

BSEI
1956
Hist. Spem. Re. Mod.

009481

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES ÉTUDES
INDOCHINOISES, Tome XXXI. No. 2
Saigon, 1956

FILE	SUBJ.
DATE 1956	SUB-CAT Re. Mod.

Étude de procédés de fonderie artisanale au Viêt-Nam

(Fabrication de la marmite à riz en cuivre —
Tambours de bronze — Sapèques)

par

RENÉ MERCIER

*Ancien Chef des Travaux Pratiques
à l'Ecole Française d'Extrême-Orient*

« Les premiers essais dans l'art de fondre les métaux se firent, sans aucun doute, au moyen de lingots formés en versant la matière en fusion dans une cavité de pierre qui était d'abord naturelle, et fut ensuite reproduite par des procédés artificiels ». (1)

Nous avons songé que, parmi les instruments de l'époque néolithique, certaines pierres plates dont le centre était usé pour avoir servi au broyage, ont pu être utilisées aussi en fonderie. La cavité régulière présentée par ces pierres pouvait en effet, permettre d'y couler du métal en fusion, et d'obtenir des lingots homogènes.

Puis, un même moule aurait été façonné en terre et enfin recouvert d'une plaque afin de constituer une sorte de moule en deux pièces permettant d'obtenir un lingot plus mince, plus large et plus régulier.

Actuellement encore, les fabricants de marmites et de cuvettes planées se servent d'un moule semblable pour la coulée de leur lingot en plaque mince et assez large d'un diamètre de 0 m. 30 environ (Fig. 35 A).

« Plus tard, on inventa le moule fait de deux pièces. De cette façon, il fut possible de couler une flèche ou une pointe de lance, une hache ou une herminette, une houe ou un glaive, avec deux côtés bien réguliers. On évitait de la sorte de devoir perfectionner une fonte brute par un travail manuel considérable » (2).

(1) Albert J. Koocs in *Le bronze chinois antique*.

(2) Albert J. Koocs. *Loc. cit.*

La technique moderne a effectué récemment des découvertes essentielles quant à la structure des métaux constitutifs des alliages et à leur emploi industriel. Mais ces acquisitions concernent principalement les caractères de résistance, élasticité, dureté etc., des métaux appelés à constituer des pièces mécaniques soumises à des efforts déterminés.

La fonderie de bronze d'art productrice d'objets pour lesquels l'aspect compte davantage que les qualités mécaniques, n'a pas connu par contre de notables changements. Les formules des alliages, l'élaboration des moules, l'opération de la coulée, procèdent toujours d'une pratique insensiblement améliorée au cours des siècles. Comme dans toute opération caractérisée par un souci artistique, les procédés, le tour de main de l'artisan, les multiples règles pratiques visant à la perfection de l'œuvre ont conservé un intérêt majeur. Il nous a paru intéressant d'en noter quelques-uns s'appliquant particulièrement aux fabrications de l'artisanat vietnamien (3).

*
* *

Pour l'exécution d'une pièce fondue en bronze, le modèle est généralement établi en bois, parfois en terre, en cire, en plâtre, quelquefois même en métal.

Dans le cas d'un modèle en métal, il s'agit souvent d'obtenir une pièce-type dont les divers exemplaires doivent différer par les ornements. On rapporte par exemple à l'aide de cire, le décor ou les accessoires (détails, anses, pieds, etc...) qui varient, et on obtient une série de pièces ayant la même forme générale, mais des détails différents.

Le modèle doit recevoir des dimensions tenant compte du retrait à la coulée. Il doit, en outre, être établi avec une légère inclinaison des surfaces moulées appelée « dépouille » destinée à faciliter le démoulage. Il convient également de faciliter les coutures, c'est-à-dire les raccords du moule lorsque celui-ci doit être fait en plusieurs morceaux. Ceci s'applique généralement aux modèles dits « rondes bosses » comme par exemple un vase.

Le moulage est fait avec un sable spécial assez fin et compact pour bien se modeler et pouvoir se durcir par séchage à l'étuve ou au feu. Le sable doit pouvoir, lors de la cuisson, conserver des empreintes aussi nettes que le ferait une terre réfractaire. Celui qui sert à la confection des moules est obtenu par une préparation spéciale qui a souvent pour l'artisan goût de secret personnel.

Les sables de fonderie sont de nature et de provenance diverses. En Europe, le « sable de Fontenay » est renommé. Au Tonkin, les fondeurs emploient des « sables de montagne » qu'ils se procurent aux

(3) Sur les procédés de fonderie des bronzes d'art au Viêt Nam, cf. aussi Louis MALLERET, *La fonte à Hanoi d'une statue du Buddha*. B.E.F.E.O. XLVI, 2. Paris, 1954, pp. 641-650, 11 pl. et *A propos de bronzes archéologiques*. B.S.E.I. XXIX, 4. Saigon, 1954, pp. 297-307, 5 pl.

environs d'Hanoi, le meilleur venant de Đáp-Cầu. La préparation consiste à broyer le sable et à y incorporer de l'argile, de la paille hachée, de la balle de paddy, de la poussière de charbon, etc... selon des recettes particulières. Le sable formant la première couche de moulage est tamisé plus soigneusement, il est humecté et on l'appelle sable gras. Le garnissage est fait en sable maigre, mélange de sable neuf et de matière réemployée. Le sable est foulé à la main et battu au maillet, de façon à prendre les empreintes aussi finement que possible.

