

L'outil BalaBoum

LA FABRICATION

D'UN MOULE D'INJECTION



La coque du «BalaBoum» (mini enceinte amplifiée) a été réalisée par injection, c'est à dire par injection sous pression dans un moule d'une matière plastique fondue (polystyrène).

L'injection plastique est un procédé de fabrication dont les multiples applications font partie de notre environnement quotidien. Pourtant, rares sont ceux qui ont conscience de la valeur technique des pièces réalisées et de la complexité des outillages (moules) qui sont toujours des pièces uniques, réalisées par les moulistes-outilleurs, véritables orfèvres de la mécanique.

Ce diaporama a été réalisé à l'occasion de la fabrication du moule de «BalaBoum». Son but est de montrer comment naît un objet en plastique injecté. Les photos ont été réalisées par les moulistes-outilleurs qui ont fabriqué le moule. C'est avec leur aide que nous avons opéré une sélection et rédigé les explications.

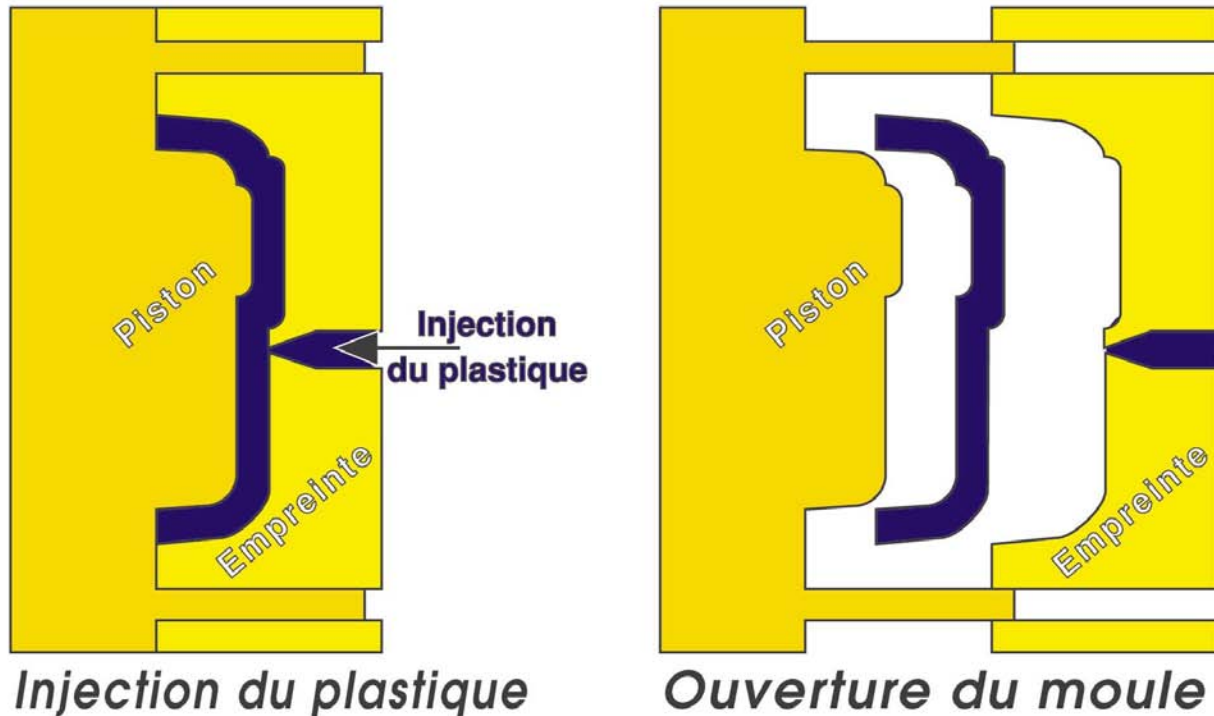
Mode d'emploi du diaporama

La brochure jointe au CDRom donne un commentaire complet pour chaque photo : un texte en gras qui constitue un commentaire simple adapté pour des élèves de collège + des explications complémentaires en maigre destinées au professeur, dans le but de lui apporter une bonne maîtrise du sujet pour répondre aux questions.

Sur le CDRom, à côté de chaque photo, nous avons porté le commentaire simple qui permet de laisser des élèves naviguer sur le CDRom.

Vous trouverez aussi sur le manuel papier des fiches élève à photocopier avec quelques suggestions pédagogiques pour que les élèves retiennent l'essentiel et gardent une trace dans leur cahier.

Principe du moulage par injection



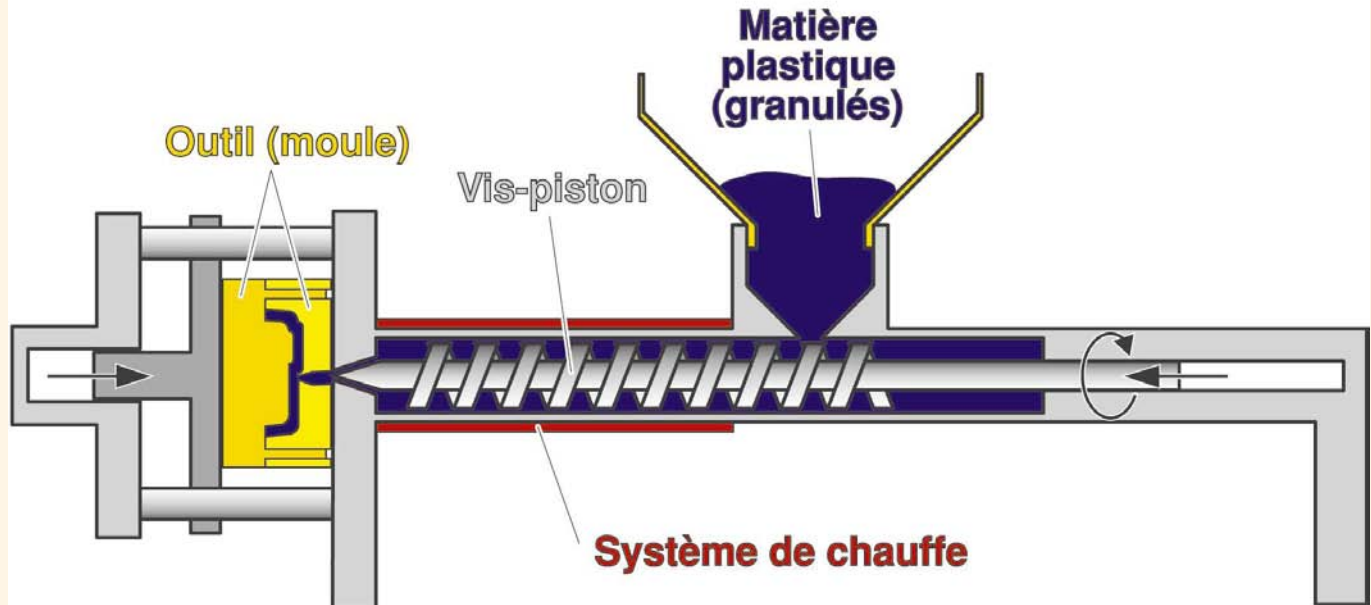
Le principe de l'injection est simple : injecter une matière plastique fondue dans la partie creuse d'un moule.

Le moule est la forme en négatif de la pièce à fabriquer.

Un moule simple est fait de deux pièces : la partie en creux du moule s'appelle empreinte, la partie en relief s'appelle piston.

Le canal par lequel le plastique en fusion est injecté dans le moule s'appelle la buse.

La presse d'injection



La presse d'injection est la machine dans laquelle on monte le moule.

La presse d'injection :

- fait fondre de la matière plastique,
- l'injecte dans le moule,
- ouvre et referme le moule.

La presse est alimentée en matière plastique sous forme de granulés que l'on verse dans un grand entonnoir appelé trémie.

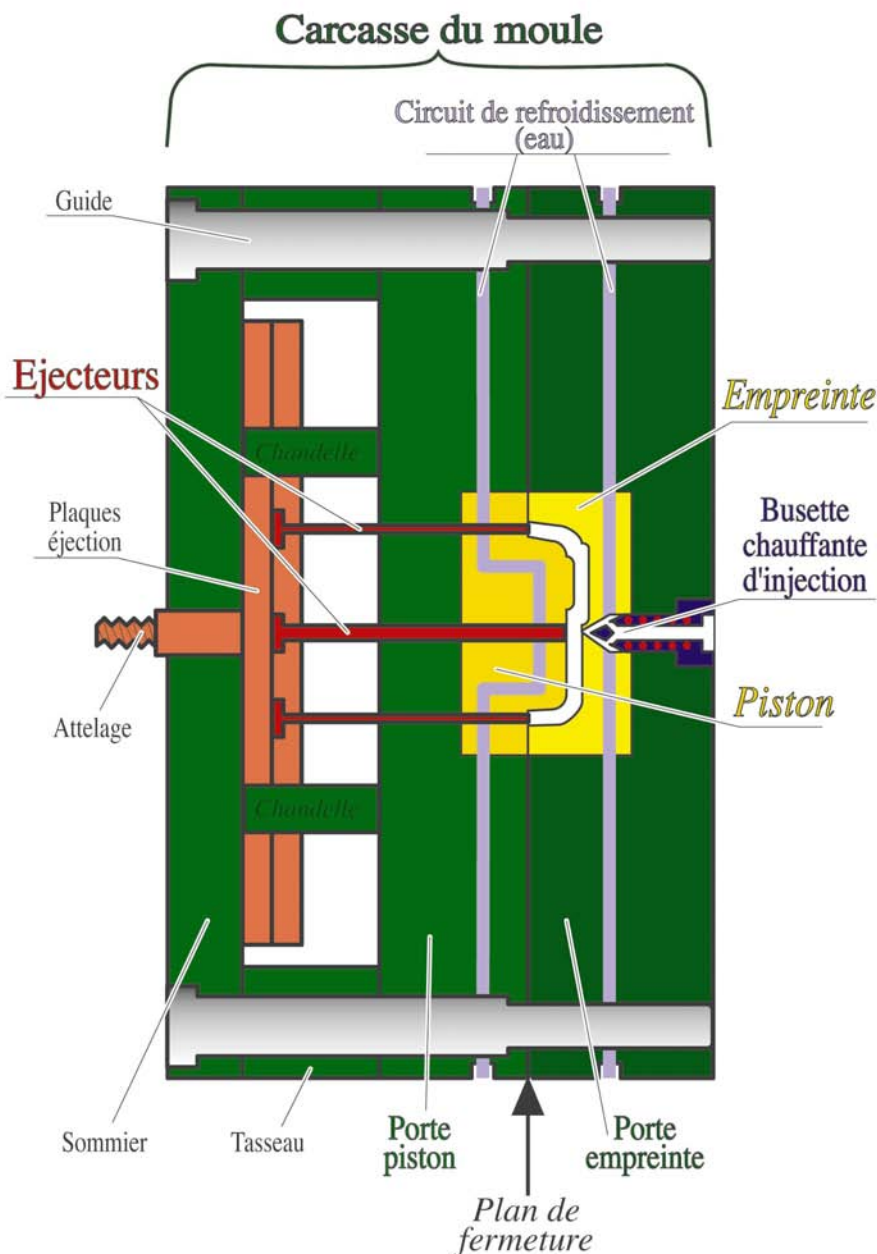
Le plastique est malaxé et fondu par un système de vis sans fin qui tourne dans un fourreau chauffant. Cette vis sans fin s'appelle « vis-piston » car son rôle est double : dans un premier temps elle tourne pour malaxer (on dit plastifier) le plastique ; puis la rotation est stoppée et le plastique est injecté dans le moule par un mouvement de translation (comme une seringue).

Le moule est maintenu fermé par un système très puissant de presse car la forte pression d'injection du plastique a tendance à ouvrir le moule.



On voit ici une des presses d'injection de l'usine.
On reconnaît à droite la trémie avec juste dessous, à sa gauche, le fourreau chauffant dans lequel le plastique est chauffé et malaxé par la vis-piston. Au centre on voit les plateaux sur lesquels on monte le moule et les grosses colonnes horizontales sur lesquelles coulisse le plateau mobile. À gauche, derrière le plateau mobile, se trouve le puissant système de fermeture. La force de fermeture de cette presse est de 250 tonnes ; le moule doit être assez résistant pour ne pas être déformé par cette pression.

Le moule d'injection



Si le principe de l'injection est simple, la pratique se heurte à certaines difficultés qu'il faut maîtriser. C'est ainsi que, dans la réalité, un outil (moule) d'injection est une mécanique assez sophistiquée, dont la fabrication est d'ailleurs extrêmement coûteuse.

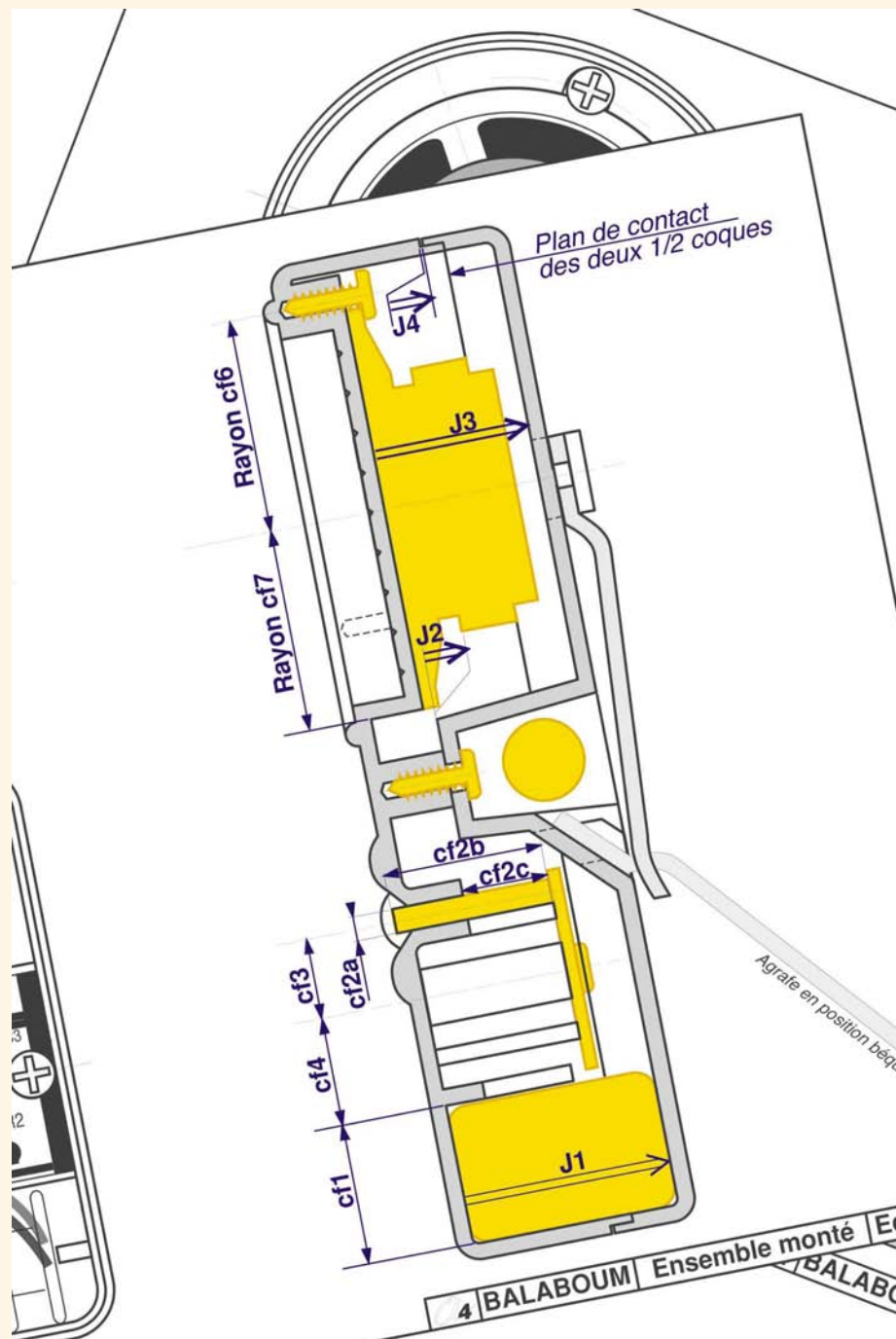
Regardons de plus près cette coupe d'un moule d'injection :

- On reconnaît l'empreinte et le piston (en jaune), mais on voit qu'ils ont été fabriqués à part et montés dans la carcasse du moule.
- En haut et en bas on voit les guides qui permettent d'ouvrir et de fermer le moule.
- Le moule est chauffé par le plastique fondu que l'on injecte dedans. Il faut donc le refroidir en permanence pour que la pièce injectée se solidifie vite et soit démoulable. C'est pourquoi chaque partie du moule est traversée par un circuit d'eau (à la manière du circuit de refroidissement d'un moteur de voiture).
- En refroidissant, la pièce injectée se rétracte ; c'est ainsi qu'elle se décolle toute seule de l'empreinte tout en se coinçant sur le piston. A l'ouverture du moule, pour récupérer la pièce sans l'abîmer, on l'éjecte par un ensemble de poussoirs appelés éjecteurs.

Au départ du projet, il faut concevoir et dessiner le boîtier que l'on veut fabriquer. Plus la pièce est complexe, plus le moule sera difficile et coûteux à fabriquer ; il faut trouver les solutions les plus simples et ne rien demander de superflu. Il est prudent de réaliser une maquette pour tester la pièce.

De nos jours les pièces sont définies en 3D, ce qui permet dès la conception de visualiser le volume. De plus, le concepteur doit respecter une contrainte primordiale : toutes les pièces doivent être démoulables ... Pensez au seau qui sert à mouler des châteaux de sable : ses parois sont lisses et évasées pour permettre le démoulage du sable.

On voit ici une coupe du projet de boîtier. Les pièces en jaune sont les éléments qui devront être contenus dans le boîtier. Le profil du boîtier est en gris, on peut vérifier que les deux demi-coques sont bien démoulables.



