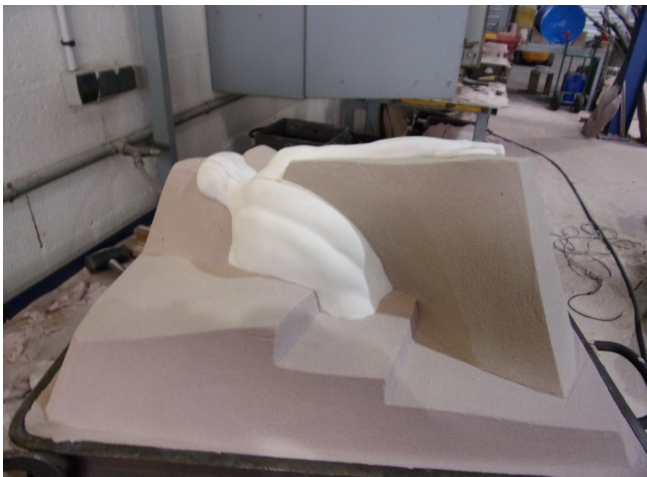
A / Le moulage (suite)



Ces mêmes opérations se poursuivent jusqu'à l'obtention de la deuxième chape.

A / Le moulage (suite)

Idem pour la troisième et quatrième chape



A / Le moulage (suite)



Cinquième chape qui termine le moulage de l'empreinte .



Le moule est retourné, la fausse partie est retirée.



La fausse partie est remplacée par un dessus muni de deux descentes d'un \varnothing de 20 mm.

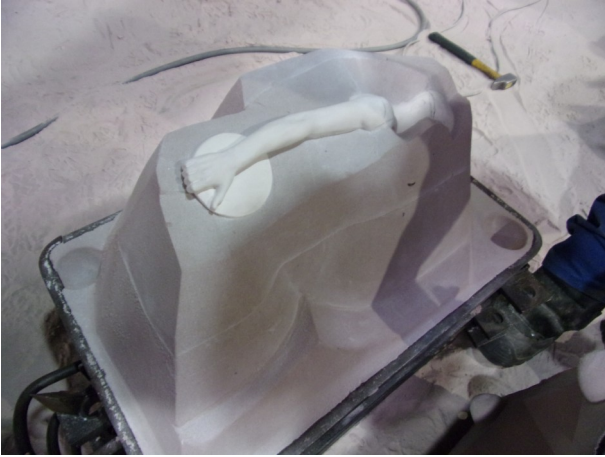


Fabrication du bassin de coulée.

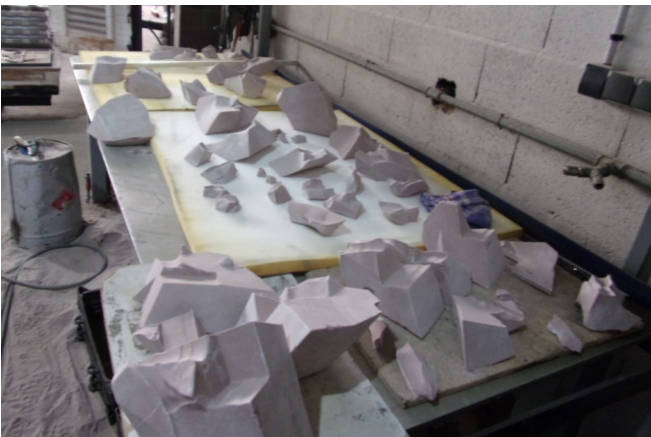
Durée de l'étape : environ 60 heures

B / Le démoulage

Cette opération consiste à retirer le modèle du moule en démontant les pièces les unes après les autres, dans l'ordre inverse de celui du moulage.



Le retrait des chapes me permet de démonter les différentes mottes.



Les 54 mottes sont déposées et repérées sur un plan de travail.

Les différentes chapes s'empilent séparément.



Le modèle après démoulage se retrouve sur le dessus.

C / Le noyau / Le tirage d'épaisseur

Le noyau est une réplique en sable du modèle, que je réduirai de 4 mm (l'épaisseur souhaitée de la statue finale), en quadrillant et en grattant avec un couteau.