Les moules sont exécutés soit sur une couche ou lit de sable, soit en battant le sable dans un châssis en bois ou métallique. S'ils sont de grandes dimensions on les arme et les assemble avec des fils de fer, du bambou ou du rotin. Lorsque le moule est constitué de plusieurs pièces juxtaposées, l'assemblage est effectué en ajustant les châssis soigneusement repérés.

On ménage dans le sable des conduits ou coulées. Partant d'une sorte d'entonnoir et aboutissant à la pièce elle-même, ils serviront à verser le métal en fusion et l'amener à l'intérieur du moule jusqu'à l'emplacement de la pièce à reproduire. On réserve d'autres conduits ou « événements » qui laisseront échapper les gaz.

Souvent, lorsqu'on a beaucoup de pièces semblables à exécuter, on établit une « planche de modèles ». Elle est constituée par l'ensemble des modèles à mouler, disposés les uns à côté des autres et réunis par les conduits de coulée. Le mouleur s'arrange pour répartir les divers modèles autour du conduit principal en réservant une plus forte alimentation pour les grosses pièces que pour les petites.

Suivant l'importance du travail à accomplir sur chaque modèle, les ouvriers habiles parviennent à exécuter dans une journée huit à douze moulages dans des châssis interchangeables. Cela permet une économie de temps et une amélioration du prix de revient.

Le procédé de moulage multiple s'applique industriellement par planches entières de pièces moulées à la machine. En outre, la coulée directe du bronze dans des moules métalliques ou coquilles permet d'obtenir sans retouches, des pièces mécaniques en grande série, telles qu'en exigent en Europe, la robinetterie, la serrurerie, la mécanique automobile, etc...

Au Tonkin, la main-d'œuvre à bon marché exclut le matériel moderne, relativement dispendieux. Le moulage par pièce unique est de préférence employé.

Une pièce creuse, un vase par exemple, est coulée entre le moule correspondant au volume extérieur et un moule intérieur appelé noyau. Ce noyau obtenu par contre-moulage est armé et mis exactement en place par rapport au moule extérieur, à l'aide des « portées de noyau ». Une fois le contre-moulage obtenu, l'ouvrier s'attache à l'aide de spatules, à gratter minutieusement sur toute la surface, une épaisseur de sable convenable et très régulière qui, lors de la coulée, sera remplacée par une même épaisseur de métal en fusion. Il importe que ce grattage ou amaigrissement du noyau soit absolument uniforme pour obtenir une pièce légère et d'épaisseur régulière.

Les marmites à riz, les bouilloires, les bassines en cuivre fondu, produits d'artisanat que l'on trouve partout au Nord Viêt-Nam, sont tout à fait remarquables à cet égard. Elles ont toujours retenu l'attention des techniciens spécialistes en fonderie qui les ont examinées. Ces récipients qui n'ont parfois que trois ou quatre millimètres d'épaisseur sont dus à l'habileté, au soin, au tour de main et à la pratique que possèdent les ouvriers fondeurs tonkinois.

Les moules en sable et leur noyau doivent avant la coulée, subir un passage à l'étuve ou au rayonnement d'un foyer pendant une dizaine d'heures, afin de faire subir au sable un commencement de cuisson. Cette cuisson élimine l'humidité et durcit le sable, sans toutefois qu'une température élevée donne au moule une consistance de terre cuite trop brisante. Après dessiccation, on enfume les moules à l'aide de torches de résine, afin de former sur la surface une sorte d'enduit qui évitera au métal d'épouser le granulé du sable et facilitera le désablage ultérieur.

La dernière opération avant la coulée est l'assemblage des moules et la mise en place des noyaux. Cet édifice est très délicat à construire. Il faut obtenir une concordance exacte des repères, serrer suffisamment les divers éléments de l'ensemble pour ne pas donner d'issue au métal fondu et cependant sans excès pour ne pas écraser les moules. L'assemblage se fait sous presse ou dans une fosse pour les pièces de grandes dimensions.

La composition du métal en vue de la coulée vise à obtenir des alliages ayant certaines qualités définies. Certains bronzes doivent être durs et sonores pour les cloches, les gongs, les *khánh*, d'autres plus tendres pour les pièces d'ornement comme les brûle-parfums, les vases et les statuettes.

Ces alliages sont préparés suivant des formules très anciennes auxquelles, en fonderie d'art, la technique moderne n'a appliqué que des modifications peu sensibles.