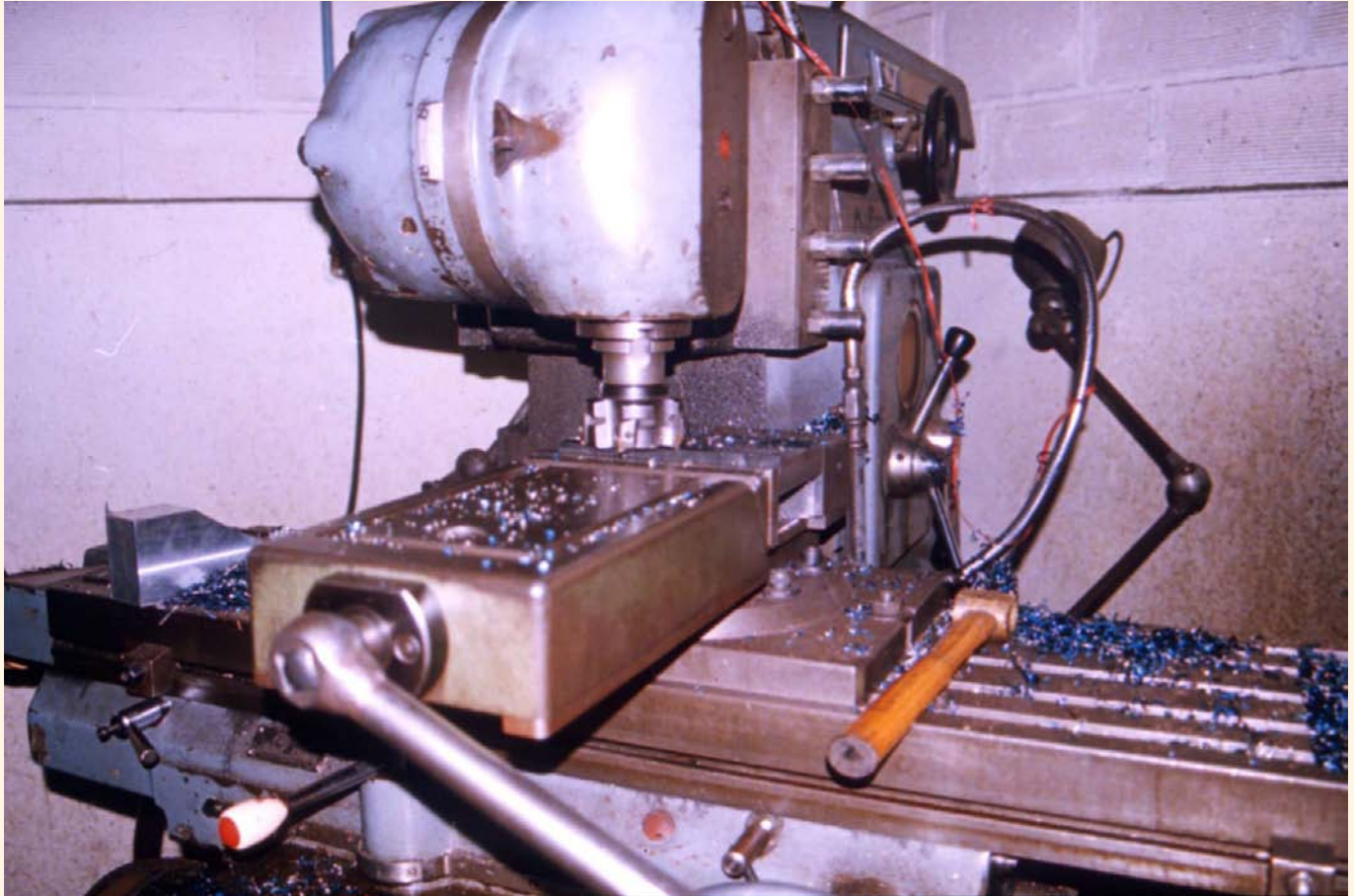


Lorsque les plans du boîtier Balaboum sont finis, ils sont confiés au mouliste-outilleur qui va dessiner les plans... du moule d'injection. Ce travail a nécessité environ 50 heures de travail sur planche à dessin.

Aujourd'hui ce travail serait réalisé sur ordinateur à l'aide d'un modelleur volumique. cela ne fait pas gagner beaucoup de temps mais permet d'éviter des erreurs car on peut tester virtuellement l'assemblage et le fonctionnement de l'outil avant de le réaliser.

On reconnaît, sur le plan, les formes caractéristiques du BalaBoum. Les lignes bleues représentent le circuit d'eau. Les points jaunes représentent les éjecteurs.

C'est à ce stade du projet que le mouliste-outilleur est en mesure de fixer sur un prix ferme pour la réalisation du moule. Le moule de BalaBoum revient environ à 100 000 F hors étude du boîtier...



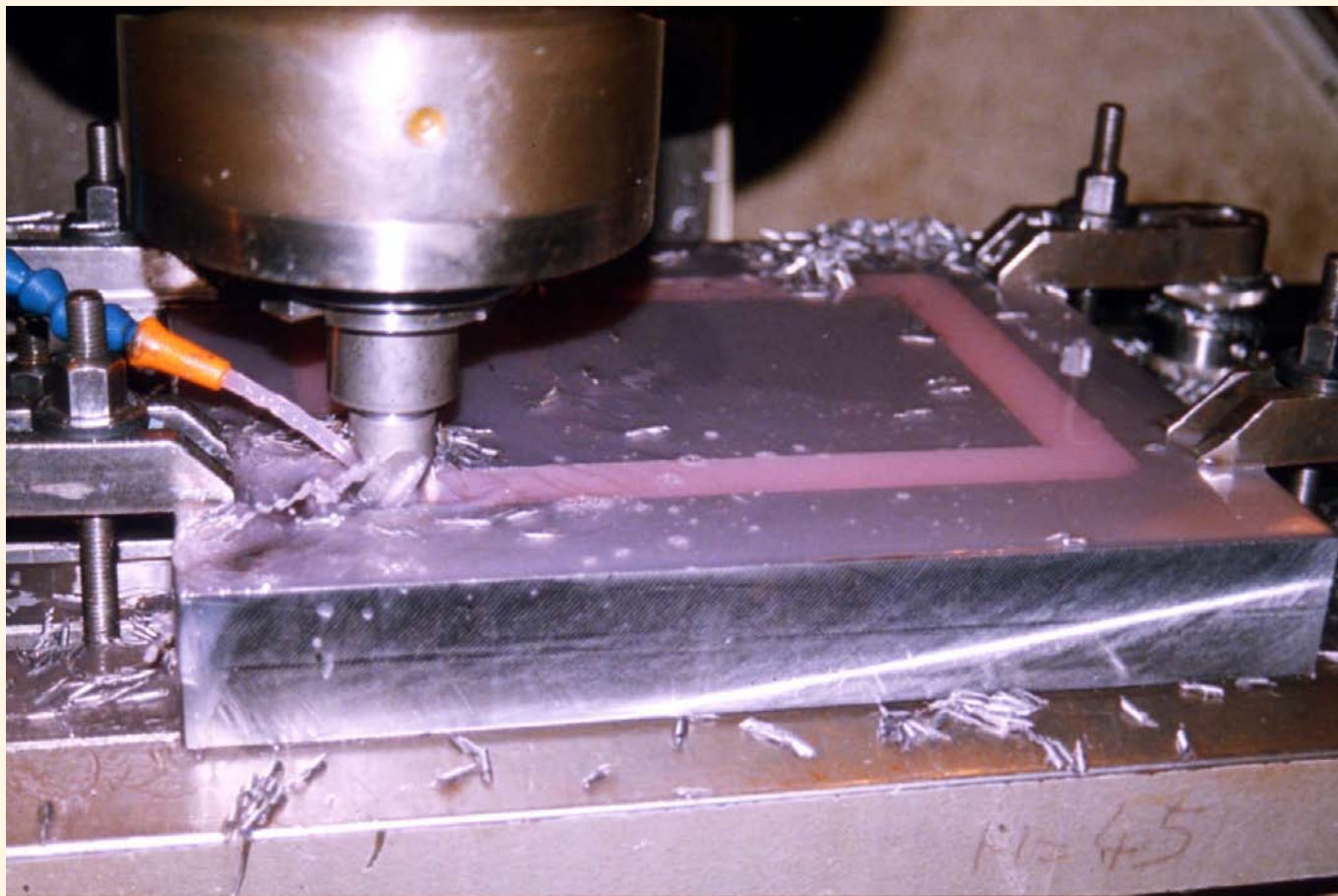
La fabrication commence par l'ébauche des différents blocs qui constitueront la carcasse, les empreintes et pistons du moule.

Cette étape qui consiste à obtenir différents blocs parallélépipédiques se fait principalement, comme ici, en fraisage.

La carcasse du moule représente un volume d'acier important et coûteux. Le coût matière des blocs d'acier brut pour la carcasse de l'outil «BalaBoum» représente environ 2 000 Euros HT.

La carcasse est constituée de blocs épais, réalisés dans un acier de très bonne qualité, car le moule devra résister à des pressions d'injection de plus de 100 bars et une pression de fermeture de près de 100 tonnes...

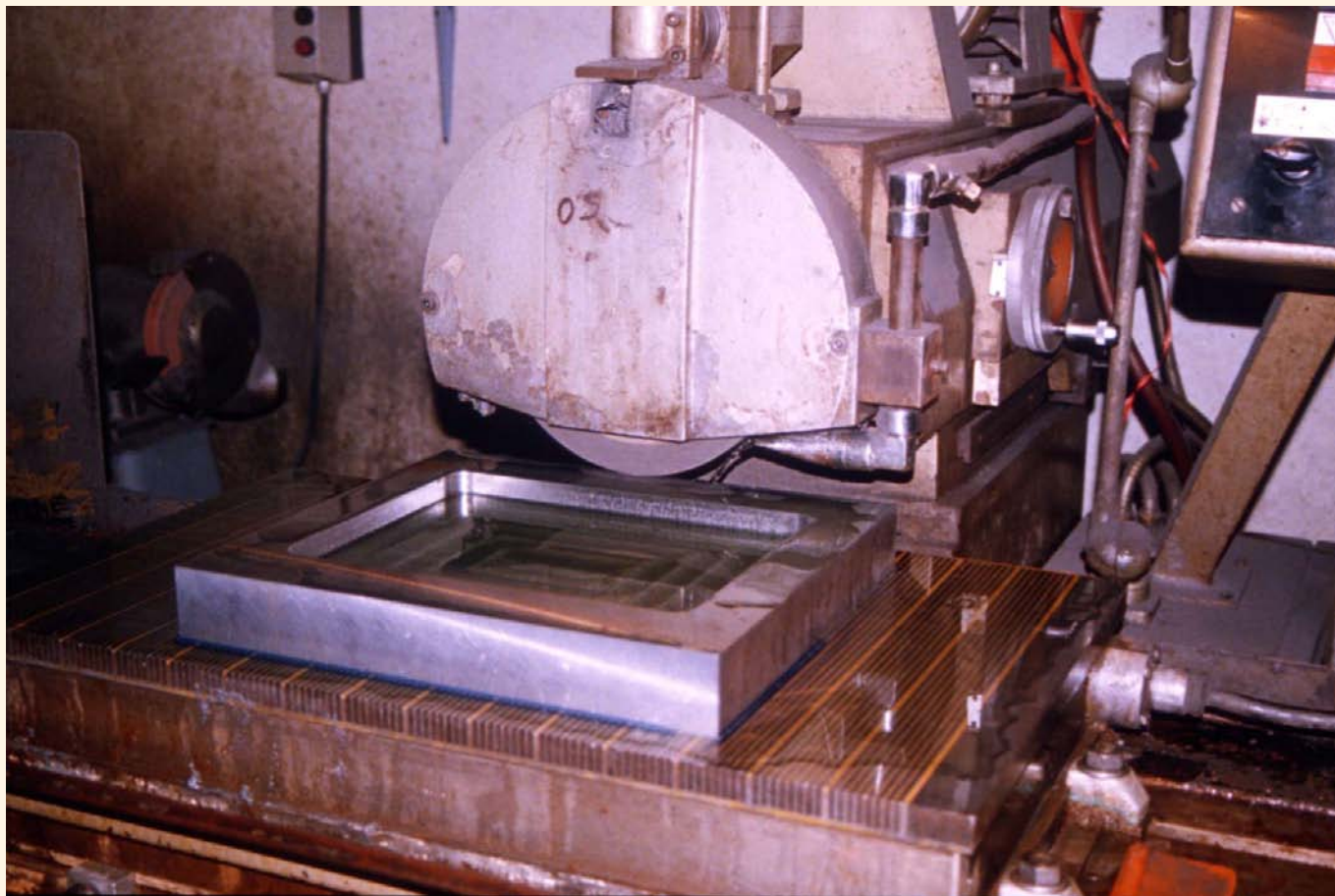
L'outil «BalaBoum» est prévu pour tenir 100 000 cycles (100 000 pièces injectées).



On voit ici une opération de fraisage où l'on creuse le logement des empreintes dans la carcasse (plaque porte-empreinte).

L'usinage se pratique toujours sous un jet d'huile soluble mélangé à de l'eau (pour refroidir l'outil et lubrifier la coupe). On voit le jet d'huile dirigé sur la fraise.

Cette opération va durer près d'une demi-journée.



Le logement des empreintes a été creusé dans la plaque porte-empreinte. Lors de cette grosse opération de fraisage, la pièce a subi un fort échauffement et des déformations relativement importantes ; elle est «voilée». On voit ici une opération de rectification. L'outil d'une rectifieuse est une meule capable de surfer un plan avec une précision supérieure au centième de millimètre.



Le contrôle, tout au long de la fabrication, occupe un temps important. On contrôle les dimensions des pièces mais aussi leur géométrie (planéité, rectitude, ...) et leur état de surface (rugosité de la surface, l'usinage laissant des traces). L'opération montrée ici a pour but de centrer le porte-empreinte sur la table de la fraiseuse avant une passe d'usinage en finition.



Passage des éjecteurs, circuit d'eau, logements des renforts (ou chandelles) pour que le moule supporte la pression de fermeture, la carcasse devient un vrai «gruyère».

On voit ici le perçage d'un trou de Ø60 pour le passage d'une chandelle de renfort.



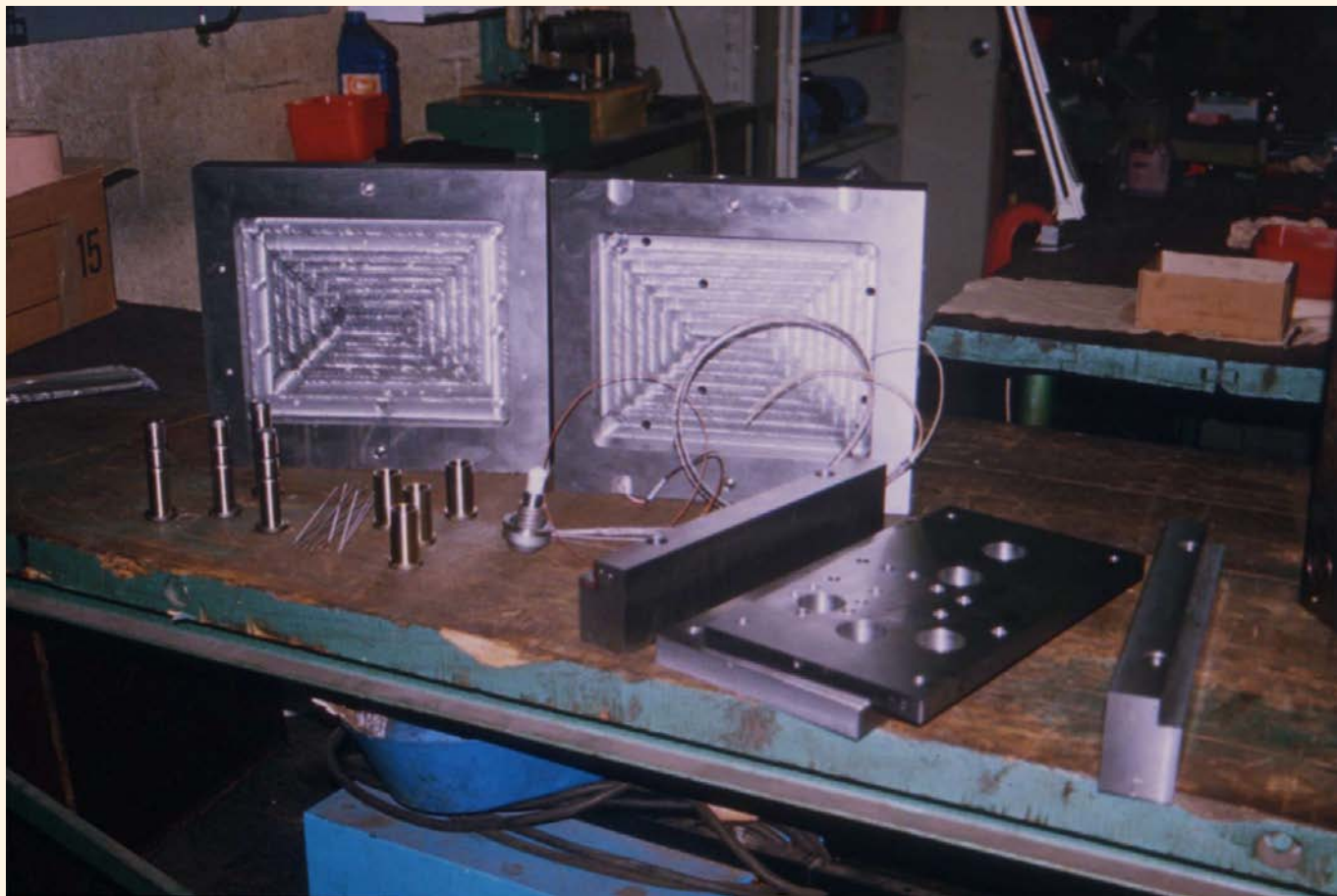
Malgré l'importante lubrification et le jet d'huile dirigé directement sur le foret, l'échauffement est important.