Après démoulage, je pratique dans le dessus une ouverture striée, afin d'y lier solidement le noyau. Je positionne une armature principale en acier tube \varnothing 20 millimètres et des lanternes en cuivre (tube perforé \varnothing 6 millimètres).

Je construis ce noyau en plusieurs étapes. En effet, la complexité et le nombre de mottes à positionner demanderaient une mise en œuvre trop longue, alors que je suis tributaire de la durée de vie et du temps de prise du sable ; d'où l'importance des fers et armatures. Pour cette opération, j'utilise un durcisseur moins réactif, pour une prise en 75 minutes.



L'ouverture striée, assure une bonne liaison entre le noyau et le dessus.



Moulage d'une partie du noyau. On remarque une lanterne en cuivre encore visible.



Moulage du noyau terminé.

Le démoulage, la préparation des fers et lanternes et la remise en place des différentes mottes représentent environ 15 heures de travail.

C / Le noyau / Le tirage d'épaisseur (suite)

Une fois la copie en sable obtenue, je démonte les mottes une à une et procède simultanément au tirage d'épaisseur.

Les mottes encore en place assurent un bon maintien de cet ensemble extrêmement fragile.



A l'aide d'un couteau je quadrille le noyau et retire les quatre millimètres souhaités.



Noyau terminé.

A noter, les fers de soutien en acier inox dans les bras (\varnothing 3 mm), pour un bon positionnement du noyau.

Durée de l'étape : environ 10 heures

D / L'estimation du poids de la sculpture.

On peut décomposer la pièce en formes géométriques simples.

Exemple : une jambe pied + mollet = un cylindre Ø 25mm d'une longueur de 140 mm
Une cuisse = un cylindre Ø 45 mm d'une longueur de 120 mm

Une décomposition peut être la suivante :

Socle : périmètre (6×0.5) + face (1.3×1.6)	= 5.08
Deux jambes : (cylindre Ø 0.25 longueur 1.4) + (cylindre Ø 0.45 longueur 1.2)	= 5.6
Colonne : Ø 0.55 × 1.4	= 2.42
Torse : Ø 0.85 × 2.1	= 5.6
Fesses et épaules : deux disques Ø 0.85	= 1.13
Tête : sphère Ø 155	= 0.95
Deux bras : cylindre Ø 28 × 2	= 3.51
Disque Ø 0.7	= 0.4

Soit 24.69 dm²

Ce qui avec une épaisseur de 4 millimètres me donne une approximation de 8.3 kilos.

E / Le système de remplissage.

Le bassin comprend un entonnoir qui se divise en deux descentes Ø 20 millimètres. Les filtres sont placés en bas de ces descentes, dans le dessus. Chacune d'elle se divise en deux chenaux verticaux d'une section de 20 × 15 millimètres. Ils circulent entre les joints de motte et chaque chenal comporte sept attaques de section 4 × 10 millimètres, soit un total de vingt-huit attaques.

Section totale des descentes : 628 mm²

Section totale des chenaux : 1200 mm²

Section totale des attaques : 1120 mm²

J'obtiens un échelonnement de type 1-2-2. Le remplissage se fera donc en dépression, pour limiter les turbulences et l'oxydation. En outre, ce dispositif d'attaque très courte, de même épaisseur que la pièce, et relié à un chenal très épais, me permet d'orienter convenablement la solidification.

Des événements sont taillés à la spatule section 4×4 millimètres. Eux aussi circulent entre les joints de motte, puis à travers les chapes. D'autres sont percés à chaque angle de la base avec un diamètre de 12 millimètres et débouchent dans le dessus.

Pour cette pièce mince, la température de coulée sera de 1160° et le temps de remplissage de 5 secondes.

Taillage du système de remplissage et contrôle des épaisseurs : environ 10 heures

F / Le remmoulage

Le passage à la couche se fait avec un pistolet à air comprimé. La couche utilisée est à base de graphite et d'alcool. Elle est flambée environ une minute après son application, ce qui permet de sécher au moins partiellement les parties du moule. Cette couche améliore la peau de pièce, la réfractairité et évite l'abreuvage.