Les grosses fonderies industrielles qui utilisent des alliages nuancés en vue de la destination particulière des pièces, déterminent avec l'aide du laboratoire des compositions théoriques de leurs bronzes pour les obtenir durs, inoxydables, phosphoreux.

Le petit artisan tonkinois compose empiriquement, mais avec assez d'exactitude, son bain de fusion en y introduisant des déchets de laiton, des vieux bronzes, des chutes d'usinage dont le titre lui est approximativement connu. Il rehausse la teneur en cuivre par des fragments de chaudronnerie, tuyauterie, câblerie, etc... en cuivre rouge. Il ajoute enfin du zinc, de l'étain, du plomb... suivant la nuance d'alliage à obtenir.

Pour la fabrication des pièces rituelles, les fidèles viennent apporter des oboles en nature, sous forme de vieilles marmites ou d'objets en bronze, de pièces de monnaies, de billon ou d'argent et parfois des bijoux d'argent et d'or : tout cela entrera dans le bain de fusion suivant la décision du maître fondeur.

Les marmites à riz tonkinoises sont en moyenne fabriquées avec un alliage titrant 80 à 85 pour cent de cuivre, 5 à 6 pour cent de zinc et 10 à 12 pour cent de plomb.

Les composants de l'alliage sont chauffés dans un creuset placé sur un foyer de charbon de terre ou de coke, dont la combustion est activée au moyen d'une soufflerie. Cette soufflerie primitive, que l'on peut voir chez tous les artisans fondeurs, forgerons ou bijoutiers, est typique (4). Le corps du soufflet est un gros tube ou une paire de tubes de bambou. Le piston, mu à bras par des aides, des enfants ou des aveugles, est formé d'une tige de bambou à la partie inférieure de laquelle est fixé un disque de bois avec segment d'étoupe ou de plumes assurant l'étanchéité au temps de la compression et fonctionnant comme clapet pour l'aspiration. L'air est refoulé dans un orifice placé au bas du corps du soufflet à la tuyère du foyer.

Au bout de plusieurs heures de chauffe, le bain de métal liquifié est purifié par le fondeur. Il écrème la surface du bain et introduit dans le creuset un mélange de limaille de zinc et de charbon de bois en poudre. Il brasse le tout pour obtenir une désoxydation du métal accusée par les vapeurs vertes qui s'élèvent, puis recouvre la surface du bain avec des cendres de paille, de façon à éviter une nouvelle oxydation et à protéger les opérateurs du rayonnement au cours de la coulée.

Le fondeur accompagné de ses aides les plus robustes, saisit alors le creuset dans de fortes pinces et l'amène auprès des moules. Il verse progressivement le métal dans l'entonnoir ménagé, jusqu'à affleurer le bord de l'ouverture.

Il est nécessaire de calculer largement la quantité de métal à fondre, car il faut mettre en œuvre non seulement le métal de la pièce, mais celui qui doit remplir les événements, les coulées et l'entonnoir. De plus, au-dessus de la pièce, on ménage dans le moule une sorte de poche appelée masselotte qui s'emplit de métal à la fin de la coulée, et sert de nourrice pour alimenter les vides éventuels du moule où le métal ne se serait pas immédiatement introduit. Cette masselotte collecte également les scories et impuretés qui ont pu être entraînées dans le métal ; elle sert aussi à entretenir la température nécessaire pour éviter un refroidissement trop brusque de la pièce et des défauts de retrait ainsi que les fêlures pouvant en résulter. Tout ce métal excédentaire sera ensuite détaché de la pièce après démoulage et récupéré.

Cette opération de coulée est délicate et ce n'est pas sans une certaine émotion que l'on assiste à la coulée dans une fonderie. Le moment est critique, toujours plein d'embûches au milieu de la chaleur des foyers, de la fumée et des vapeurs verdâtres caractéristiques de l'incandescence du métal en fusion, des jets ou éclaboussures d'étincelles, des allées et venues des aides et des chauffeurs. Le chef de fonderie doit rester maître de lui, voir et prévoir tout, parer à tout, répondre à tout à la fois. L'inadvertance d'un instant peut compromettre le travail d'une longue préparation des moules et tout alors est à recommencer. Si une fissure se produit dans un moule, on doit reboucher, éviter les jets de métal en fusion sur les ouvriers alors que le temps est compté.

(4) Cf. René MERCIER, *Outils artisanaux annamites : la soufflerie du bijoutier et du forgeron, la presse à coins de l'écailliste et du fabricant d'huile*. B.E.F.E.O. XXXVII, pp. 487-496.