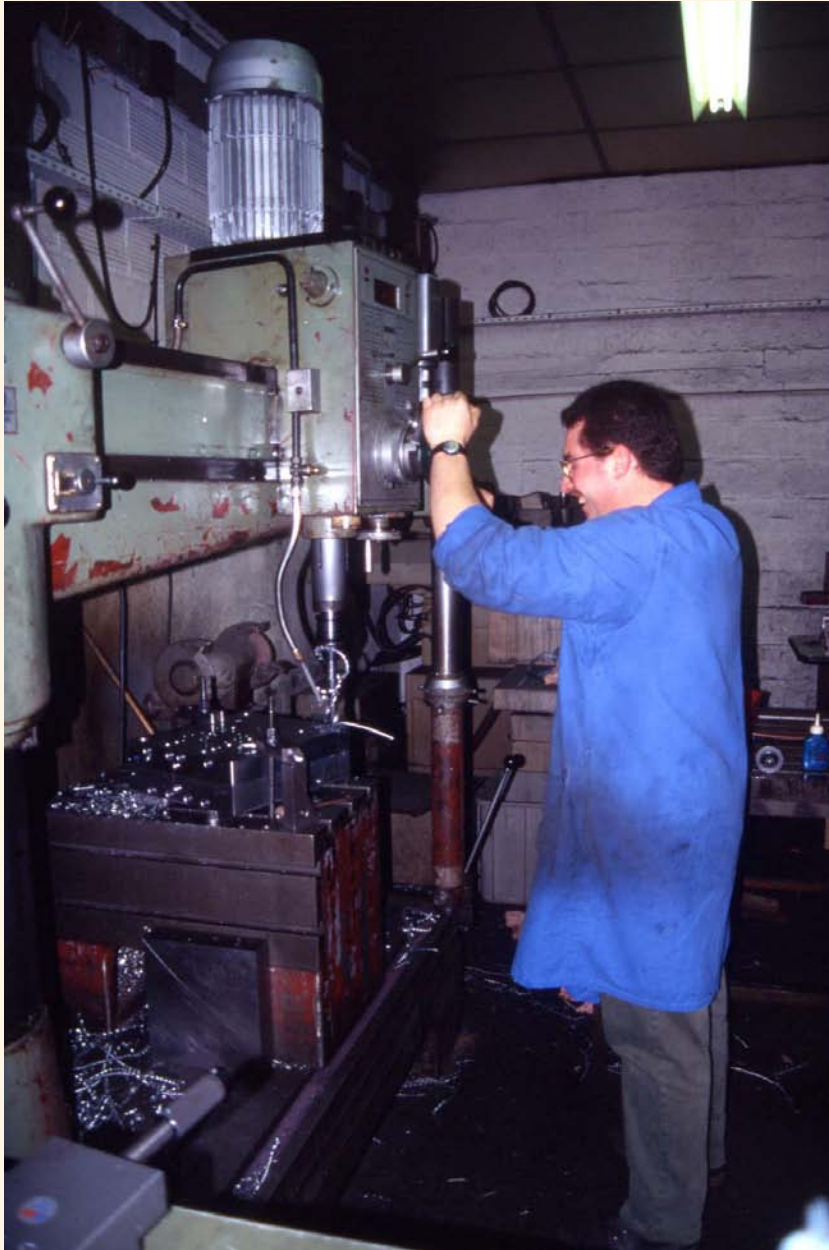
On voit ici une opération de perçage manuel d'une plaque éjection. Beaucoup de petites opérations d'usinage sont réalisées manuellement. Le mouliste-outilleur doit être polyvalent et savoir aussi bien programmer une machine numérique commandée par ordinateur que se servir avec habileté d'une machine simple. La burette d'huile posée sur la machine sert à lubrifier le perçage.



On voit ici une opération de contrôle de la planéité d'une plaque éjection. L'appareil de contrôle utilisé est un comparateur à cadran, avec lequel on peut détecter des écarts inférieurs au centième de millimètre. La tolérance générale requise est de l'ordre du centième de millimètre.



On voit les deux plaques principales, porte-empreinte et porte piston, les tasseaux, une plaque éjection percée de petits trous qui recevront les éjecteurs et de gros trous qui permettent le passage des chandelles de renfort. Sur la gauche, au premier plan, on voit les 4 guides et les 4 manchons qui seront placés aux 4 coins de la carcasse pour guider l'ouverture et la fermeture précise du moule.



Les deux parties principales de la carcasse du moule devront être parfaitement ajustées et pouvoir s'ouvrir et se fermer sur les guides placés aux quatre coins. On usine le passage de ces guides en une seule opération sur toutes les parties de la carcasse en même temps, de façon à éviter des écarts d'une pièce à l'autre.

L'opération est réalisée sur la perceuse radiale.



La coupe est lubrifiée par un jet d'huile de coupe.

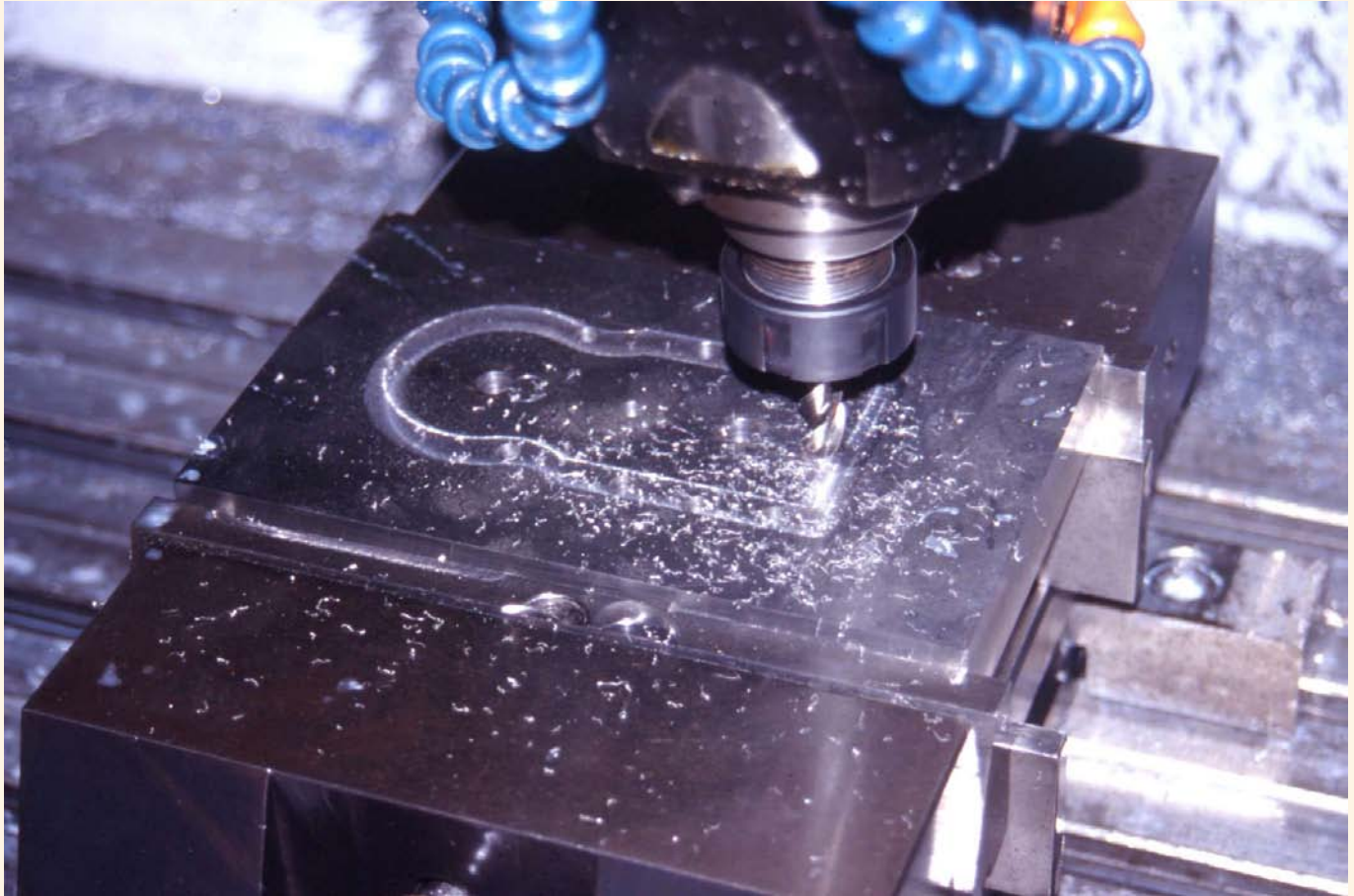


La carcasse est prête et on commence l'usinage des empreintes et des pistons. Leurs formes complexes vont nécessiter l'emploi de différentes machines, dont les plus sophistiquées.

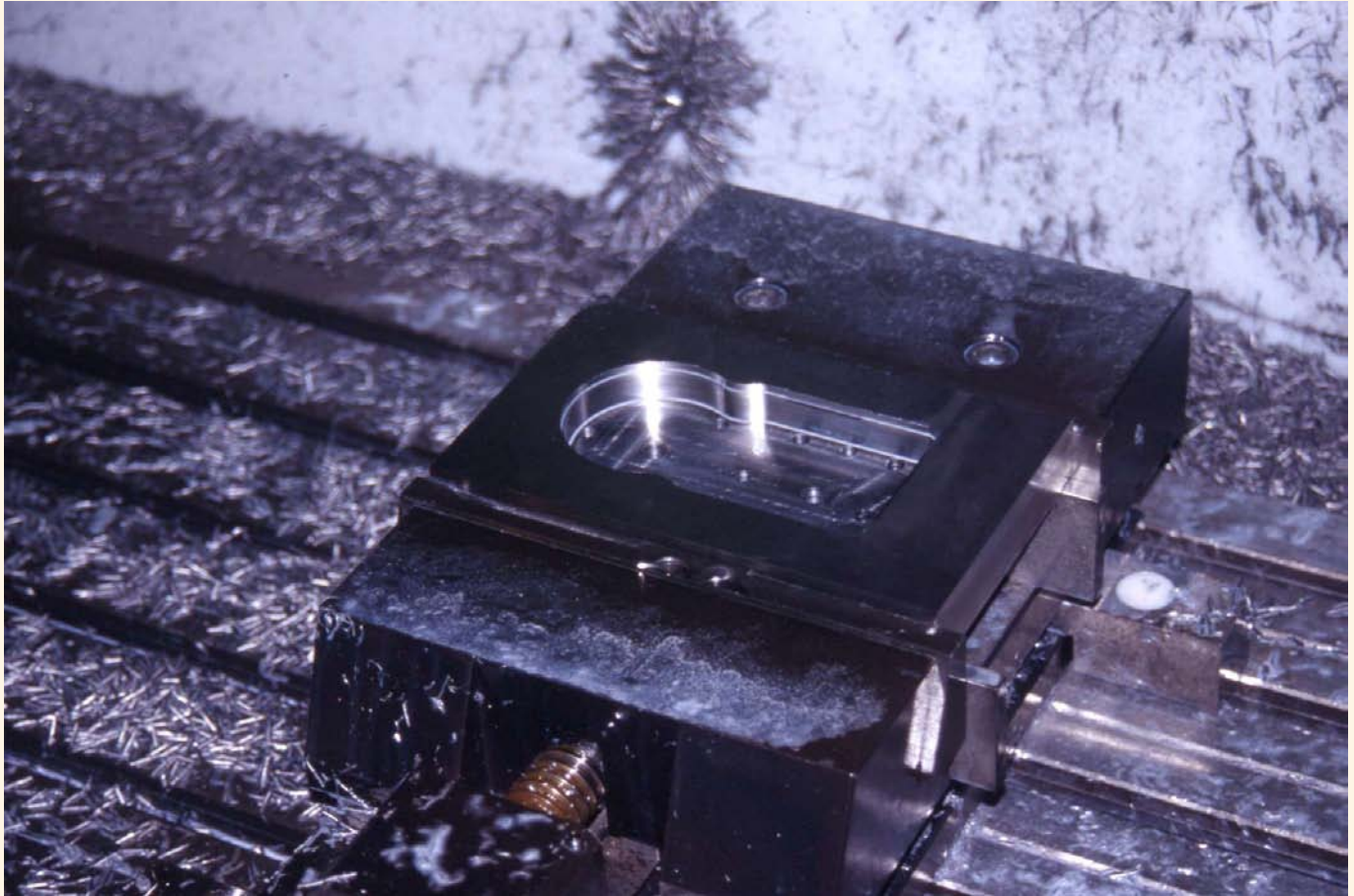
Les empreintes et les pistons sont taillés séparément dans des petits blocs d'acier ébauchés, comme ici sur une fraiseuse conventionnelle à manivelles.



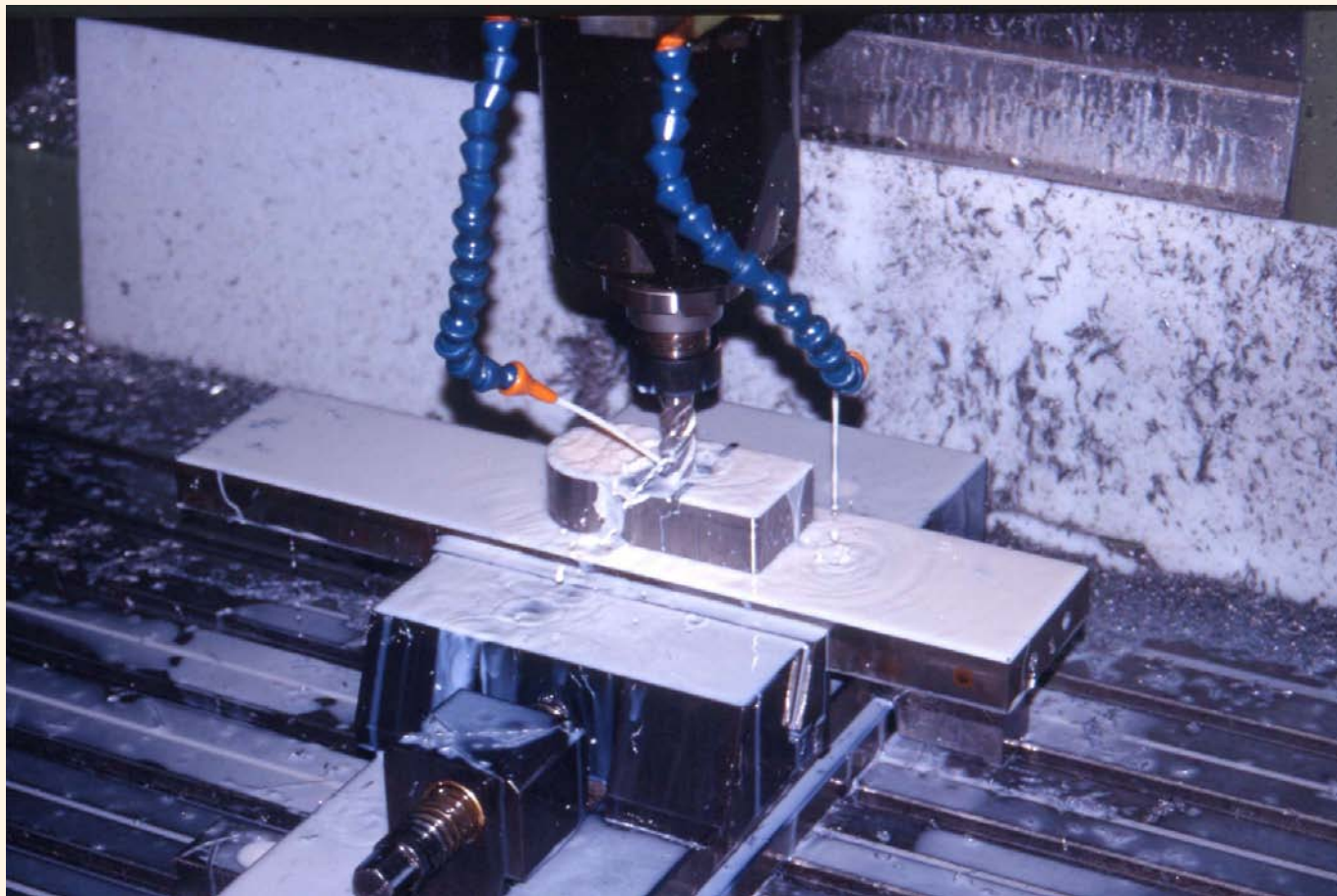
La fraiseuse numérique est une fraiseuse dont tous les mouvements sont pilotés par ordinateur. Il n'y a donc pas de manivelles pour déplacer la pièce sous la fraise, mais des moteurs commandés par l'ordinateur de la machine. On voit, au premier plan à gauche, le module de commande avec son écran. Lorsque la pièce a été dessinée sur ordinateur, en 3 dimensions par exemple, on peut transférer directement le plan dans l'ordinateur qui pilote la fraiseuse, ce qui fait gagner énormément de temps pour la programmation de l'usinage et surtout garanti un usinage parfaitement conforme au plan.