Passage à la couche et flambage du noyau.

La chaleur dégagée lors du flambage pouvant entraîner une dilatation des armatures, des supports ont été prévus sur les parties fragiles.



A noter, le chenal principal qui distribuera le métal dans les chenaux verticaux.



Passage à la couche des mottes (empreinte uniquement).

Si le remmoulage reste possible grâce au tirage d'épaisseur, certaines mottes seront collées entre elles et enduites simultanément (ce qui aura pour effet de faire disparaître quasi intégralement le joint).

F / Le remmoulage (suite)



La couche est appliquée à l'aide d'une soufflette à air comprimé.



L'excédent de couche au niveau des joints est retiré à l'aide d'un abrasif.



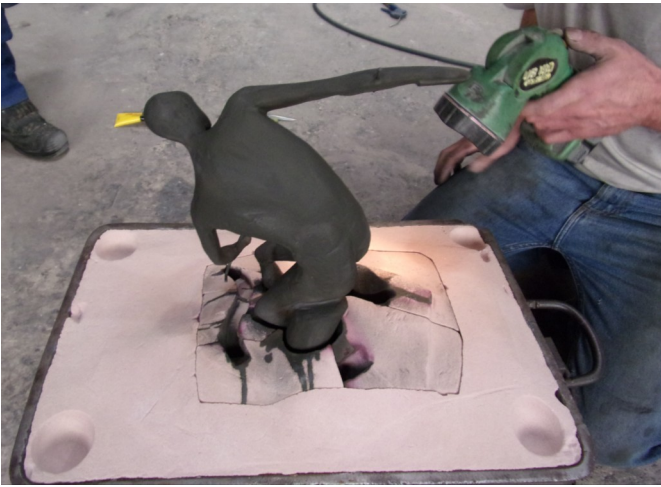
Les mottes retrouvent leur place sur le dessus.



Le parfait positionnement est assuré par la mise en place des chapes.

F / Le remmoulage (suite)

Etage après étage, ces opérations se répètent avec le plus grand soin et un contrôle systématique.



F / Le remmoulage (suite)

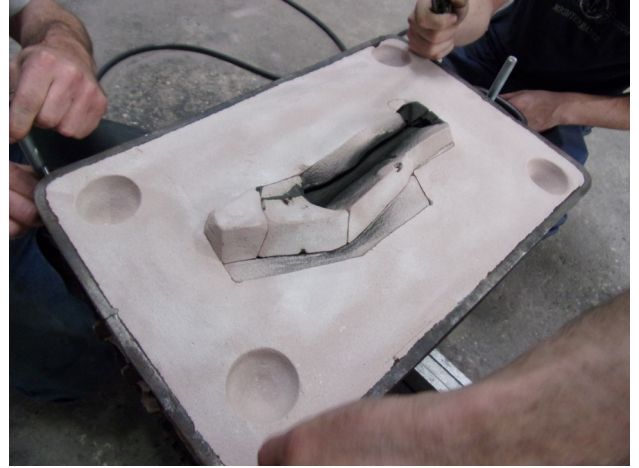
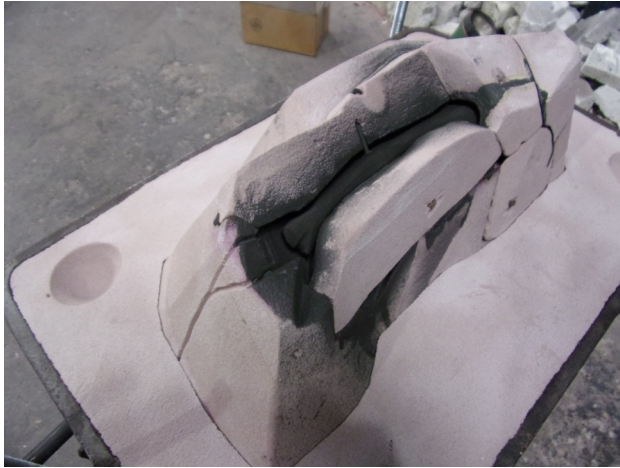


Les chapes sont serrées entre elles grâce à des tiges filetées.