Les causes de défauts les plus communes, qu'un soin absolu dans l'exécution de la coulée ne permet pas toujours d'éviter, sont les suivantes : l'entraînement de sable ou de poussières par le métal liquide forme des piqûres ; la présence d'un reste d'humidité dans le moule cause une vaporisation au contact du métal en fusion qui enrobe ces bulles de vapeurs et donne au bronze un aspect poreux d'éponge ; un serrage excessif d'une partie de moule empêche le remplissage correct en cet endroit et produit un « manque de matière ». La coulée trop froide ne permet pas au métal visqueux de prendre l'empreinte de tous les détails et donne l'aspect « suiffé » ou « lavé » qu'on appelle « froid », avec dans ce cas des manques probables. La coulée trop chaude, au contraire, donne un métal sec, cassant, que l'on nomme « grillé » et produit au contact du moule des effets de trempe préjudiciables à la solidité de la pièce.

De ces diverses imperfections, certaines sont modifiables par les retouches du ciseleur, d'autres font rebuter l'épreuve que l'on brise pour la refonte.

Après la coulée, il faut desserrer les moules de façon à ne pas déformer les pièces. Ce desserrage doit être assez prompt, mais point trop hâtif pour éviter que le métal ne soit déjà solidifié.

On laisse refroidir progressivement la masse pendant plusieurs heures parfois, en entretenant un petit foyer de braise au-dessus du moule, puis on procède au démoulage. Pour cela, on sépare les châssis, on enlève les ligatures et, généralement on casse le moule extérieur. On dégage la pièce du sable du moule, et elle apparaît avec son réseau de coulées, d'évents, de tranches de coutures, comme au milieu de tentacules. On sépare tous ces appendices en les sectionnant à la scie ou au burin, on nettoie l'enduit de sable charbonneux qui recouvre la pièce, on extrait en les grattant les noyaux intérieurs, on arrache les armatures. On obtient alors la pièce brute de fonderie qui est livrée à des ouvriers spécialistes qui la finiront.

Ce travail de finition, travail d'artiste autant que de mécanicien, comporte une longue série d'opérations patientes et soignées de la part de l'ébarbeur et du ciseleur. Le premier enlève au burin les traces de coutures et celles des jets de coulée ; il achève aussi le désablage. Le second rétablit la netteté des filets, matte les piqûres et quelquefois les rebouche avec des rivets, gratte le métal, le polit et achève tous les détails.

Le ciseleur reçoit l'aide du monteur en bronze qui ajuste les différentes parties, assemble et soude les pièces, les bras et jambes des statues et groupes, les guirlandes, anses et pieds des vases, etc...

L'intervention du tourneur est parfois requise pour certains travaux, puis la pièce retouchée et parée par la dernière main du ciseleur sera envoyée à la patine.

Au Tonkin toutefois, ces diverses spécialités ne sont pas nettement définies. L'artisanat vietnamien produit généralement des modèles assez simples et leur finition est souvent faite à la fonderie même, par un personnel ouvrier adapté ou par l'artisan lui-même.

*
* *

Le procédé de « fonte à cire perdue » permet l'obtention d'une pièce coulée sans retouches et finitions. Ce procédé a été appliqué dans l'antiquité et convient encore de nos jours pour les fontes d'art et les pièces uniques. En Chine et en Indochine, il a été pratiqué en partie, notamment pour les « tambours de bronze » qui sont des chefs-d'œuvre de maîtrise en fonderie et dont il existe de beaux modèles au Musée Louis Finot à Hanoi.

Dans le procédé de fonte à cire perdue, le fondeur n'est autre que le sculpteur, créateur du modèle et l'on travaille en collaboration avec lui. On monte en premier lieu sur des armatures solides, une sorte d'ébauche en sable de fonderie de la pièce à exécuter. Après séchage, cette ébauche est recouverte de couches successives de cire correspondant à l'épaisseur de métal désirée. Sur cette carapace de cire, on vient modeler, toujours avec de la cire, les détails de forme et d'ornementation et achever la pièce telle que le sculpteur l'a conçue.

Ce modèle sort donc de la main du sculpteur (ou découle de son inspiration directe), et c'est pourquoi l'on y voit souvent les boulettes de cire qu'il a déposées pour obtenir des reliefs et la marque de ses outils, quelquefois même ses empreintes digitales imprimées sur la cire. Le fondeur prend soin d'assurer toutes les parties fragiles du modèle telles que bras et draperies des statues, ornements, pieds, anses des vases ou des coupes.

Autour du modèle ainsi sculpté en cire, on vient tasser le sable préparé, en couches fines d'abord, épaisses pour terminer, que l'on borde d'armatures. On ménage dans ce moule extérieur les conduits de coulée ainsi que les évents et on le laisse sécher naturellement un certain temps. On achève la dessiccation dans une étuve à température plus élevée. A ce moment, la cire fond, s'égoutte ou pénètre dans les porosités du moule, et l'on élève un peu la température pour éliminer complètement l'humidité et la cire vaporisée. Le moule doit enfin être réparé des craquelures ou ruptures accidentelles et subir un réchauffage au moment de la coulée, avant de recevoir le métal en fusion qui prendra partout la place occupée antérieurement par la cire. Après refroidissement, le moule est brisé pour dégager la pièce fondue.