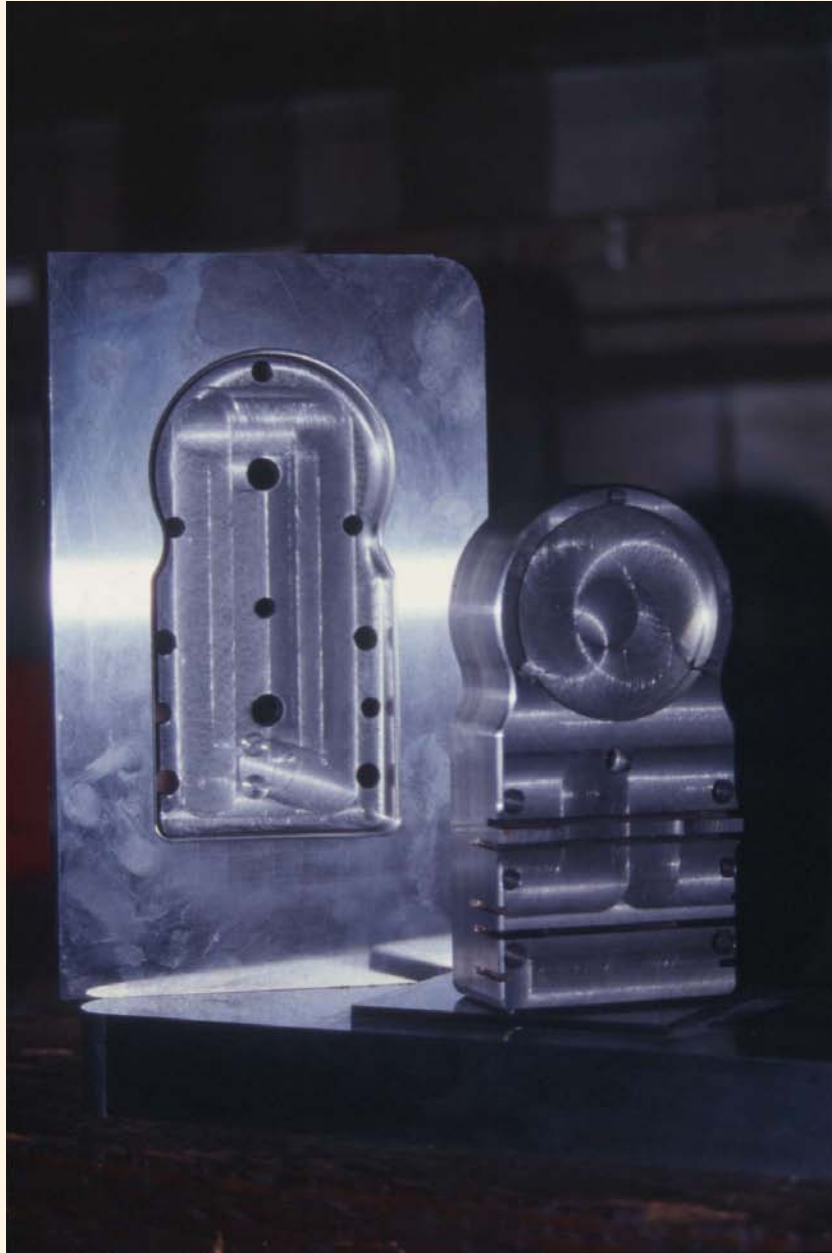
L'ordinateur permet de piloter le trajet de l'outil suivant un chemin complexe dans les trois directions de l'espace, avec une très grande précision. On voit ici la fraise qui taille dans l'acier une partie d'un piston. Il s'agit du piston de la 1/2 coque avant du BalaBoum.



**L'opération de fraisage numérique est terminée sur cette pièce.
Pour les besoins de la photo, la pièce a été nettoyée. On voit tout autour les copeaux qui baignent dans l'huile de coupe.**

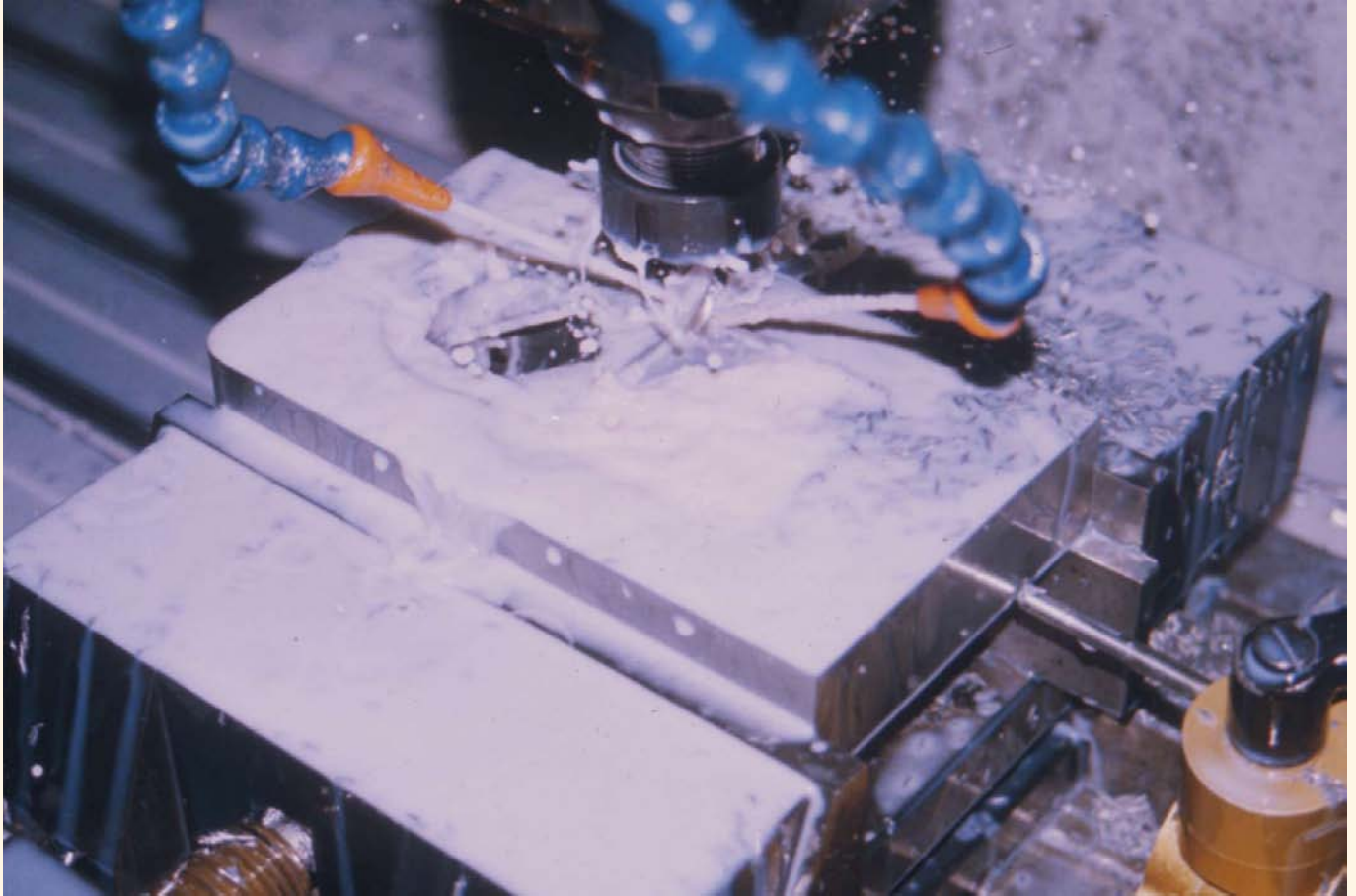


On voit ici l'usinage d'un piston de la 1/2 coque avant du BalaBoum. La pièce n'est pas directement serrée dans l'étau mais montée sur une plaque elle-même serrée dans l'étau. En effet ce piston est dépouillé de 2° et donc légèrement conique (pour permettre le démoulage). Serré directement dans l'étau, il se serait mis de travers et il aurait été abîmé !



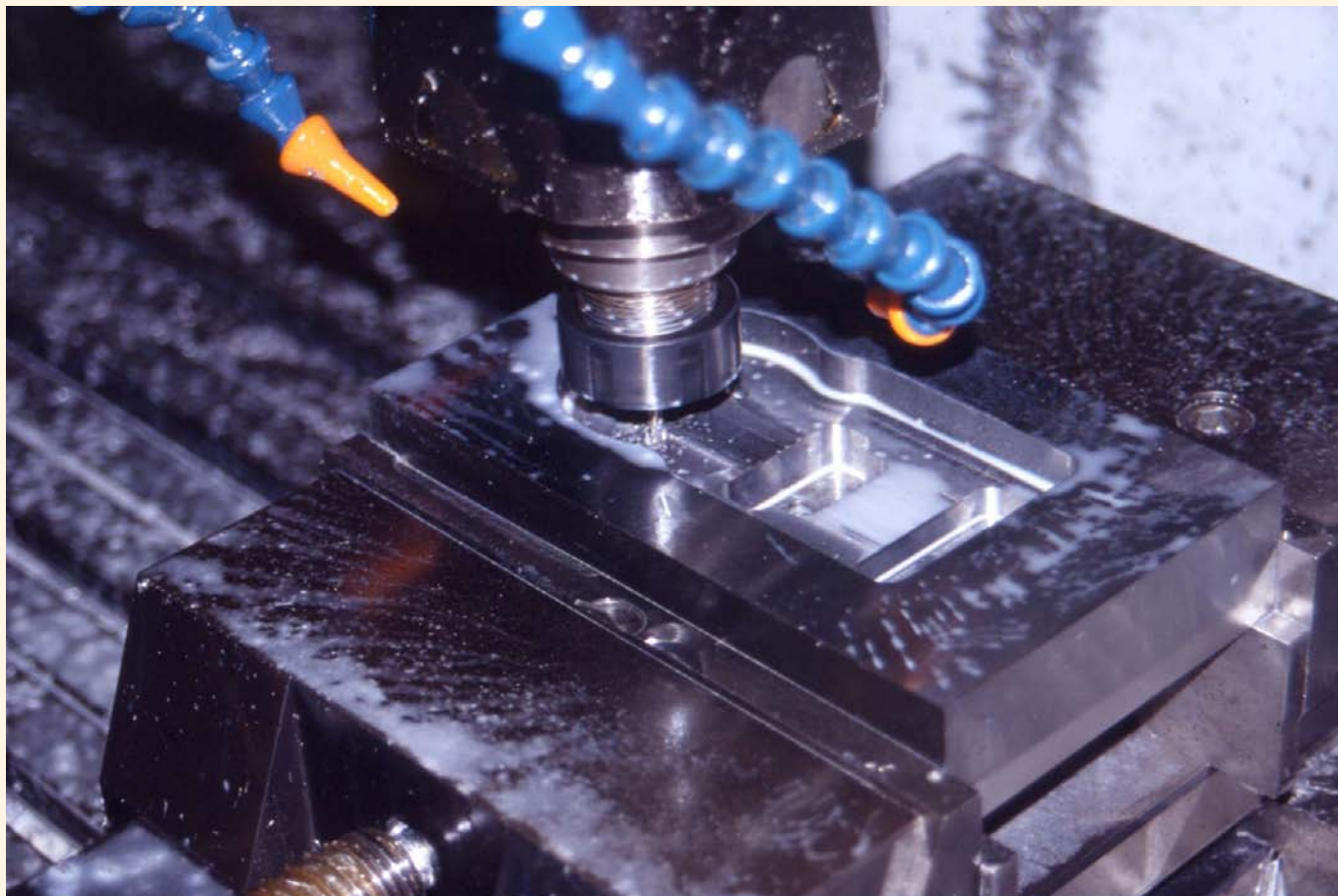
Les deux parties principales de ce piston vont maintenant être assemblées. On reconnaît les trous pour le passage des éjecteurs.

Un moule d'injection est souvent un assemblage de multiples pièces complexes et précises.



On voit ici une opération d'usinage de l'empreinte de la 1/2 coque arrière du BalaBoum.

L'usinage est toujours pratiqué sous jet d'huile soluble.



Pour les besoins de la photo, le jet d'huile a été temporairement arrêté et la pièce nettoyée.

Les parois de cette empreinte paraissent verticales... Pourtant elles sont dépouillées (évasées) de 2°.

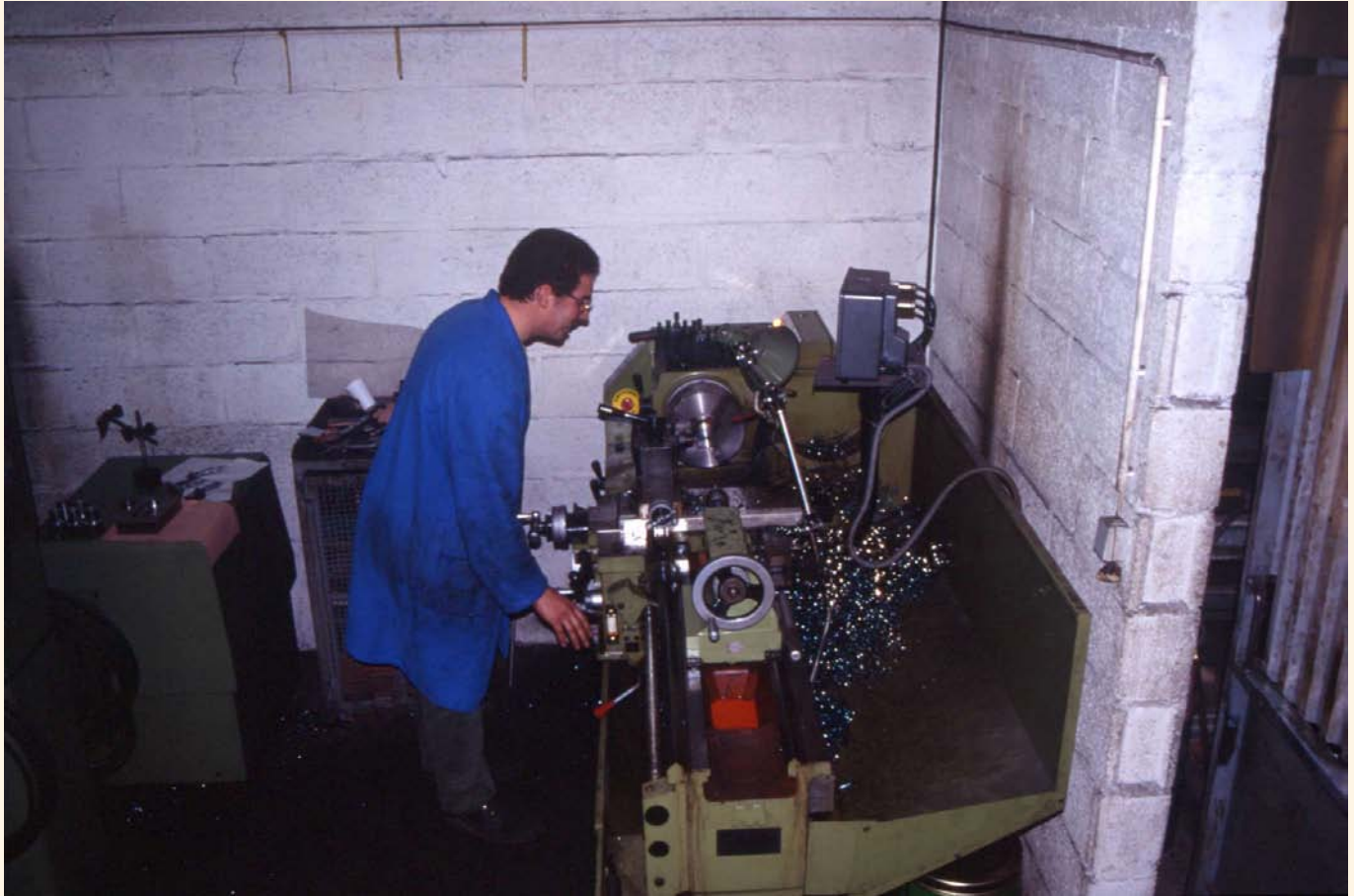
Les outilleurs utilisent des fraises spéciales, légèrement coniques.



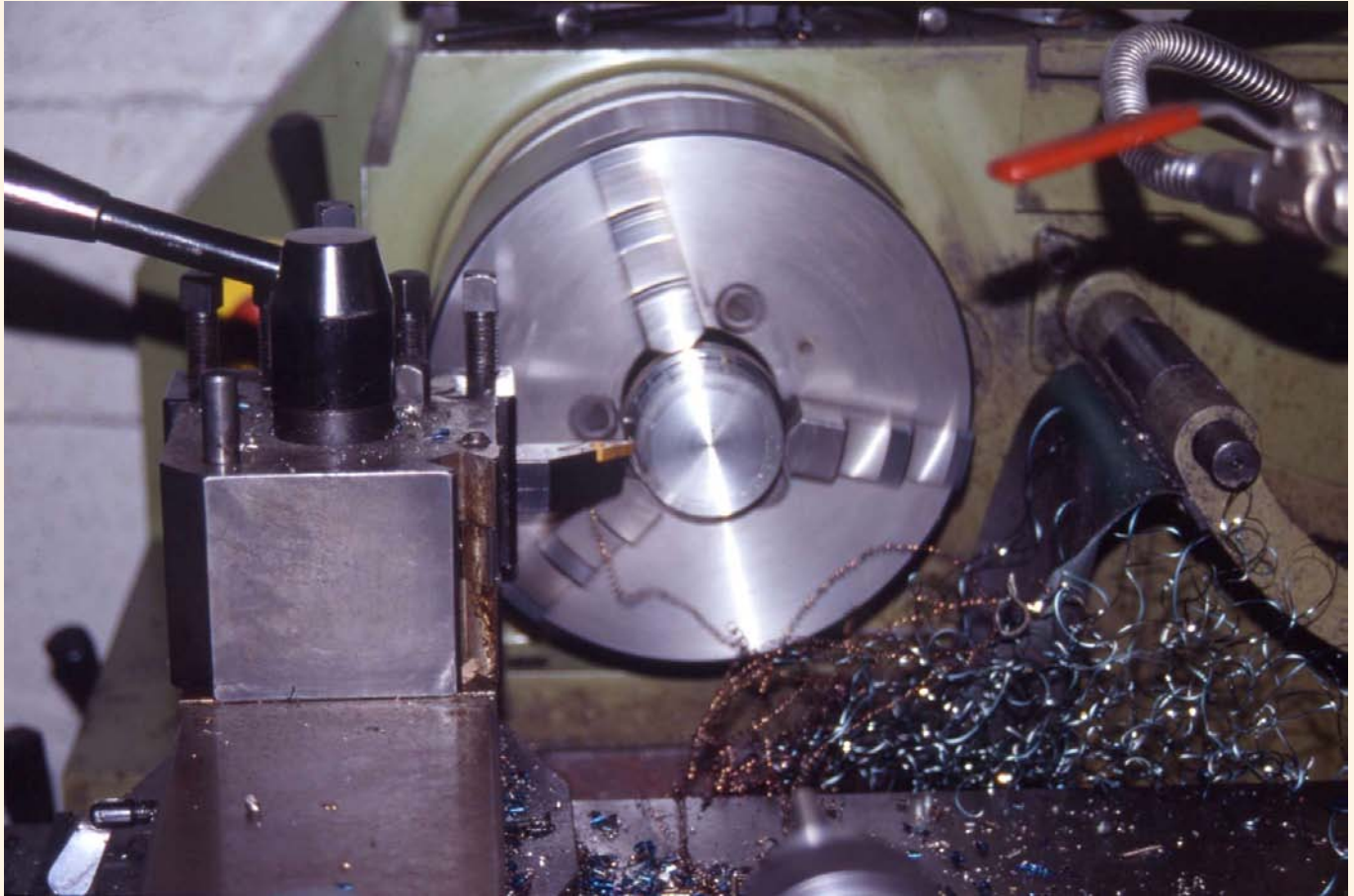
On voit l'empreinte de la 1/2 coque avant du BalaBoum.