Le fer de soutien se repositionne sur les emplacements prévus dans les mottes.

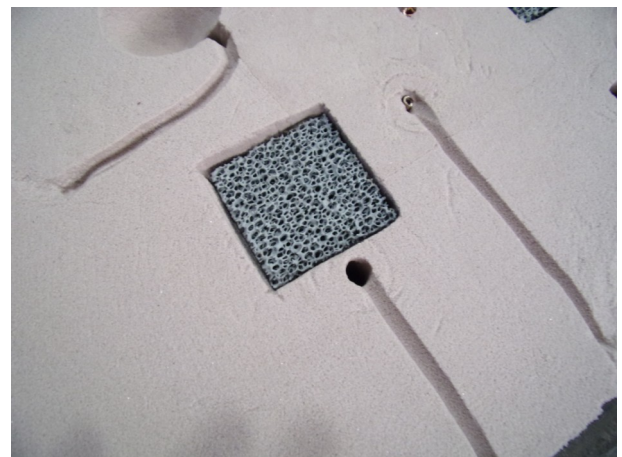
F / Le remmoulage (suite)



Dernières mottes et dernière chape



L'ensemble des six châssis est retourné
(un dessus + cinq chapes)



Les filtres céramiques sont mis en place.
A noter : mise à l'air des événements et des lanternes.

Passage à la couche et remmoulage : environ 6 heures

G / La coulée

L'alliage utilisé est celui que j'emploie pour ma production habituelle, à savoir : Cu Sn6 Zn4 Pb2.

La teneur en étain assure une dureté suffisante et une bonne coulabilité.

La teneur en zinc éclaircit légèrement la teinte et, grâce à sa forte perte au feu, assure une bonne désoxydation.

La teneur en plomb assure une bonne aptitude à la ciselure et à la patine.

Cette pièce ne nécessitant pas de mettre en œuvre une grosse quantité de métal, je vais travailler avec mon four potager d'une capacité de 50 points, fonctionnant au fioul.

Pour l'occasion, je travaille seulement avec 15% de retour du même alliage, le reste provenant de lingots titrés. Je conduis la fusion en marche légèrement oxydante et le métal est sous couverture d'un lit de charbon de bois broyé.

J'incorpore en cours de fusion 500 grammes d'étain supplémentaires pour en augmenter la coulabilité, la pièce étant très mince, pour une valeur finale proche de 7%. En fin de fusion, j'ajoute 25 grammes de phosphore de cuivre dosé à 15% de phosphore, soit un apport de 0.01% de phosphore, pour une teneur finale d'environ 0.02%.

Je coule directement avec le creuset sorti du four et j'écrème un métal très chaud à 1160° C, pour une bonne venue de la pièce.

L'augmentation de la teneur en étain est compensée par la perte au feu du zinc. Donc la valeur de cuivre reste proche de son titre initial, soit 87%.

Je prépare donc une coulée de 50 kg. J'estime la quantité de métal nécessaire pour ce moule à 25 kg. Le reste sera utilisé pour des moules de notre production habituelle.



Ouverture de la coiffe.



Sortie du creuset et écrémage

G / La coulée (suite)



La coulée



Les dégagements de lanternes s'enflamment immédiatement .



Coulée terminée, le moule est rempli.

H / Le décochage

Mon impatience me pousse à commencer le décochage une heure seulement après la coulée. Je retourne le moule, je retire les tiges filetées et démonte les chapes et les mottes dans l'ordre inverse du remmoulage.

Je retire les fers de soutien du noyau, puis j'extrais les armatures et les lanternes par la base.



Moment délicat car la pièce est encore chaude.