Ainsi, pour une fonte à cire perdue (comme son nom l'indique), le modèle fait en cire est perdu, transformé en une unique pièce en bronze avec tous les détails et les défauts du modèle. On abat simplement les jets de coulée et il ne doit exister de retouches habiles qu'à l'emplacement des armatures ayant lié le moule extérieur au moule intérieur. C'est le sculpteur qui fait souvent lui-même le finissage et la patine.

L'œuvre est d'une seule pièce ; tous les éléments en sont fondus ensemble, sans qu'il y ait de montage à superposer. Souvent même, le sable de l'ébauche ou noyau est emprisonné dans le corps de la pièce et ne peut en être extrait.

Une cire perdue est toujours appréciée comme pièce unique et œuvre originale du sculpteur, sans intervention des procédés industriels de reproduction et sans parachèvement par les ouvriers mouleurs, monteurs, ciseleurs, etc...

En ce qui concerne les tambours de bronze indochinois, la finesse de leurs dessins, qui n'aurait pu être obtenue avec du sable, est redevable au procédé de fonte à cire perdue et il est intéressant d'étudier ces tambours.

*
* *

Les tambours de bronze faisant partie des collections du Musée Louis Finot à Hanoi sont, par leur forme, leurs dimensions et leurs ornements, des chefs-d'œuvre remarquables de maîtrise de fonderie. Le plus grand, celui qui porte le numéro D. 6.214-36, atteint 96 cm. de diamètre et 65 cm. de hauteur, 4 à 5 mm. d'épaisseur au maximum pour le corps, et 6 à 8 mm. pour le plateau. Son poids est d'environ 85 kilogrammes. Il a été daté par Victor Goloubew du premier siècle de notre ère.

Ces tambours en bronze sont fondus d'une seule pièce, soit à cire perdue, soit dans des moules à pièces et à noyaux, comme les Vietnamiens le font actuellement encore pour les marmites à riz, soit même à l'aide des deux procédés réunis : moules à pièces et à noyaux dont les détails étaient modelés sur des plaquettes de cire disposées dans le moule (5).

On peut voir, dans les ornements de ces tambours, d'une délicatesse et d'une netteté remarquables, certaines dispositions de plaquettes qui peuvent avoir été faites de cire à l'aide d'empreintes qui auraient été moulées successivement et répétées et qui, au moment de la coulée, auraient été fondues pour laisser place au métal en fusion.

Dans certains cas, les détails paraissent avoir été obtenus sur un modèle et surmoulés ensuite à répétition, d'autres fois modelés directement.

Les quatre poignées paraissent avoir été moulées à pièces et coulées avec le corps même des tambours ; elles ont créé certainement une grosse difficulté qui se traduit par certaines imperfections, notamment la suppression presque totale des ornements dans la partie d'attache au corps. Ces parties peuvent avoir également servi d'emplacement pour des évents ou jets dont il semble rester quelques traces.

Les moules dont la forme générale serait sensiblement celle d'un profil circulaire creux et à fond plat sont à pièces et très simplifiés, puisque la « couture » reste visible seulement sur les deux génératrices opposées.

Le noyau intérieur, tiré très régulièrement, ne présente aucune trace de couture, ni de joints et a été soigneusement préparé. Les tambours

(5) ... « La plus grande partie des pièces modernes de quelque valeur participent de ces deux modes de coulage ; tandis que les ventres des brûle-parfums, les marlis des coupes, les fonds des vases sont coulés dans des moules en terre, les couvercles qui les ferment, tous les ornements qui les couvrent et spécialement toutes les parties qui s'éloignent très sensiblement du centre de la pièce sont coulés à cire perdue... » (*L'art indochinois* par De Pouvoirville, Paris 1894 pp. 204 et suiv.).

devant être généralement des pièces uniques, il n'était pas nécessaire de prévoir un noyau démontable en plusieurs parties pour son emploi possible, comme on le fait actuellement pour la fabrication des marmites à riz fondues.

Ce moule avec son noyau a, peut-être, été fait au « trousse », c'est-à-dire selon une méthode appliquée encore actuellement en fonderie pour certaines pièces de grandes dimensions : on tourne le modèle et quelquefois même le moule directement en sable, au calibre suivant un axe. Le calibre est appelé « trousseau » et l'opération, le « troussage ». C'est ainsi que l'on fond encore actuellement les cloches, les grosses pièces de machines, les volants et les grandes roues d'engrenage. Le noyau est fait de la même façon mais diminué de l'épaisseur du métal futur. Les ornements sont ensuite gravés à l'envers sur le moule, pour apparaître en relief sur la pièce fondue.