Remarquez le logo "BalaBoum" gravé à l'envers dans l'empreinte. Ce logo a été gravé par usinage avec une toute petite fraise sur une petite machine à commande numérique. Cette empreinte n'est pas terminée. Il en manque encore une partie : la pièce cylindrique qui formera l'empreinte du pavillon.

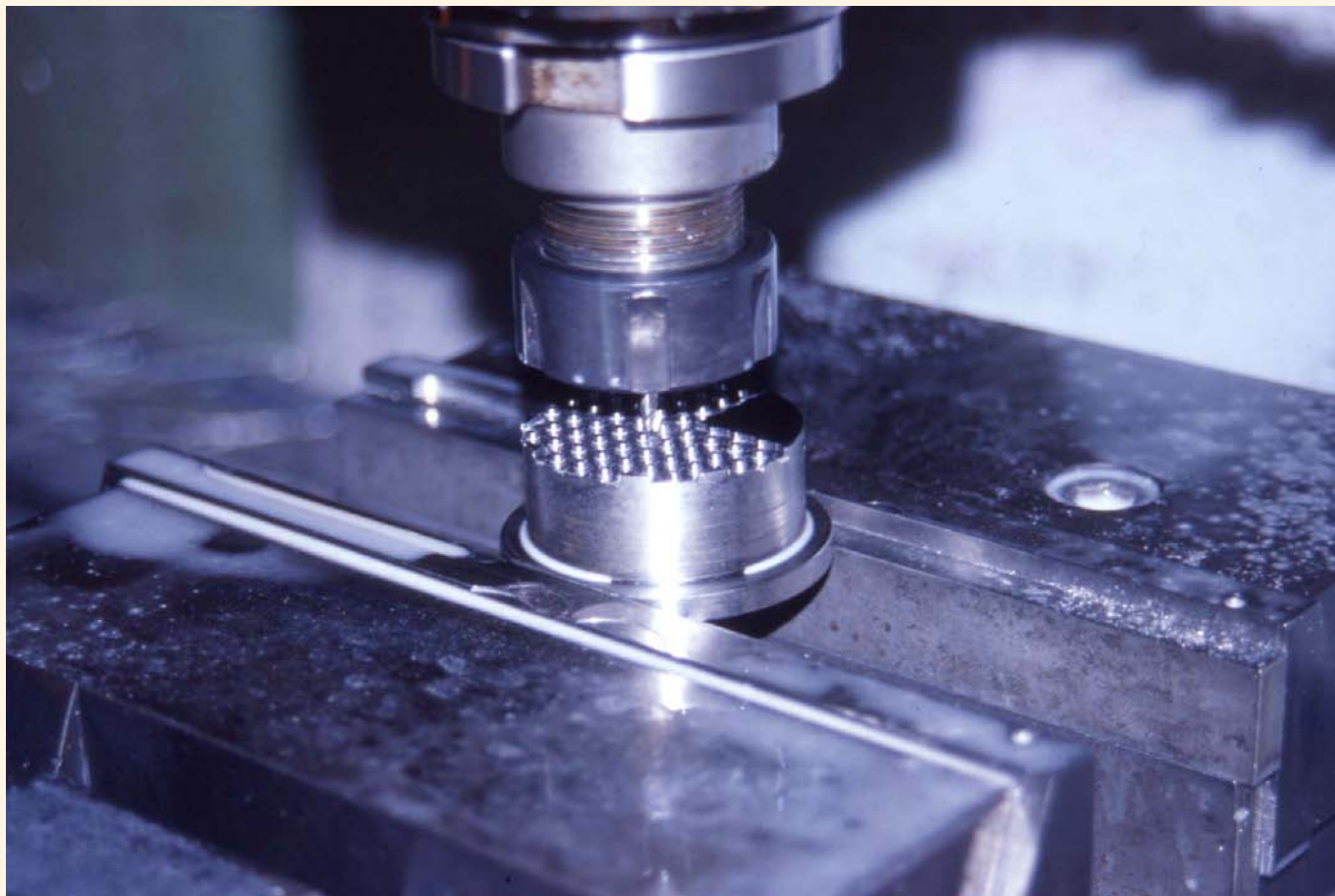
La partie manquante de cette empreinte va être réalisée en tournage...



Les pièces de révolution (pièces rondes) peuvent être usinées sur un tour conventionnel.

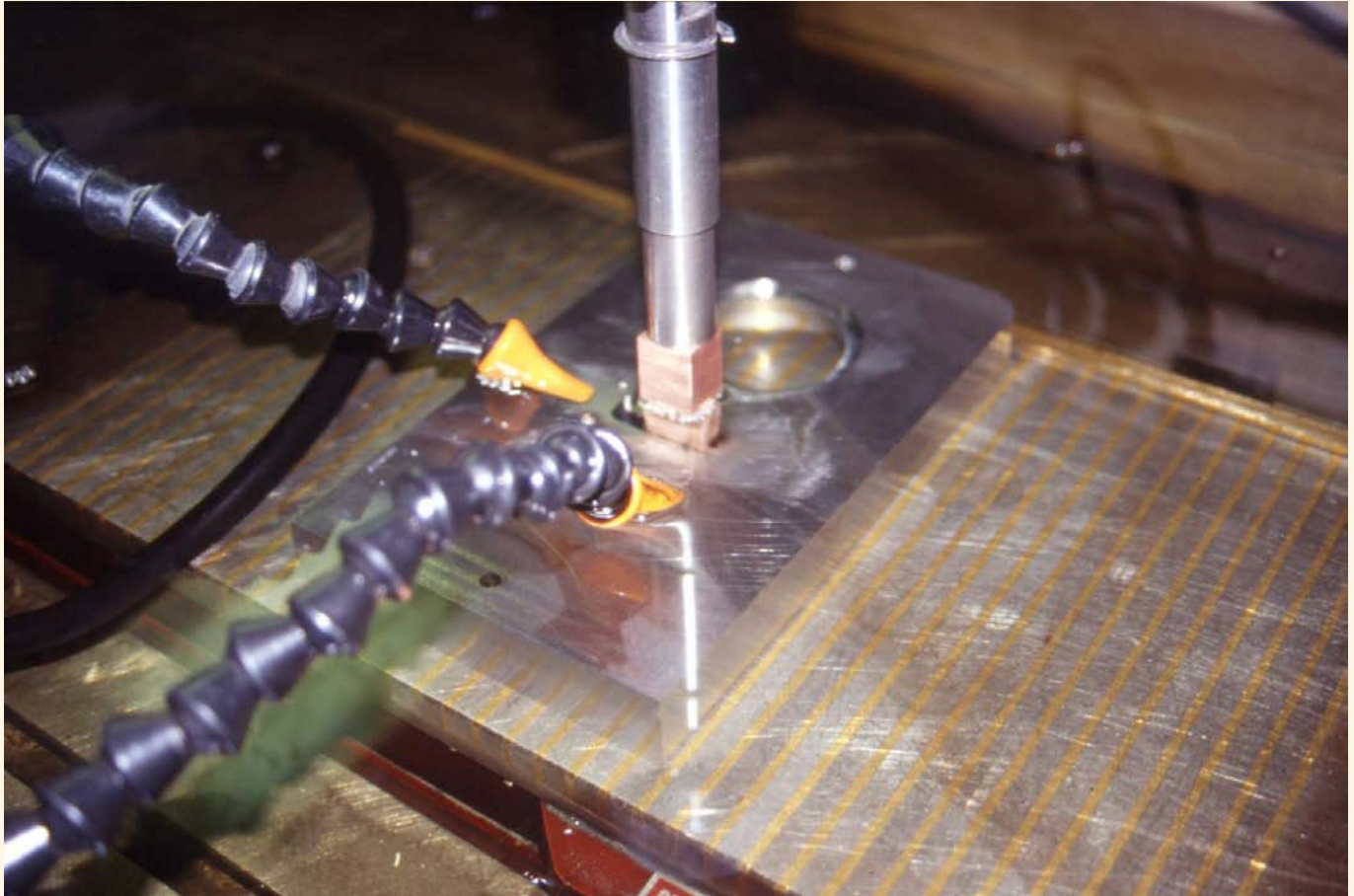


On voit ici le tournage de la pièce qui servira pour le pavillon de l'empreinte de la 1/2 coque avant du Balaboum.
En fraisage, c'est l'outil qui tourne ; en tournage, c'est la pièce qui tourne.



Le pavillon de la 1/2 coque avant du BalaBoum porte 61 avant-trous. Dans l'empreinte du moule, ces avant-trous sont autant de petits picots qui dépassent de l'empreinte.

Sans la fraiseuse numérique, il aurait fallu percer avec précision 61 trous, fabriquer 61 petits picots et les fixer un à un sur l'empreinte... La fraiseuse numérique, équipée d'une petite fraise, a été programmée pour détourer ces 61 picots directement dans la masse de cette pièce.



L'électro-érosion est un procédé d'usinage qui consiste à faire pénétrer une électrode en cuivre dans l'acier. Ce procédé permet, comme ici, de percer des trous carrés ou rectangulaires. Sur cette photo, on voit une électrode de cuivre en train de pénétrer lentement dans une partie d'une empreinte.

La machine à électro-érosion travaille par étincelage dans un bain de produit diélectrique. On applique une tension électrique entre l'électrode et le bloc d'acier ; lorsque l'électrode est très proche de la pièce d'acier, il se produit des petits arcs électriques qui creusent autant de petits cratères dans l'acier. C'est ainsi que l'électrode, qui avance automatiquement et extrêmement lentement, creuse l'acier.



On voit ici la machine d'électro-érosion. Au premier plan : la cuve qui contient le liquide diélectrique dans lequel est pratiqué l'usinage. Ce liquide sert à contrôler l'étincelage, à refroidir les éléments et à permettre l'évacuation des micro-copeaux. Le diélectrique est constamment aspiré, filtré et réinjecté au niveau de l'usinage. On voit à gauche les tuyaux qui relient la machine d'électro-érosion au système de filtrage du diélectrique.



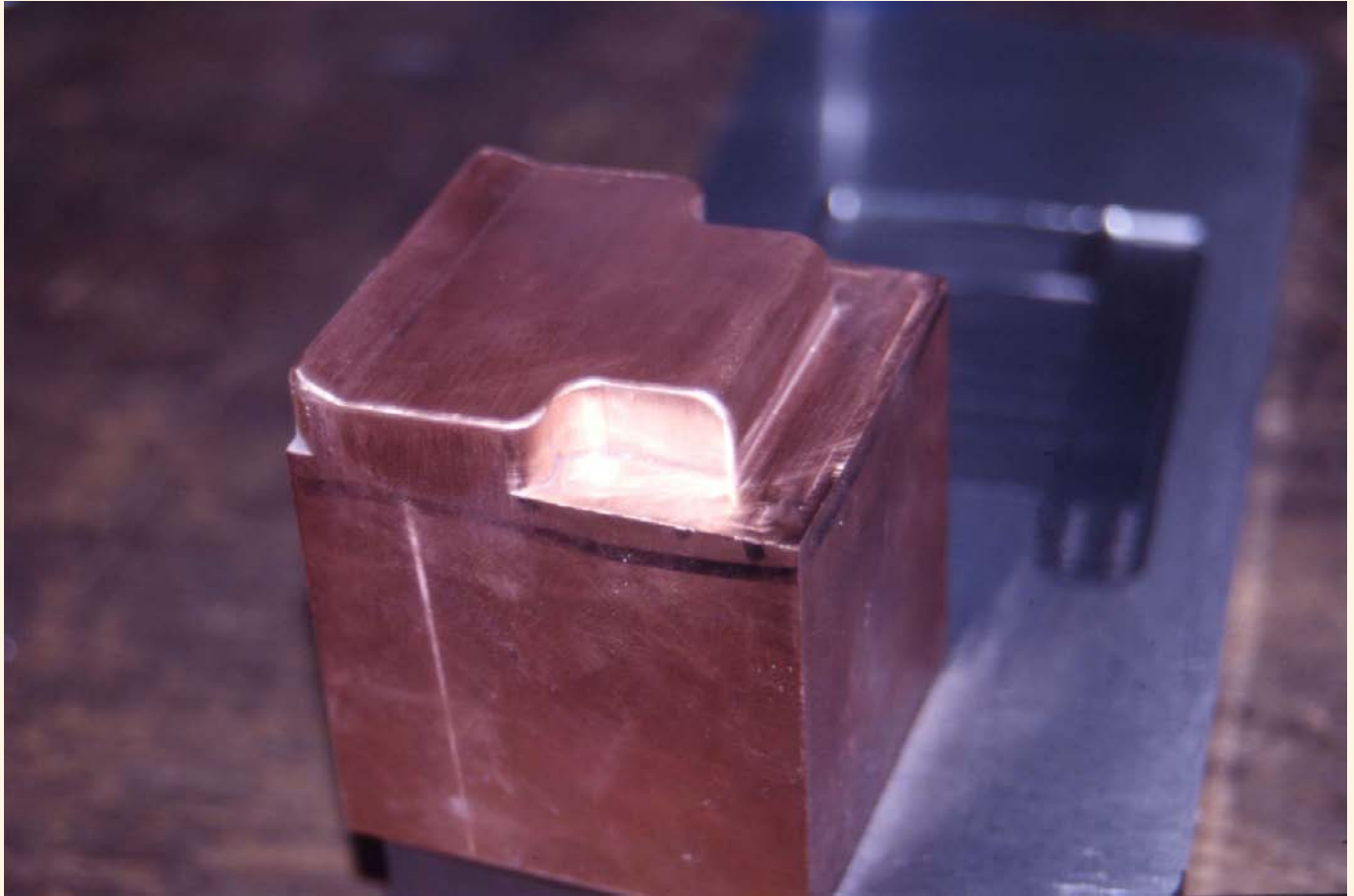
Vue de dessus, on voit la cuve remplie du produit diélectrique.

Le vérin qui permet la descente très lente de l'outil (électrode) est protégé par le soufflet.

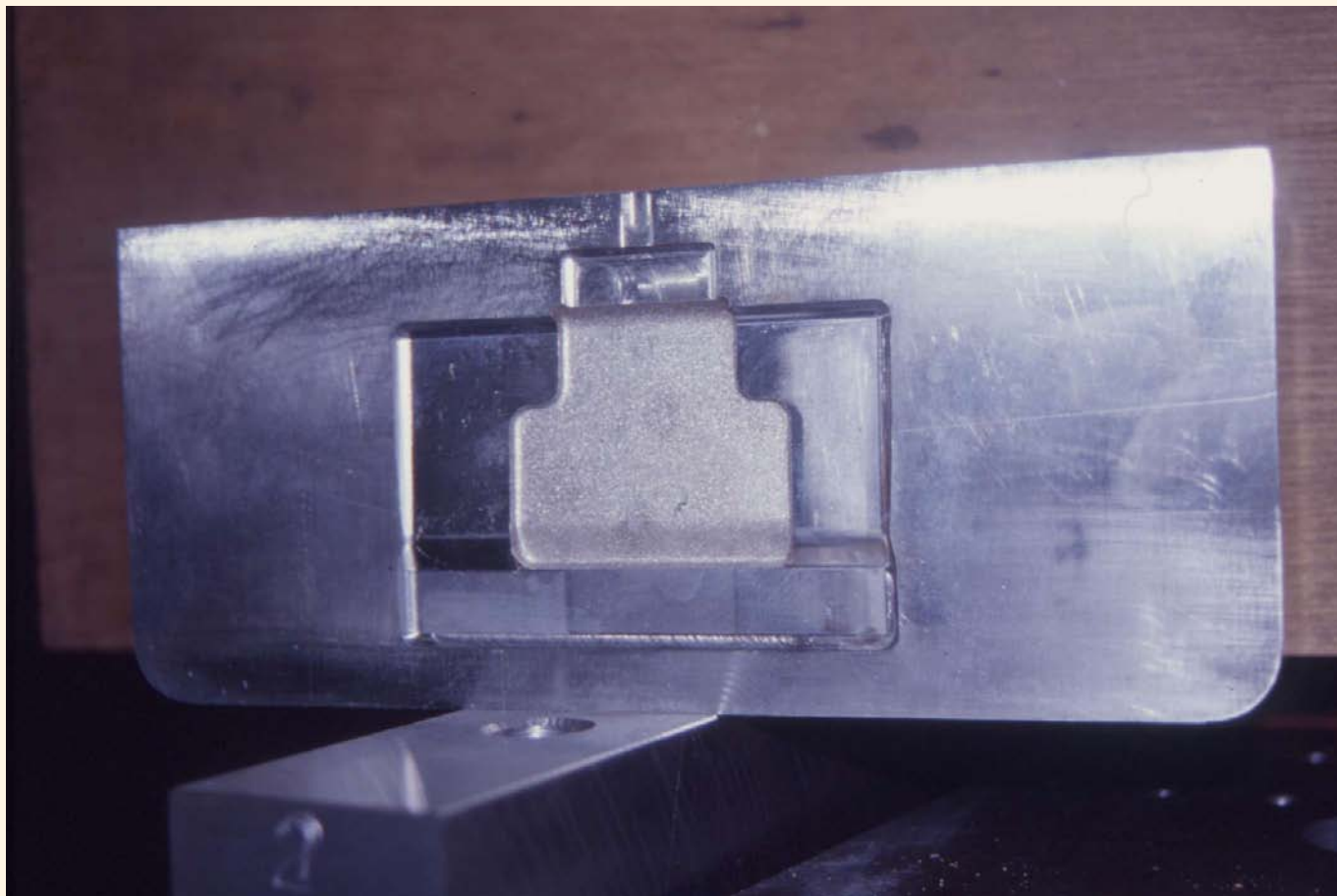
Au premier plan, on aperçoit le tableau de commande. La machine d'électro-érosion est délicate à régler et il y a un risque important d'inflammation du diélectrique.



On voit ici une opération d'usinage par électro-érosion sur un piston du moule. La pièce est immobilisée dans le bain de diélectrique et l'on voit le porte-outil en bout duquel est fixée l'électrode. Les durites articulées servent à l'aspiration du diélectrique qui est filtré et réinjecté en permanence. Les arcs électriques provoquent des bulles dans le diélectrique.