H / Le décochage (suite)



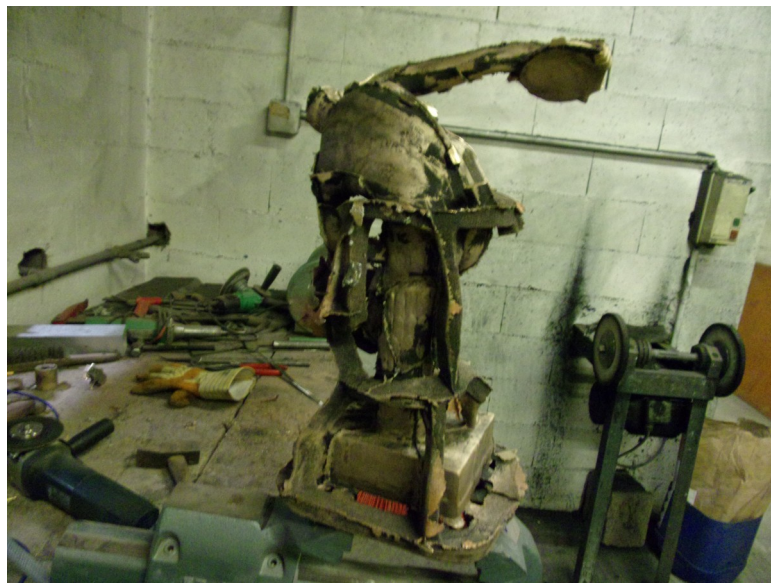
Moment plein d'émotion, nous assistons à la naissance d'une œuvre, mes efforts seront-ils récompensés ?

Durée de l'étape : environ 2 heures

I / L'ébarbage

A l'aide d'une disqueuse classique, je libère la pièce de ses jets en tronçonnant les attaques et les événements.

Les attaques et les bavures ne sont pas arasées complètement (cf. cahier des charges). Elles seront approchées à l'aide d'une fraise et d'un petit plateau abrasif de type roloc.



Après suppression du système de remplissage, la pièce pèse désormais 8,5 kg .

L'ensemble du système de remplissage pesait donc 14 kg.

Débouillage du noyau et ébarbage : environ 6 heures

4 / Le socle

A / Le concept, l'intention

L'intention est de retrouver l'esprit de la colonne antique.

Le socle est composé d'un empilement de sept disques de lancer.

L'équilibre précaire de cet empilement fait écho au discobole, dont la posture est un instantané entre deux mouvements.

La forme épurée des disques est une évocation de l'ordre dorique, contemporain du discobole.

Les deux disques aux extrémités (base et chapiteau) sont de dimensions plus importantes que les autres ; celui de la base pour assurer une bonne stabilité à l'ensemble, celui du sommet pour accueillir la base rectangulaire du discobole.

Les cinq disques centraux sont de tailles différentes. Deux sont aux dimensions du disque de lancer masculin contemporain, soit 22 cm de diamètre ; les trois autres sont aux dimensions du disque de lancer féminin, soit 18 cm de diamètre.

Je voulais ainsi que ce socle fasse écho à la féminisation de nos métiers d'art.

Le cerclage poli de ces cinq disques est une référence aux anneaux olympiques, le lancer de disque étant une discipline historique de l'olympisme.



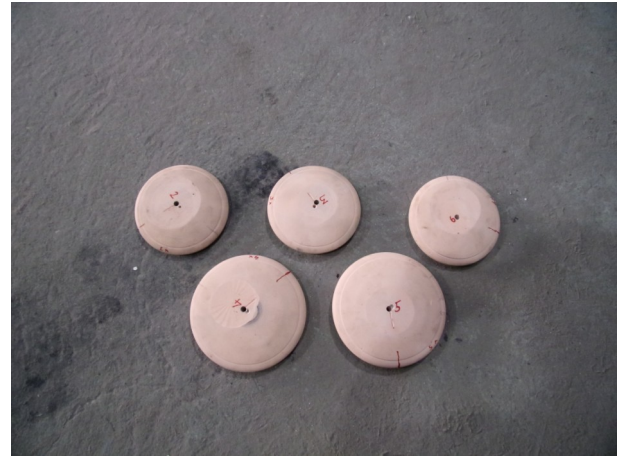
Première ébauche, définition de la position de chaque disque.