Dans certains cas, on observe des différences de procédés de décoration entre le plateau et les parois des tambours. En général, dans ceux-ci, le modèle du plateau semble avoir été fait en cire. On voit nettement les ornements défoncés, c'est-à-dire apparaissant en creux sur un fond formant une surface unie. Si on le polissait, ce fond serait brillant et les ornements et dessins en creux resteraient oxydés et patinés.

Les motifs des plateaux ont été gravés sur des plaquettes de cire et moulés ensuite. Au contraire, les parois ont leurs ornements tracés d'un trait en relief selon un autre procédé de décor, celui-ci gravé en quelque sorte à la pointe avec un outil ou stylet dans le moule en sable. Il est impossible en effet de modeler des traits aussi réguliers et aussi nets, à moins de les exécuter en gravure et en creux directement et à l'envers sur le moule. Cette opération devait s'accomplir avec perfection. Comme on le sait les Anciens écrivaient au « stylet » sur des plaquettes de cire. On voit très bien le calligraphe de l'époque, le dessinateur réputé dessiner à l'envers directement sur le moule les ornements et les détails. Il s'aidait pour les filets parallèles et circulaires d'une pointe montée sur un axe comme le ferait un trusquin, puis, pour certains motifs répétés comme les petites dents de scie, les cercles simples, les cercles pointés, ou les cercles à tangentes, l'artiste devait se servir d'une sorte de poinçon posé chaque fois à la suite sur le moule. Enfin, les motifs plus libres, moins géométriques, étaient dessinés à la main avec une grande habileté, comme en témoignent les personnages, les animaux ou les oiseaux stylisés.

Il y a encore peu de temps, ce procédé de moule gravé était pratiqué pour la fonte des sapèques. « Sur deux plaques d'argile cuite et polie, on grave en creux et à l'envers, sur l'une les dessins et caractères qui doivent figurer sur la face de la monnaie, et sur l'autre ceux qui doivent figurer sur le revers. Ces deux plaques réunies, on y verse de l'étain obtenant ainsi des monnaies mères qui sont retouchées. » (6)

La fonte de ces tambours est très belle. Il est rare d'y constater des « soufflures » ou des « piqûres » qui se remarquent seulement dans la partie basse. Sur l'ensemble, on observe très peu de « manques de métal »

(6) A. SCHRAEDER, *Etudes numismatiques*, détails sur la fabrication telle quelle se pratique à la sapèquerie de Thanh-hoa, Annam.

et peu de « froid ». La tranche du bord inférieur étant légèrement renforcée en forme de nervure a été l'emplacement probable de jets alimentant les masselottes et les événements destinés à entraîner les impuretés et les soufflures ; on retrouve à peine les traces de coulée, indiquées seulement par quelques légers renflements sur les génératrices, à certains endroits des coutures. Sur l'ensemble, on ne discerne que très peu de retouches et de réparures en ciselure. Il est d'ailleurs difficile de les apercevoir sous l'oxyde de la patine du temps.

On voit toutefois de place en place, des traces de trous rebouchés, orifices presque carrés et assez régulièrement répartis, notamment sur le corps du tambour et sur le pourtour du plateau, en général en dehors des ornements.

Ces trous d'environ un centimètre de côté et d'un écartement moyen de dix centimètres ont été rebouchés par un procédé analogue à celui employé encore actuellement par les Vietnamiens pour réparer les manques de métal : le fondeur réchauffe la pièce dans un véritable moule et recoule du métal en fusion aux endroits à réparer, faisant ainsi une sorte de soudure autogène. Ces trous seraient, à mon avis, l'emplacement de « piges », sorte de cales en terre de même nature que celle du moule et du noyau, ou bien de petits morceaux de bois régulièrement taillés qui maintenaient l'écartement régulier entre le moule et le noyau au moment de la coulée pour obtenir une épaisseur constante de la pièce, de quatre à six millimètres en moyenne, et empêcher le poids du métal de déplacer le noyau.

Le tambour portant le numéro D. 6.214-35, qui apparaît comme très abîmé et très mutilé, présente 280 trous carrés d'un centimètre de côté répartis sur toute la surface du corps. Ces orifices semblent correspondre à l'emplacement de « piges » et peuvent avoir été rebouchés avec un métal plus oxydable que celui employé lors de la première coulée et qui, par l'oxydation, se serait ensuite désagrégié. Il m'est arrivé, en manipulant cette pièce assez fragile, par simple pression des doigts, de déboucher deux de ces trous qui se trouvaient invisibles sous l'oxyde.

Sur le numéro D. 6.214-39, les bouchons se présentent plus solides, plus régulièrement répartis en quinconce, plus petits (6 mm. environ) et plus soignés.

Sur les deux grands tambours nos D. 6.214-21 et 36, ces marques qui ont peut-être été réparées après la coulée sont presque invisibles extérieurement, mais nettes intérieurement, et se trouvent être moins nombreuses sur le plateau, mais de plus grandes dimensions.