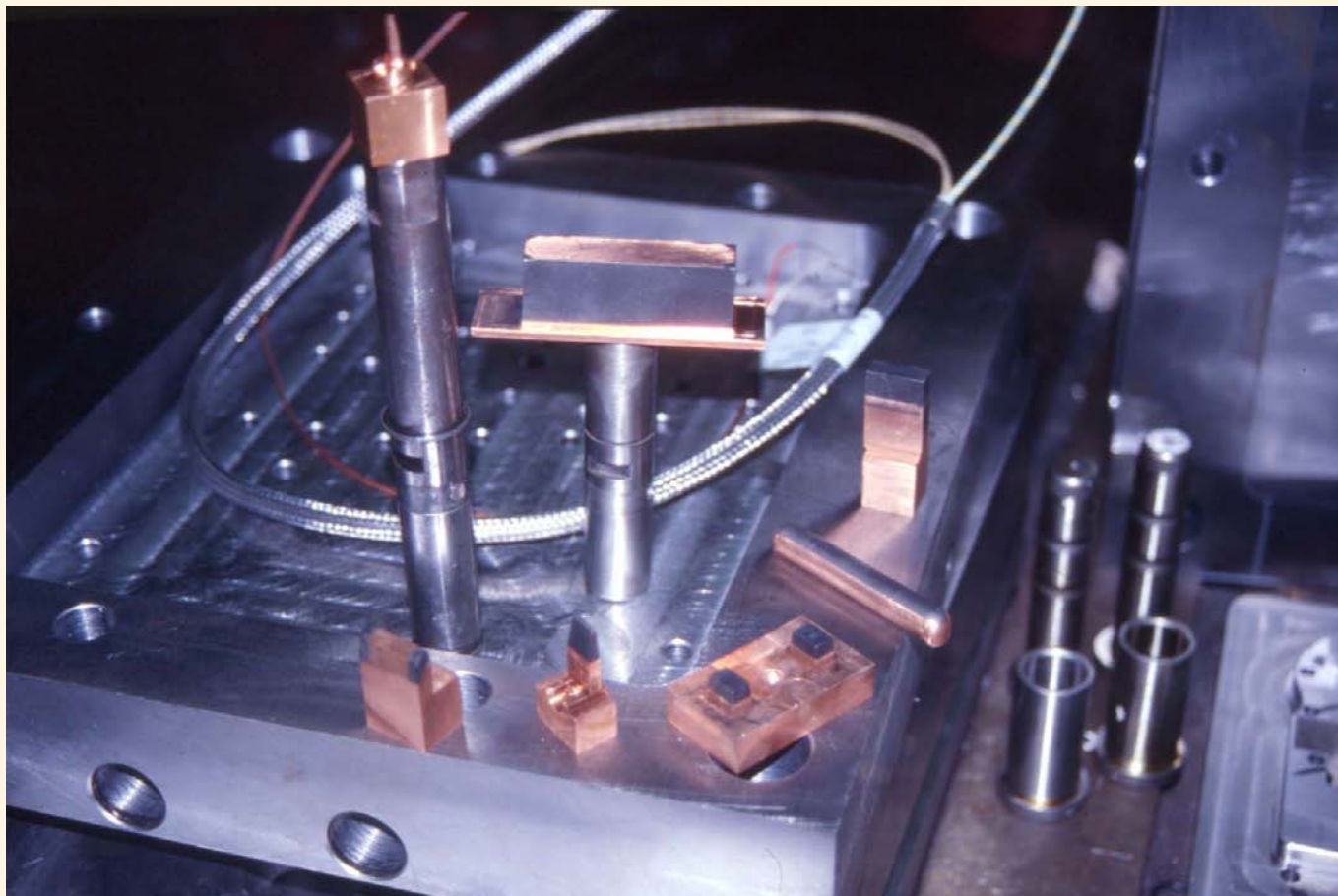


On voit ici l'électrode d'électro-érosion spécialement fabriquée en cuivre pour usiner l'empreinte de l'agrafe de BalaBoum. Cette électrode a été usinée en fraisage et finie à la main.



Voici l’empreinte de l’agrafe creusée par électro-érosion dans l’acier du moule. L’état de surface des pièces électro-érodées est toujours d’un aspect “sablé” ou “grainé” résultant des multiples micro-cratères creusés par les arcs électriques.

Cette empreinte a d’abord été ébauchée en fraisage puis finie en électro-érosion. L’opération d’électro-érosion pour cette empreinte a duré environ 2 heures.

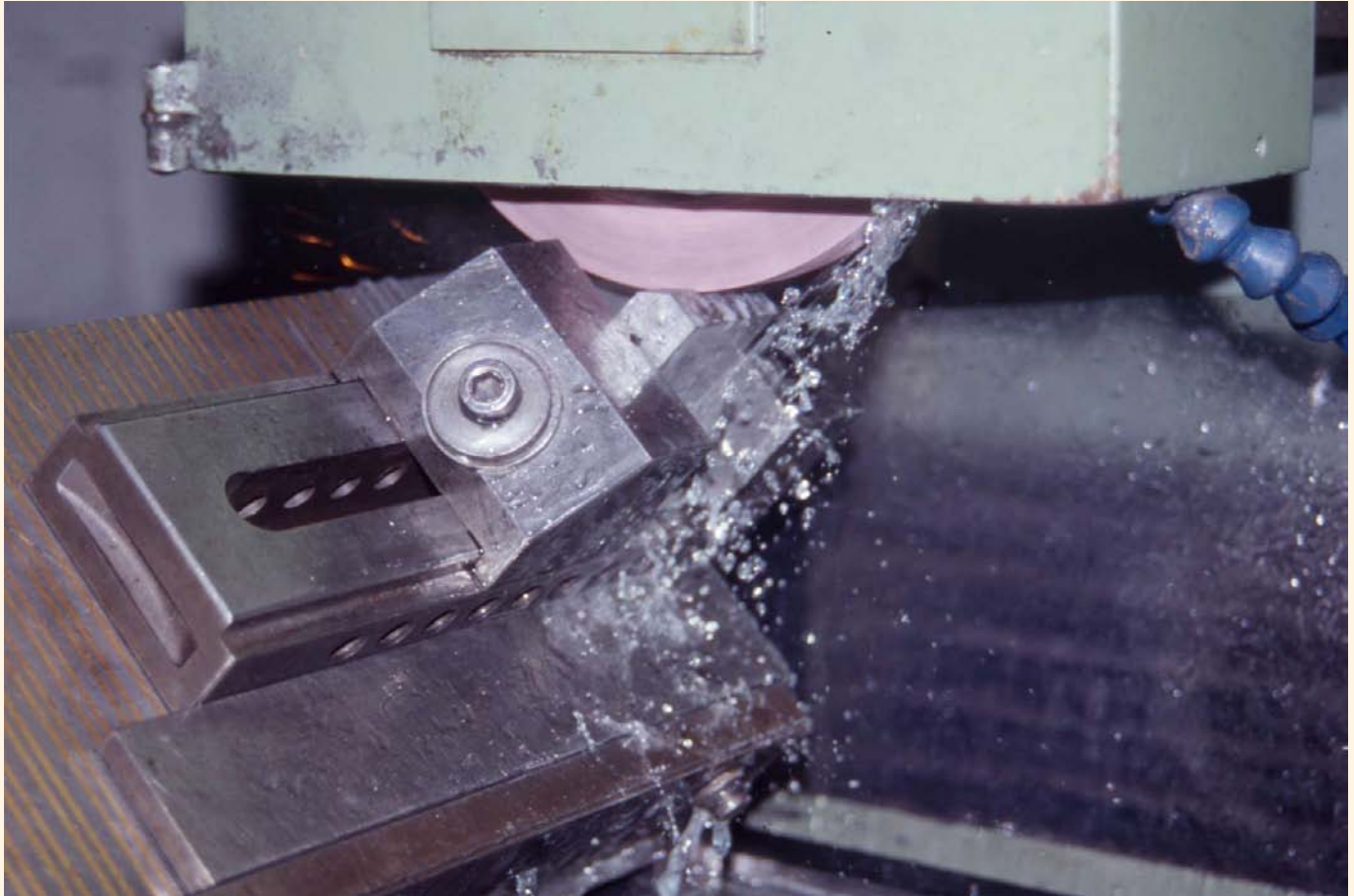


Voici, posées sur la carcasse du moule, quelques électrodes d'électro-érosion fabriquées spécialement pour l'usinage du moule BalaBoum. Les électrodes d'électro-érosion sont toujours des outils "sur mesure".

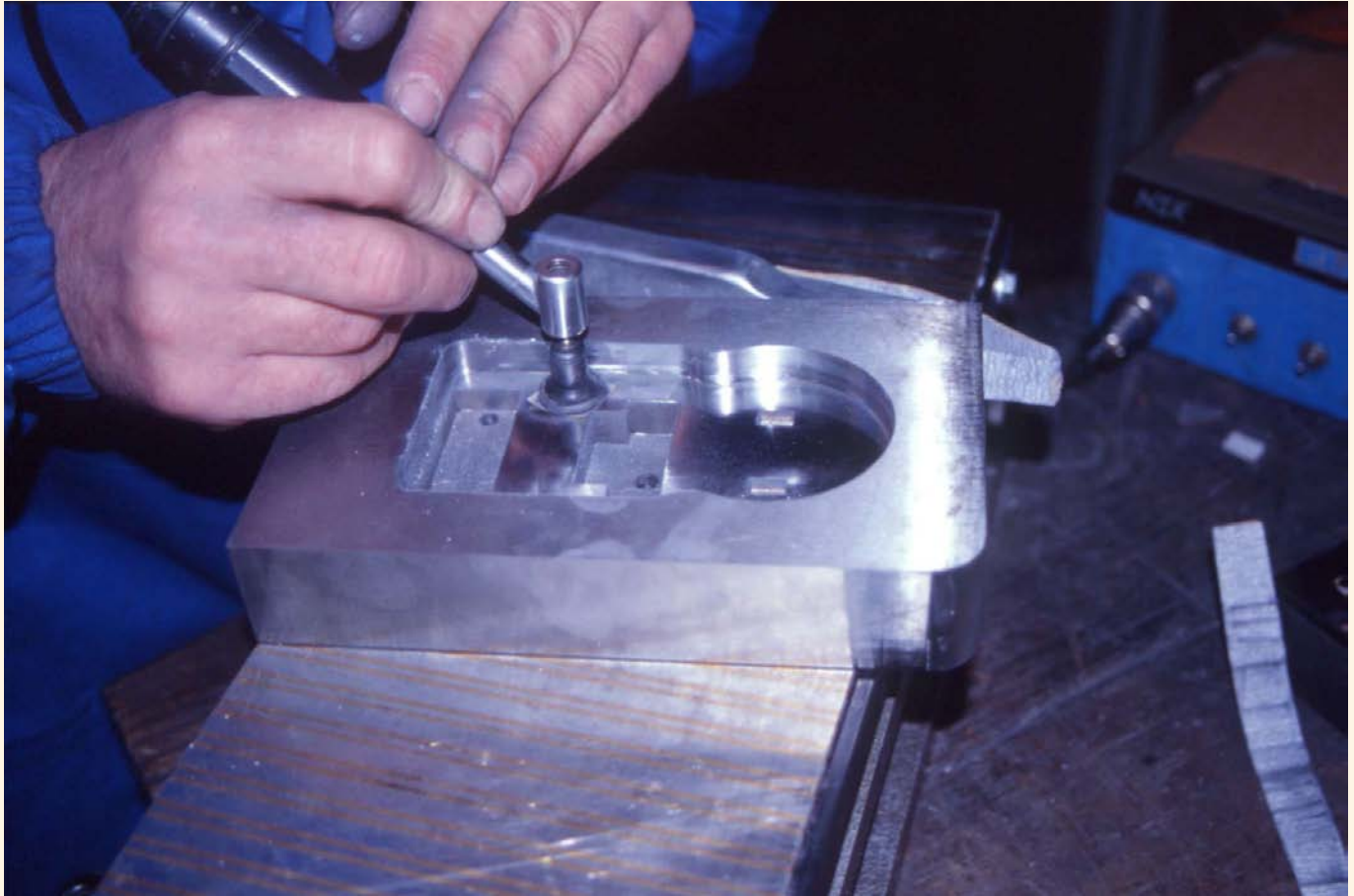
On peu reconnaître certaines des électrodes présentées ici : par exemple celle qui a servi à creuser l'empreinte du ressort de la trappe de pile (au premier plan au centre), ou encore celle qui a servi à creuser l'empreinte du bourrelet autour de l'interrupteur sur la 1/2 coque avant...



Les pièces usinées par fraisage ou tournage gardent toujours des sillons creusés par les dents des outils. Pour obtenir des surfaces plus lisses et plus précises, on peut utiliser la rectifieuse dont l'outil est une meule qui tourne très vite. Les surfaces rectifiées sont d'aspect brillant.

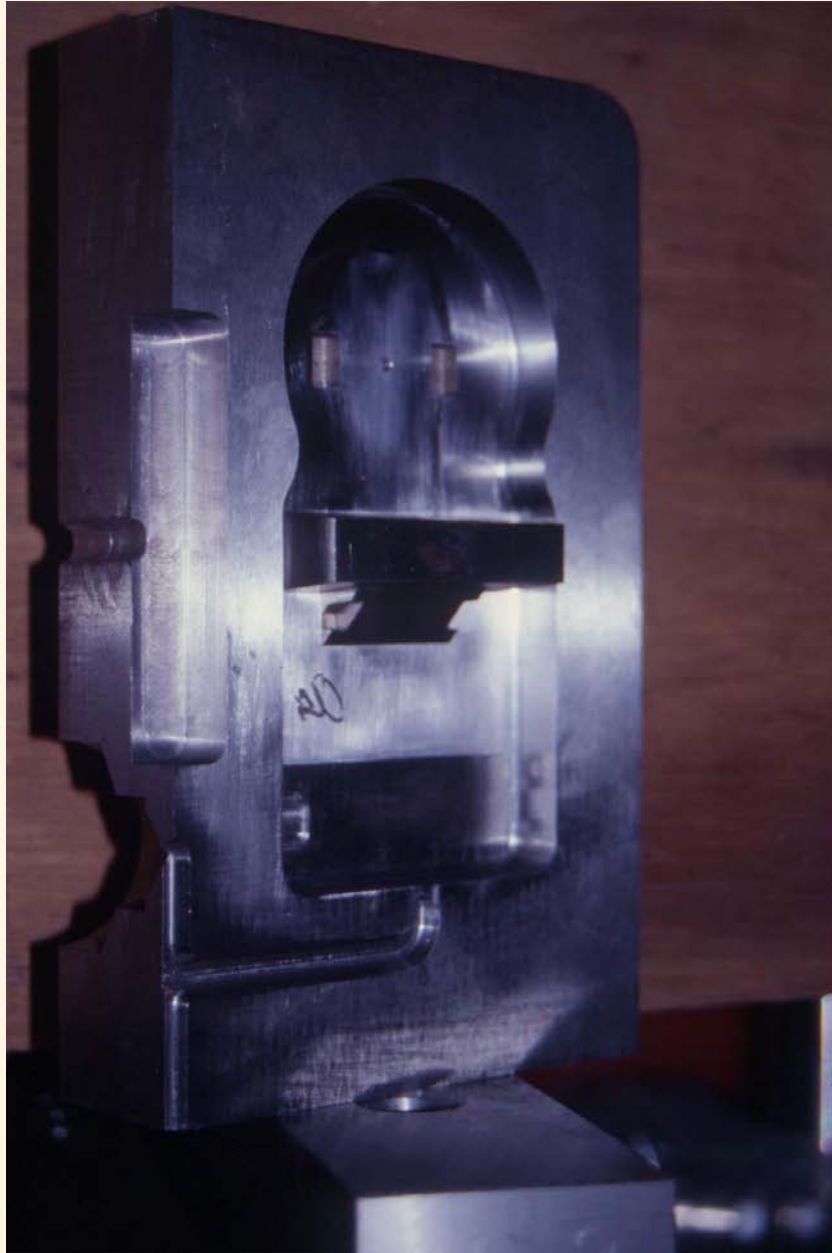


On voit ici une opération de rectification d'une face inclinée de la partie qui formera le logement du câble de la 1/2 coque arrière du BalaBoum.