Collage papier.

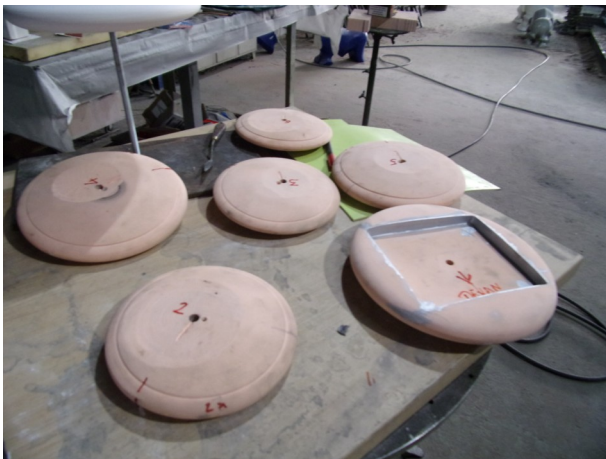
B / L'élaboration du modèle



Tracé des disques sur planche usinable.



Les différents disques sont obtenus par tournage.



Une réservation est réalisée dans le disque supérieur pour accueillir la base rectangulaire du discobole.



Vérification et ajustement de l'emboîtement.



Pour un meilleur état de surface, le modèle est enduit d'un apprêt acrylique, puis poncé.



Modèle assemblé, prêt pour le moulage.

Réalisation du modèle : environ 20 heures

C / Le moulage



Modèle sur sa fausse partie et fausses portées de noyau.



Le moule en quatre parties.



Le noyau tiré d'épaisseur.



Moule passé à la couche en cours de remmoulage. Les deux mottes permettant d'obtenir l'emboîtement ont déjà été repositionnées sur la portée de noyau.

Le calcul du poids du socle.

Pour assurer une bonne stabilité de l'ensemble, je souhaite un socle lourd. Je tire donc l'épaisseur à cinq millimètres. Comme décrit précédemment, on peut décomposer le socle en éléments géométriques simples, à savoir :

- 2 disques Ø 250 percés au Ø de 170 = 5.3
- 2 disques Ø 250 percés au Ø de 100 = 8.24
- 4 disques Ø 220 percés au Ø de 100 = 12.08
- 6 disques Ø 180 percés au Ø de 100 = 10.56

Total : 36,18 dm²

Soit avec une épaisseur de 5 mm une approximation du poids de 15.4 kg.

Moulage de l'empreinte : environ 6 heures

Noyautage et tirage d'épaisseur : environ 6 heures

D / L'ébarbage



La pièce brute de coulée après sablage.

Poids : 24 kg



La pièce après suppression du système de remplissage.