On n'en constate pas de trace sur le tambour n° D. 6.214-45. Mais cette pièce présente un tout autre caractère ; le modèle en est lourd, écrasé, la forme plus basse. Bien que d'un diamètre encore respectable (64 et 72 cm., hauteur : 400 mm.), elle est d'un poids beaucoup plus considérable par rapport aux autres modèles. L'épaisseur est plus du double de celle des autres exemplaires ; elle atteint 9 et 12 mm. Les ornements, plus grossiers, nettement moins soignés, paraissent avoir été tous gravés à l'envers, directement dans le moule lui-même et non modelés comme les précédents.

J'ai eu à reconstituer ce tambour qui se trouvait être en plus de quarante morceaux, dont plusieurs manquent et dont une partie n'a peut-être même jamais existé, par suite de manques de fonte. Le métal est grenu, friable et mou à la fois, brûlé par endroits avec tous les défauts d'une mauvaise coulée : trous, piqûres, soufflures, froids, manques, etc. Tous ces indices autorisent à croire que l'on se trouve en présence d'une pièce qui est un « raté », un « déchet de fonderie », qui a été cassée ensuite pour en récupérer le métal et le mettre en réserve en vue d'une nouvelle coulée. On y rencontre des parties écrasées comme par une masse, à côté de cassures très nettes, et certaines parties sont comme calcinées. Tout cela indiquerait une fabrication ou tout au moins un essai de fabrication par des ouvriers peu expérimentés.

*
* *

Dans certains cas en France, on a employé une fonte dite « fonte spéciale ». C'est une série de surmoulages très soignés d'un alliage plus épuré sur un modèle parfaitement fini. Les surmoulés obtenus sont utilisés presque sans retouches après ébarbage. On a appelé ce procédé : « fonte sans retouche », « fonte spéciale », « fonte artistique », « bronze à la parisienne », etc.

Au Viêt-Nam, on pourrait rapprocher de la « fonte spéciale » la fonderie des sapèques telle qu'elle est pratiquée depuis des siècles avant J.C. Jusqu'en 1920-25 on a fondu des monnaies avec des séries de moules et de modèles soignés, assemblés par couches de quarante ou cinquante pièces. Chaque couche avait un centimètre à un centimètre et demi d'épaisseur. L'assemblage comprenait dix ou douze couches par moule, ce qui donnait 500 sapèques par opération. Il y avait beaucoup de déchets, mais on arrivait cependant à produire jusqu'à 10.000 sapèques par jour. Il y avait d'importantes sapèqueries à Hanoi, à Hué, à Thanh-Hoá. Celles-ci ont été les dernières qui ont encore fabriqué par ce procédé en 1930.

Parmi les fontes courantes, la fabrication des ustensiles ménagers par l'artisanat vietnamien mérite une description un peu détaillée. En effet si, pour la fonte des vases, brûle-parfums, statuettes ou pièces uniques, le moule est généralement cassé après usage, il arrive que pour certains modèles de marmites ou de bouilloires, le moule soit établi pour servir plusieurs fois, selon un tour de main caractéristique des artisans du Tonkin.

Ces marmites à cuire le riz respectent une forme très ancienne, très épurée et très particulière dont on retrouve les éléments dans les poteries Han et Song. Elles sont très répandues et forment à peu près le seul type de pièce de batterie de cuisine en Annam ou au Tonkin.

On rencontre la même forme en cuivre plané, repoussé, ou en fondu de la couleur du « cuivre rosette » (cuivre demi-rouge). Fondues, elles sont très minces et aussi légères que les marmites planées. Il en existe de toutes dimensions, depuis la petite pour une ou deux personnes, jus-

qu'aux grandes pour trente ou quarante rations. On les trouve partout, dans tous les villages et toutes les régions, dans tous les marchés où s'effectue le commerce des marmites.

Pour ces marmites, le moule est préparé avec la terre dans les mêmes conditions que les autres (Fig. 34). Le modèle étant circulaire et presque toujours sans ornement, se moule extérieurement en deux parties réunies suivant deux génératrices diamétralement opposées ; il comporte également les assises des pièces du noyau. La coulée est préparée en tranche mince sur tout un diamètre du fond avec une alimentation centrale un peu plus épaisse. Le noyau se divise en trois parties dont la partie centrale, rapportée chaque fois, forme clé sur les deux parties latérales ; ces dernières sont retenues par leurs portées. On a ainsi un véritable mandrin brisé. Ce moule est assemblé, repéré, puis badigeonné et fumé après séchage et réchauffage, remonté et ligaturé par des liens de bambou et de rotin pour être ensuite porté à la coulée. Les marmites qui arrivent à être fondues d'une seule pièce, très mince, ont en moyenne de trois à quatre millimètres d'épaisseur et ne pèsent pas beaucoup plus que les marmites planées relevées au marteau. Des séries de bouilloires et de bassines sont faites d'une manière analogue avec leur anse fondue du même coup. Les bouilloires ont leur bec et les attaches des anses fondues aussi en une seule fois, et disposés en général sur le diamètre qui sert à l'assemblage du moule. Les coutures sont minimales et l'attache du jet de coulée est légèrement ébarbée après sectionnement.