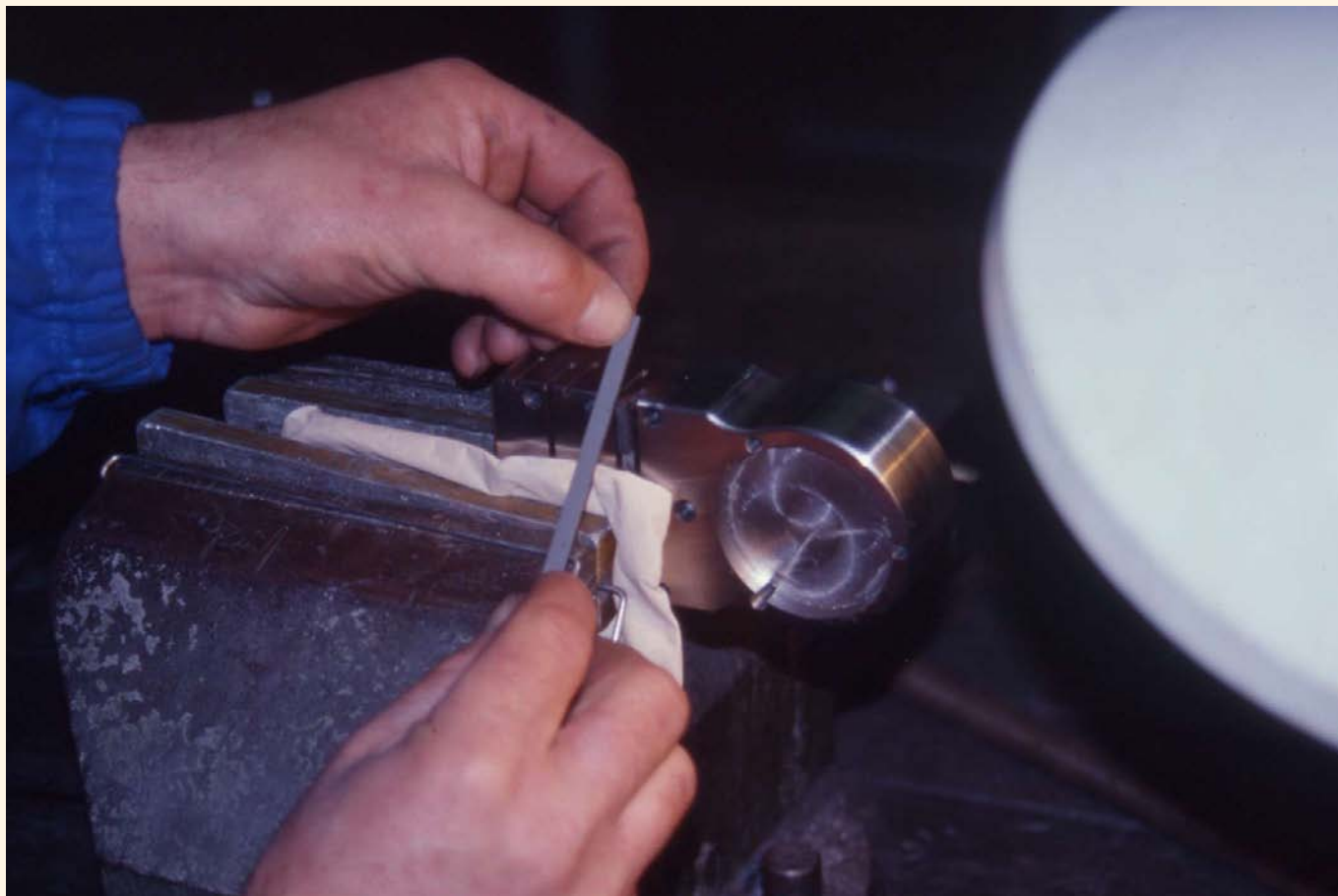


La moindre rayure sur un piston ou une empreinte se reportera et se verra sur la pièce plastique injectée. Toutes les parties empreinte et piston du moule sont polies à la main ou à l'aide, lorsque c'est possible, d'un petit outil tournant. Essayez de reconnaître la pièce montrée ici...

...C'est l'empreinte de la 1/2 coque arrière du balaBoum. Il manque encore la partie qui formera le logement du câble ainsi que celle qui formera les détails de l'ouverture pour la trappe de pile.



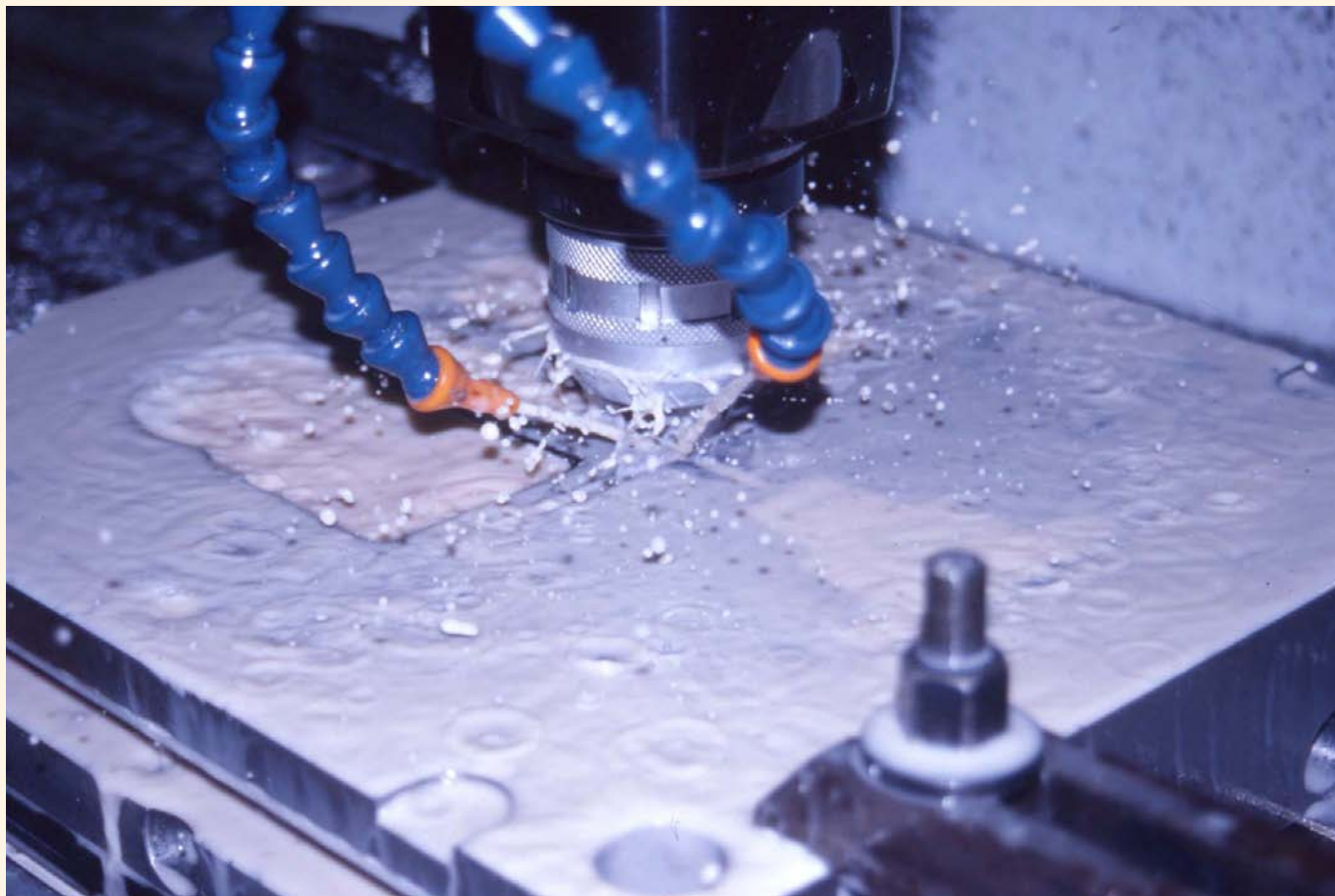
Voici l'empreinte finie de la 1/2 coque arrière du BalaBoum. La partie en relief qui forme le logement du câble a été montée (on vient de voir l'opération de rectification de son plan incliné). Le logo "A4" a été gravé à l'envers dans l'empreinte par électro-érosion.



Toutes les pièces sont finies et ajustées à la main. On voit ici une opération de finition avec une ligne très fine sur le piston de la 1/2 coque avant du BalaBoum. On a vu précédemment l'usinage de cette pièce en fraisage numérique. Remarquez le petit chiffon coincé dans l'étau ; il sert à protéger la pièce.

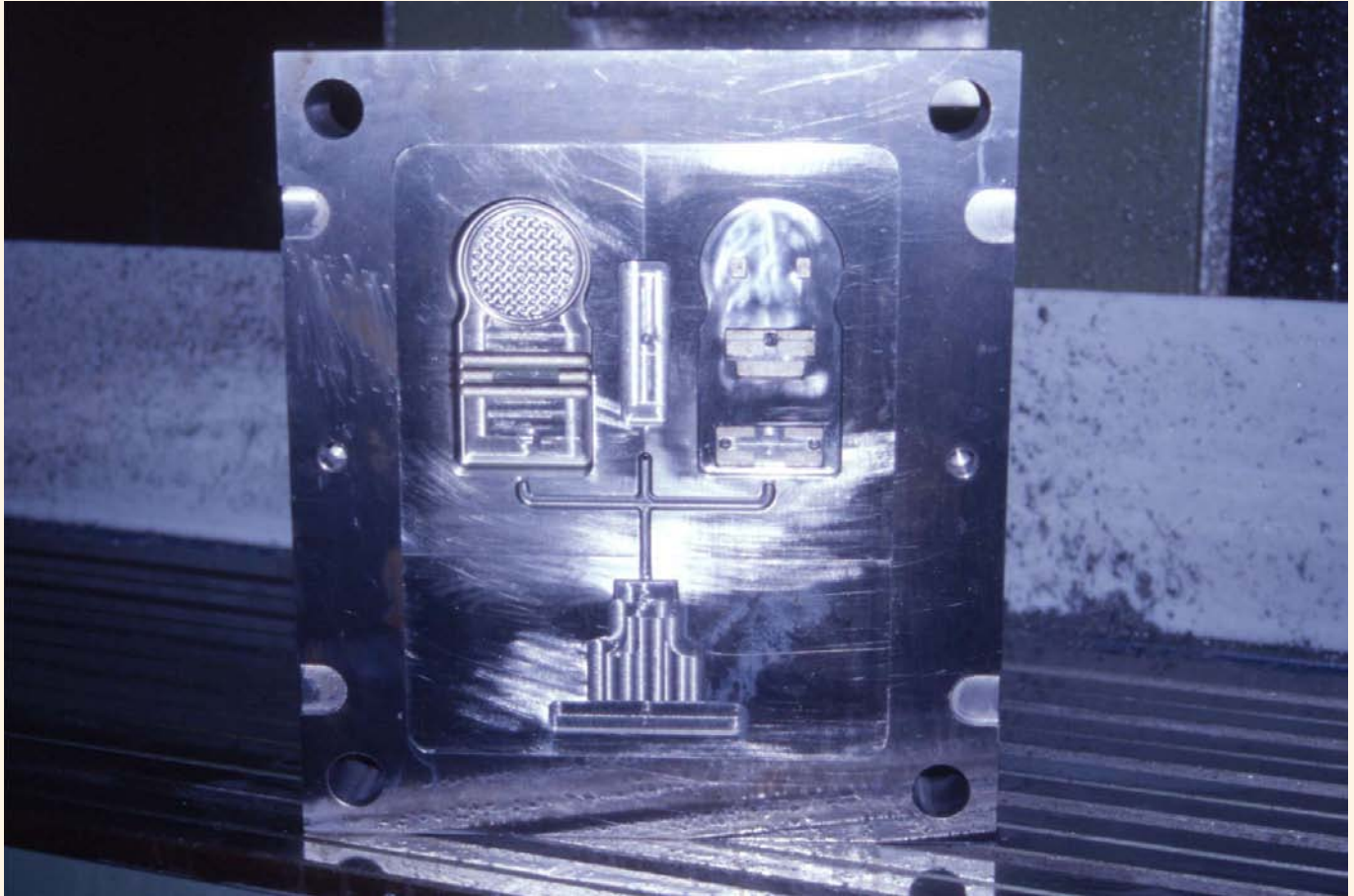


On voit ici les deux empreintes des 1/2 coques avant et arrière du BalaBoum montées dans la partie porte-empreinte du moule. Durant la fabrication du moule, chaque pièce est montée et démontée plusieurs fois pour essais et ajustage.



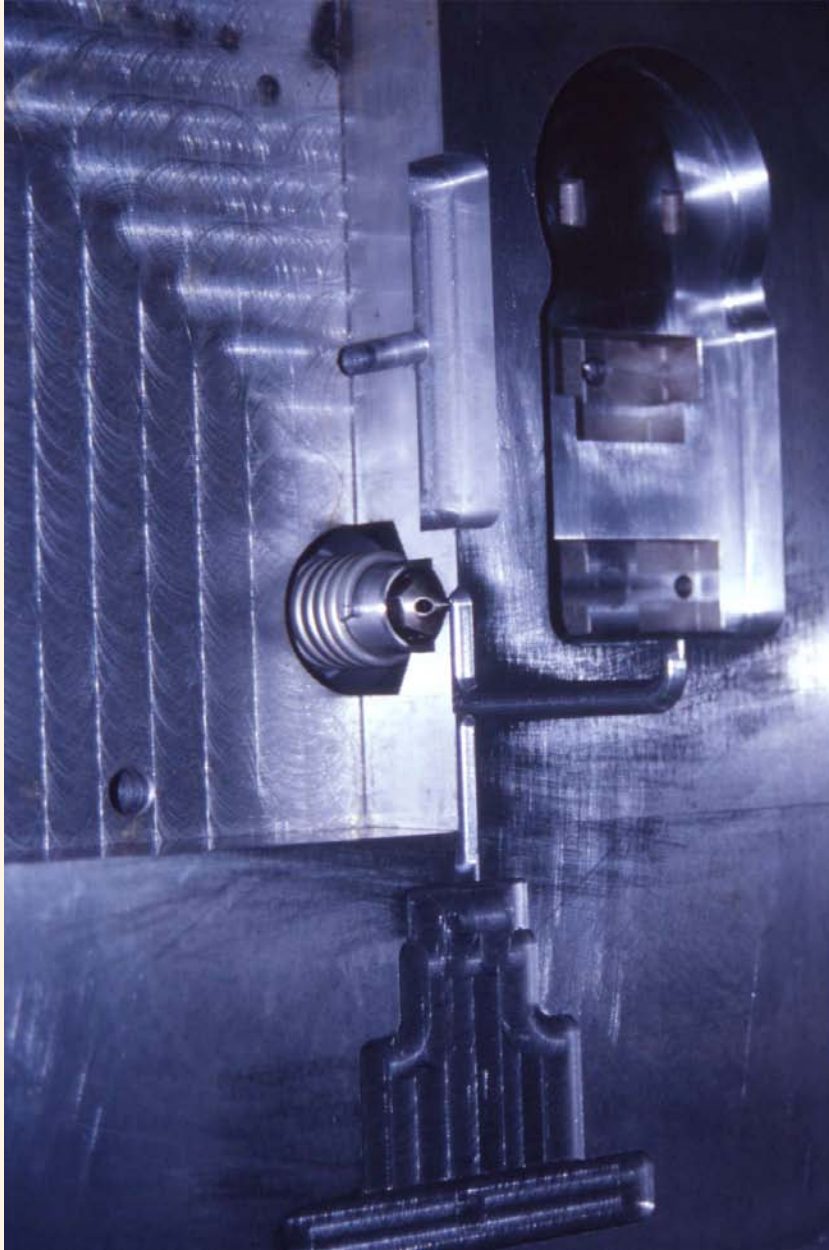
L'ensemble du porte-empreinte que l'on vient de voir a été monté sur la fraiseuse et on usine ici "la coulée".

La coulée est le canal par lequel le plastique doit arriver pour remplir les différentes parties du moule. La coulée est "à cheval" sur plusieurs empreintes rapportées, c'est pourquoi l'usinage se fait directement sur l'ensemble des pièces assemblées.

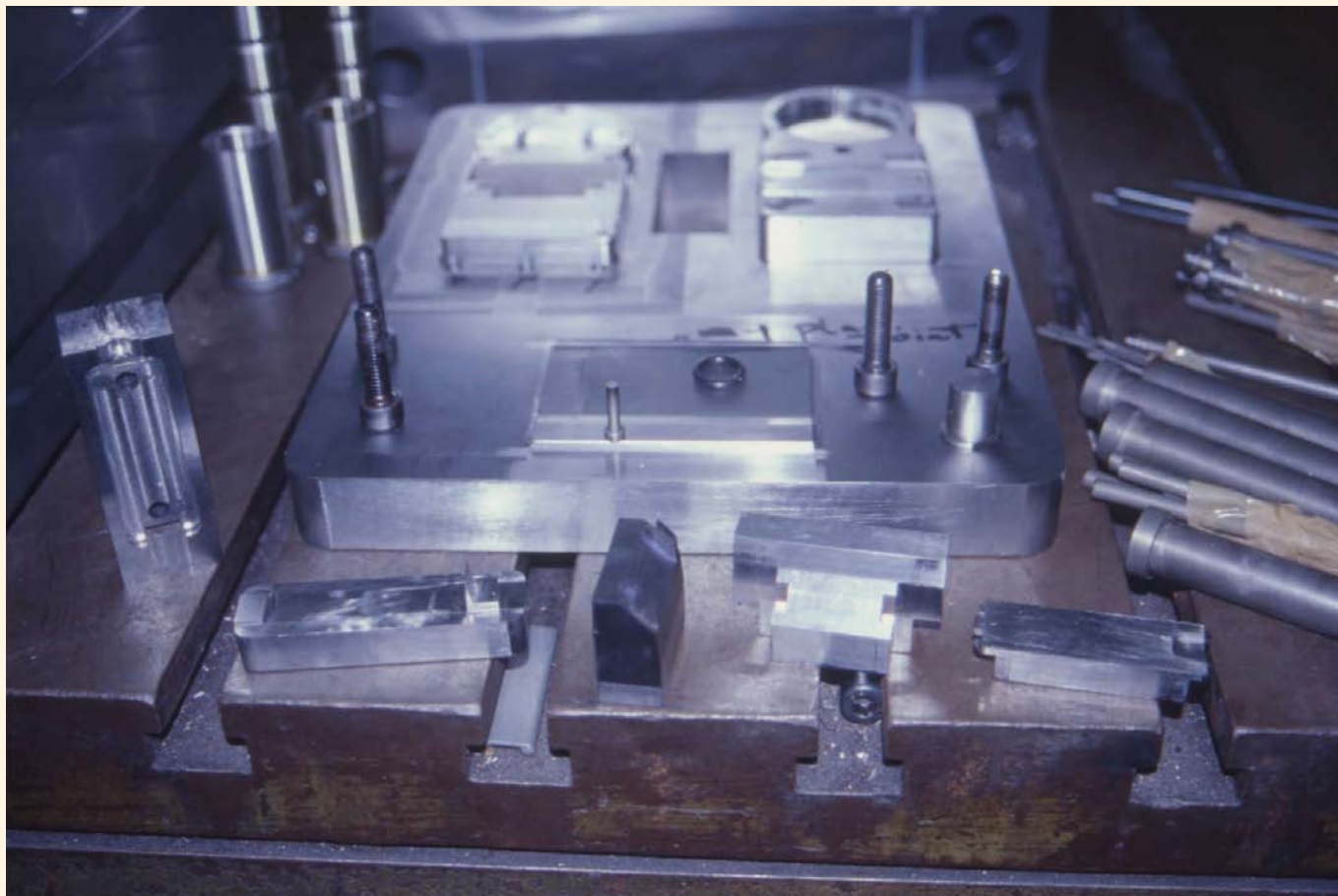


La coulée a été usinée et on en a profité pour ébaucher les empreintes de l'agrafe et de la trappe de pile.