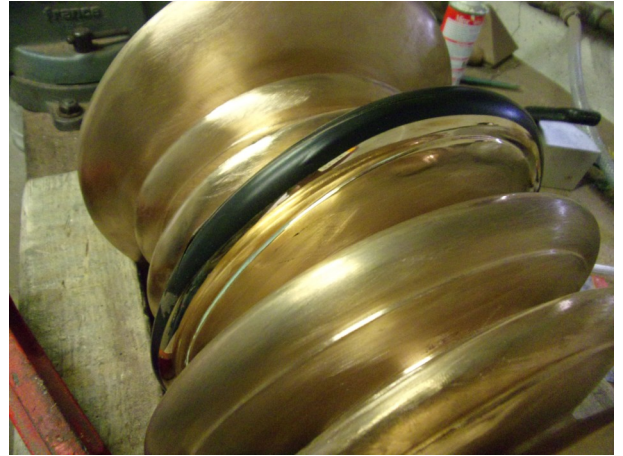
Poids : 16,5 kg

Durée de l'étape : environ 2 heures

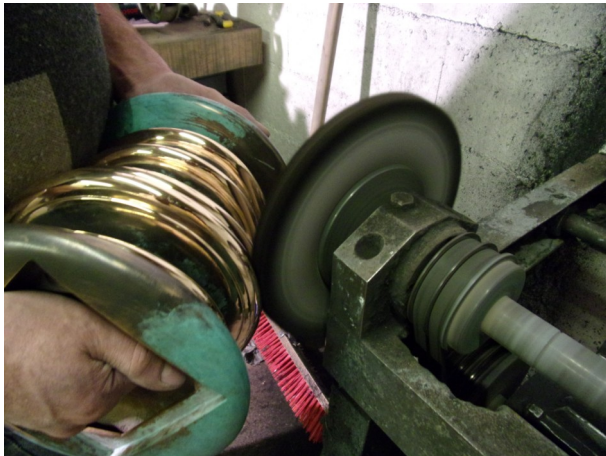
E / La finition / la ciselure



Reprise à la lime douce de l'intégralité des surfaces et ajustement de l'emboîtement.



Ponçage manuel des anneaux au papier abrasif (grain 240).



Polissage des anneaux



Pièce terminée, prête pour la patine.

Poids : 15,5kg

Durée de l'étape : environ 70 heures

F / La patine

L'une des qualités du bronze, qui fait de cet alliage un matériau de prédilection pour la sculpture, est sa faculté à se patiner, soit naturellement, soit artificiellement, en prenant suivant les techniques utilisées des teintes d'une grande diversité.

Cette étape permet au sculpteur, accompagné du patineur, de donner à la sculpture l'aspect souhaité.

Une patine n'est pas une couleur que l'on dépose comme une peinture. Il s'agit d'une attaque, à chaud ou à froid, du métal par des acides/oxydes métalliques (sel de cuivre, fer, potasse, chrome, nitrates...).

Mon choix pour la patine du socle du discobole s'est porté sur des nuances traditionnelles du bronze.

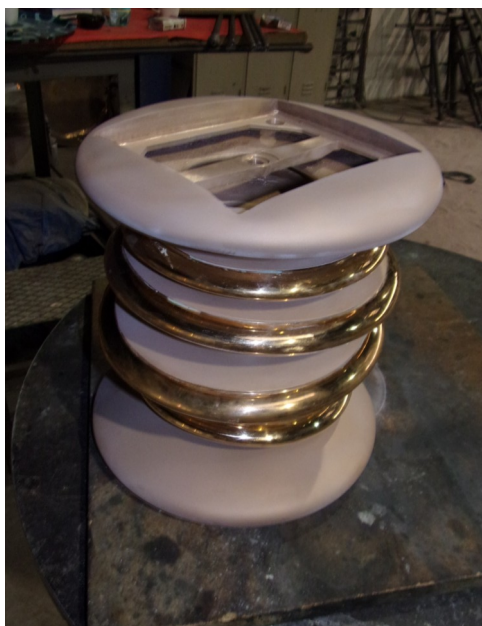
Le vert antique (nitrate de cuivre à chaud) à la base du socle évolue progressivement vers des nuances de brun (nitrate de fer à chaud), proches de la coloration fréquemment utilisée pour les bronzes d'ameublement.

Pour unifier l'ensemble, une sous-couche noire/grise, obtenue à chaud au sulfure d'ammonium, a préalablement été appliquée sur les quatre premiers disques.

La dominante de vert antique à la base du socle fait écho à la patine naturelle généralement observée sur les bronzes de cette époque.