Les moules servent plusieurs fois dans la même suite de coulées avec une réparation sommaire faite à l'aide d'une sorte d'enduit de barbotine en terre glaise délayée, à laquelle on ajoute un peu de poudre de charbon de bois.

Lorsqu'un morceau est cassé, il est remastiqué, remodelé avec une pâte de terre humide préparée avec de la paille hachée ou balle de paddy pilée et de la poussière de charbon de bois. Une fois sèche, cette réparation est badigeonnée avec l'enduit ci-dessus, comme il est fait pour la partie centrale du noyau refaite à chaque coulée.

Pendant la coulée dans une même journée, un moule ainsi préparé peut servir trois ou quatre fois successivement et peut résister à une dizaine de journées de coulée. Un moule bien établi fera donc quarante marmites. Un même fondeur est capable de faire dix moules de la même taille. Il en est qui arrivent à traiter dix tailles différentes : le « fond » d'un tel atelier comprend alors une centaine de moules en roulement. Quelques fondeurs sont spécialisés pour un ou deux modèles de grande taille : la marmite de trente rations par exemple, mesure environ de 25 à 30 cm. de profondeur, 60 à 65 cm. de diamètre pour une épaisseur de 3 à 5 mm. au maximum. Elle arrive à peser dix kilogrammes et elle était vendue couramment 6 à 7 piastres en 1939, soit 60 à 70 francs.

Dans la fabrication des marmites planées, le métal est préparé sous forme d'une plaquette fondue assez simplement. Le moule est une sorte de disque de terre ayant environ 30 à 40 cm. de diamètre. Une face plate défoncée en son milieu d'une alvéole plate de 6 à 8 mm. d'épaisseur

montre une tranche qui servira à la coulée (Fig. 35, A). Cette galette est posée sur une plaque de tôle épaisse ou sur une pierre plate attachée avec des traverses de bambou et des liens de rotin. L'ouvrier coule des plaques de métal, les recuit et les plane ensuite avec ses marteaux sur un tas fiché dans le sol (Fig. 35, B). Après le façonnage au marteau d'une cuvette ou d'un plateau, la pièce est soudée sur son axe à un mandrin monté sur un tour très primitif mu à deux pédales alternatives, qui fait deux ou trois tours à droite, deux ou trois tours à gauche. Cette machine est loin de la précision des tours mécaniques. L'outil est une sorte de pointe-crochet « râclant » la surface du métal pour l'adoucir ; la ponce, l'éméri, le sable font le reste en frottant et en tournant (Fig. 39, B). Les défauts, gerces ou fissures, sont toujours réparés facilement avec de la soudure ou mieux une sorte de brasure au cuivre.

Les artisans sont spécialisés par familles dans les villages de fondeurs. Une famille fera uniquement les plateaux ou les cuvettes planées et tournées ; d'autres les petites marmites fondues, d'autres uniquement les bassines planées avec anses rivées, d'autres enfin les bouilloires fondues. La fabrication est menée assez rapidement pour obtenir quelques pièces avec la même série de moules tous les cinq ou six jours. Les fondeurs travaillent à préparer et sécher les moules pendant deux ou trois jours, coulent le quatrième, puis réparent les pièces, les ébarbent et les nettoient, pour partir dans la nuit du cinquième ou sixième jour afin de porter leur travail au marché voisin. Les dates des marchés varient suivant les coutumes du village : elles sont fixées soit tous les cinq jours à partir de la fête du génie du village, soit tous les sixièmes jours de la lune, etc. C'est dans les marchés locaux que s'approvisionnent les marchands des grands centres, comme ceux de la rue du Cuivre à Hanoi.

Au Tonkin et au Nord-Annam, dans les provinces de Son-tây, Bắc-ninh, Hà-đông, Nam-định, Thanh-hoá, on trouve des villages de fondeurs qui fournissent assez régulièrement les marchés des centres. A Hanoi, la rue du Cuivre et la rue des Tasses réunissent les marchands de cuivre, de statuettes, sujets, brûle-parfums, marmites, plateaux, bouilloires, etc. Les villages de fondeurs travaillent de père en fils et toute la famille s'occupe à la fonderie, y passe tout le temps que la rizière laisse inemployée.

On peut donc affirmer après cette étude des principaux procédés de l'artisanat vietnamien appliqués à la fonderie, que les méthodes pratiquées au Tonkin depuis une très lointaine époque, tiennent réellement de la fabrication d'art. Les produits remarquables qui y sont élaborés, pourront sans doute être améliorés grâce aux directives que peut proposer la technique moderne des alliages, mais il ne peut être question de nier le talent des ouvriers qui réalisent d'aussi étonnantes pièces coulées avec des moyens et un outillage des plus rudimentaires.