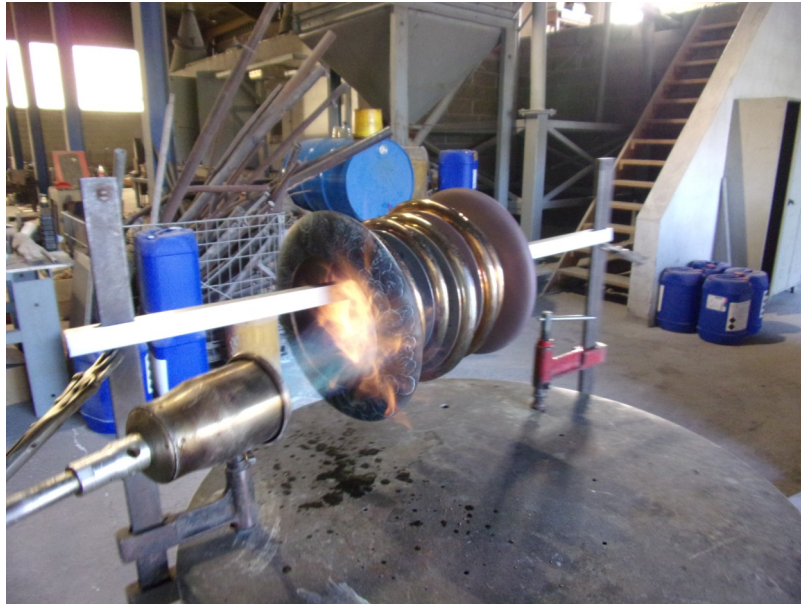
L'évolution de ce vert antique vers des nuances de brun, plus courantes dans les bronzes modernes, symbolise le temps écoulé depuis la création du discobole.

Le choix de l'application d'une cire sur la pièce encore très chaude a pour effet une absorption partielle du vert, une légère modification de sa nuance et la création de transparences conférant à la pièce une esthétique plus contemporaine, ancrant celle-ci dans notre époque.



Avant l'étape de patine, la pièce a été sablée, à l'exception des cinq anneaux, préalablement protégés par un adhésif.

F / La patine



Produit appliqué au pinceau sur
pièce chaude.
Ici, vert au nitrate de cuivre.

Réalisation de la patine, cirage, lustrage et reprise des surfaces polies :
environ 8 heures

5 / Rendu final et conclusion



La sculpture pèse 8.2 kg pour une surface d'assise de 2,08 dm². Le socle pèse 15.5 kg, pour une surface d'assise de 2.90 dm², soit un socle qui offre un poids proche du double de celui de la sculpture et une surface d'assise augmentée de près de 50%.

La fragilité du noyau au niveau de la cheville gauche se vérifie par un déplacement d'une partie du noyau, entraînant une petite surface "à jour". Un support acier au niveau du talon aurait été judicieux. Je pense que l'on peut qualifier ce défaut de mineur. Il nécessite moins d'une heure de réparation par soudure et arasage.

L'emboîtement de la sculpture dans son socle évite toute rotation. Le bon positionnement est assuré par un détrompeur, donc une seule vis de tension suffit.

L'accessibilité n'étant pas aisée, j'ai prévu une longue tige munie d'une poignée. Dans un autre contexte, une vis ordinaire suffirait.

Temps global d'exécution : 119 heures pour le discobole et 112 heures pour le socle.

6 / Remerciements

A l'issue de cette épreuve, je ne saurais mieux exprimer mon sentiment qu'en citant Jean-Pierre Rama, dont l'ouvrage *Le bronze d'art et ses techniques* fut mon livre de chevet à mes débuts.

« par leur travail, les mouleurs d'art assurent la pérennité des œuvres. Ils participent ainsi au rayonnement de la France, au renouveau culturel en servant l'art et les artistes français qui deviennent le plus souvent leurs amis. [...] La plupart des bronzes que nous admirons aujourd'hui ont été réalisés par les fondeurs des siècles passés. Ces discrets artisans nous ont laissé des traces magnifiques de leur savoir, de leur habileté et de leur travail. Il en sera de même pour les œuvres réalisées aujourd'hui. Les générations du XXI^{ème} siècle ne se laisseront pas de les admirer comme nous admirons nous-mêmes aujourd'hui celles d'hier ».

M. Pawlack, professeur au lycée technique et Meilleur Ouvrier de France dans les années 80, fut le premier à me transmettre sa passion du métier. A sa façon, très humblement, il m'a permis de comprendre que ces génies des siècles passés nous montraient la voie pour toujours repousser nos limites.

Je tiens à remercier l'ensemble de mon équipe, en particulier mon premier mouleur, ainsi que mon entourage, qui m'a soutenu et encouragé tout au long de ces épreuves.

Cette expérience fut très enrichissante. Elle me donne envie de pousser encore plus loin la démarche de progression et de transmission de ces savoir-faire en voie de disparition.