Pour regrouper dans le diaporama les opérations par type, nous avons vu précédemment la finition de l'empreinte de l'agrafe en électro-érosion ; en fait, c'est maintenant que l'empreinte de l'agrafe va être démontée et finie en électro-érosion. On voit bien que, dans la réalité, on ne peut pas réaliser ensemble toutes les opérations d'un type pour ensuite passer à une autre technique d'usinage. L'organigramme de fabrication d'un moule est un peu compliqué !...

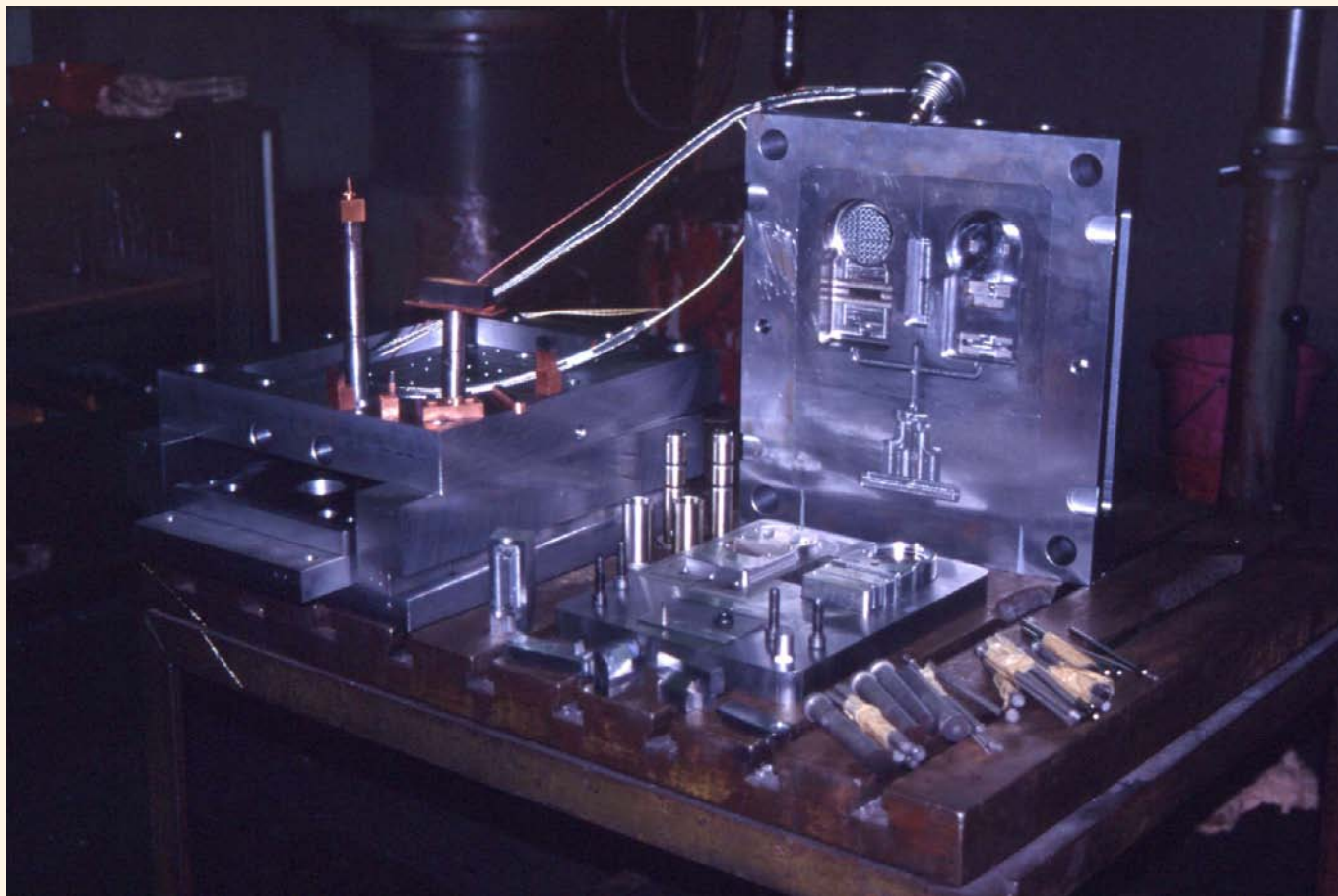


On voit encore ici la même plaque porte-empreinte, dont une empreinte a été démontée pour voir dans son logement la busette par laquelle le plastique arrive dans la coulée. On remarque la résistance chauffante en spirale qui va empêcher le plastique de se solidifier autour de la busette. Remarquez à quel point le passage du plastique entre la busette et la coulée est étroit.

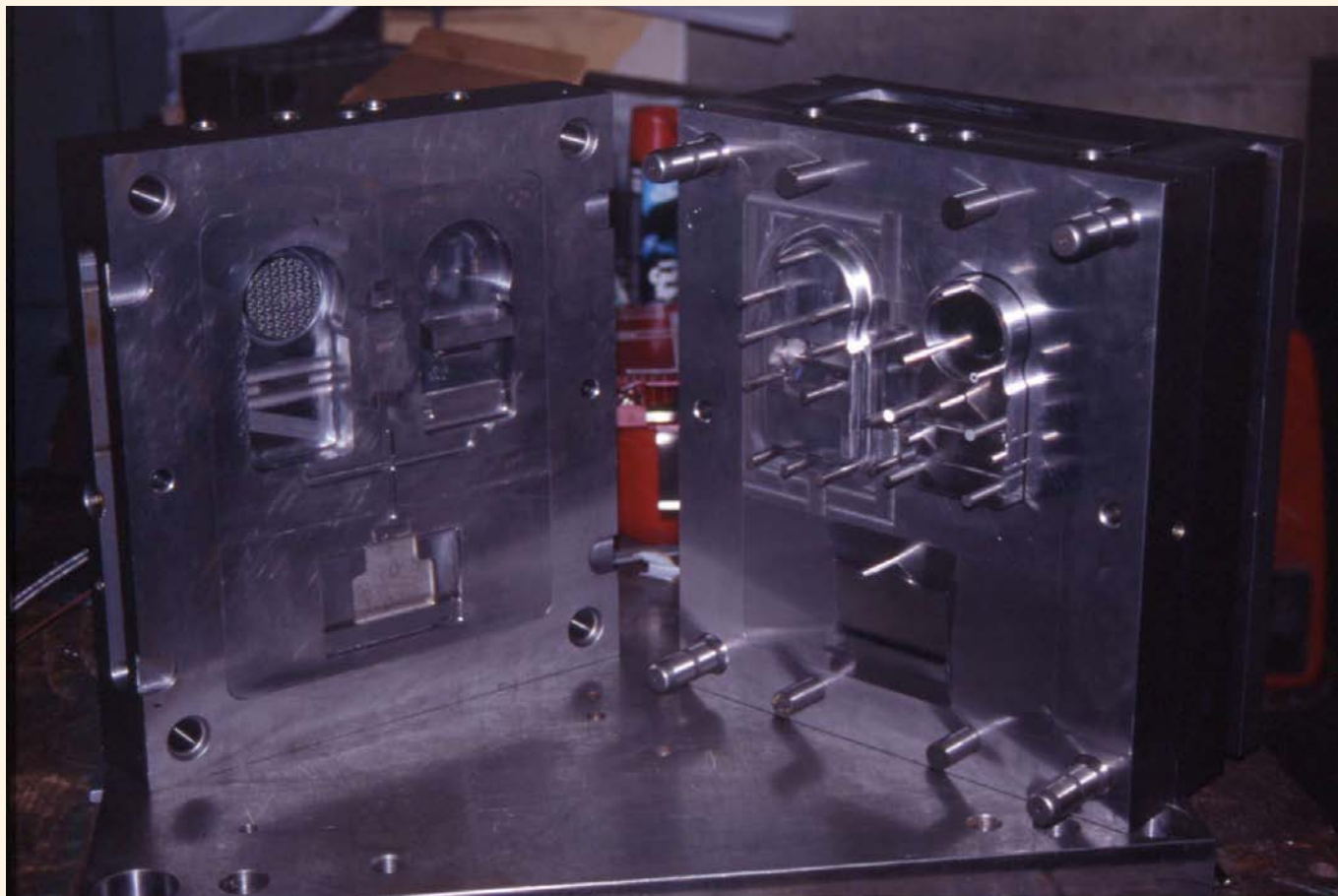


L'assemblage du moule se poursuit... On voit ici un essai de montage de la partie piston du moule. On peut essayer de reconnaître les différentes parties ; par exemple, au premier plan à droite, un morceau d'empreinte de la trappe de pile...

L'ensemble du moule BalaBoum est constitué d'environ 200 pièces, dont la plupart ont été fabriquées spécialement. Seules les vis d'assemblage, quelques joints et la busette (que l'on vient de voir) sont des éléments standards.



On voit ici le moule en cours d'assemblage final. On reconnaît les parties piston et empreinte. A gauche, on voit la carcasse du moule avec les deux plaques porte-éjecteur, dont une dépasse un peu. On voit les manchons de guidage, les vis d'assemblage ... La busette est posée sur la partie empreinte et l'on voit les fils électriques qui la relieront à son système de régulation.



Les deux parties du moule ont été assemblées :

- à gauche la partie empreinte,
- à droite la partie piston.

On remarque les éjecteurs sortis sur la partie piston. On reconnaît les empreintes et les pistons des quatre pièces du boîtier BalaBoum : 1/2 coque avant, 1/2 coque arrière, agrafe, trappe de pile. On voit bien la coulée qui alimente ces quatre pièces ; la coulée a été creusée dans la partie empreinte.



Détail de la partie piston avec éjecteurs sortis. En se refroidissant, la pièce de plastique injecté se rétracte et reste toujours coincée sur la partie piston du moule. C'est pourquoi seule la partie piston est munie d'éjecteurs. Les éjecteurs doivent impérativement être placés judicieusement aux endroits de plus forte retenue dans le moule, faute de quoi la pièce risque de casser à l'éjection. Là encore, le savoir-faire et l'expérience du mouliste sont indispensables.

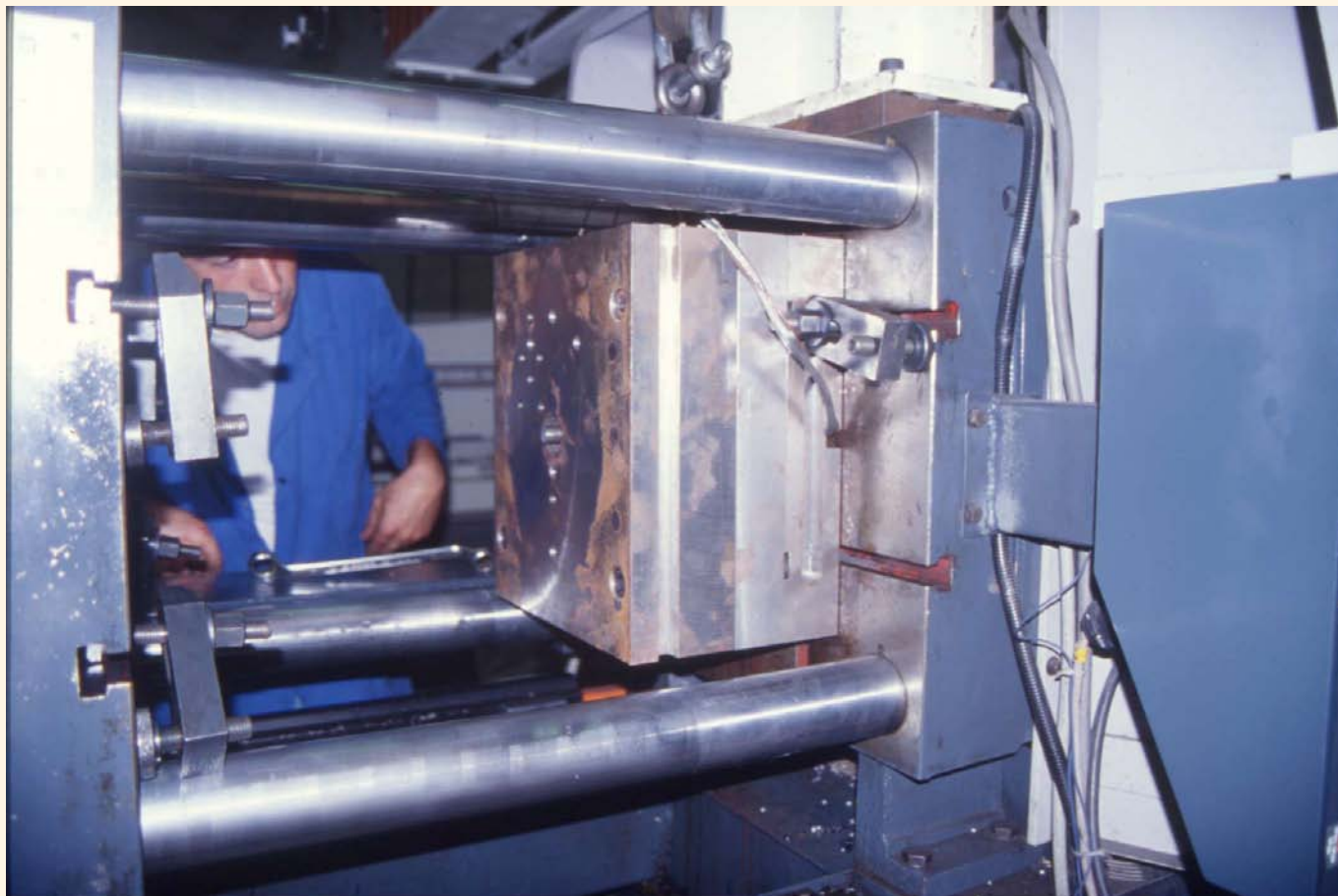


On voit ici l'atelier où sont alignées les presses d'injection. Une usine d'injection doit posséder un parc machine important pour pouvoir s'adapter aux différents types et tailles de pièces à injecter. Les pièces sont conditionnées au fur et à mesure de la fabrication dans des cartons qui sont empilés sur palettes puis acheminés vers le stock avant d'être expédiés par camion chez les clients. Sur chaque carton est apposée une étiquette qui porte la désignation et le nombre de pièces qu'il contient. Le moule du Balaboum va être monté sur la presse n°3, dont la force de fermeture est de 95 tonnes.

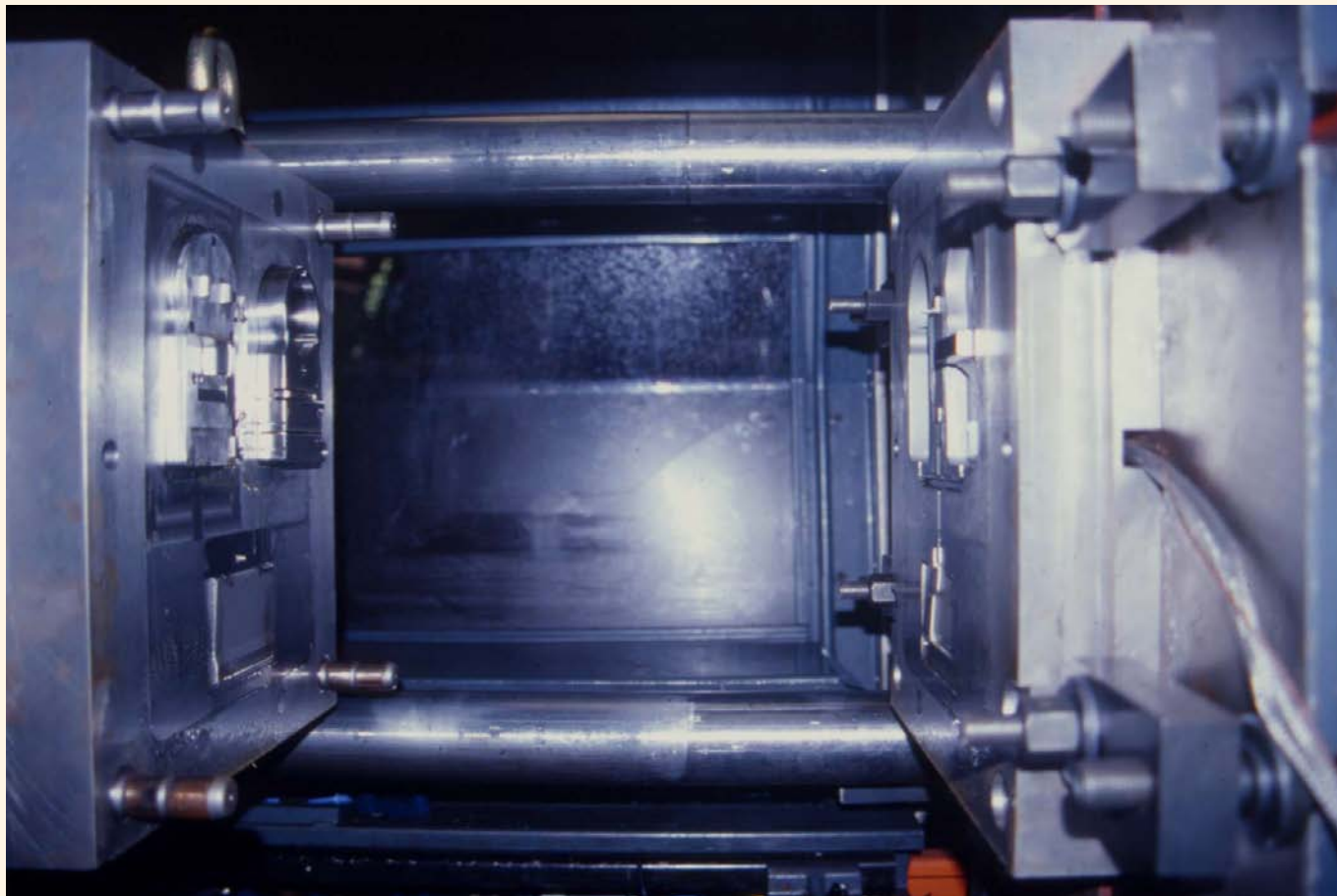


Le moule est posé par terre devant la presse. Son poids avoisine les 300 kg et on utilise un chariot élévateur pour le soulever et le mettre en place. On voit ici le moule que l'on s'apprête à soulever, accroché par une grosse sangle au bras du chariot élévateur.

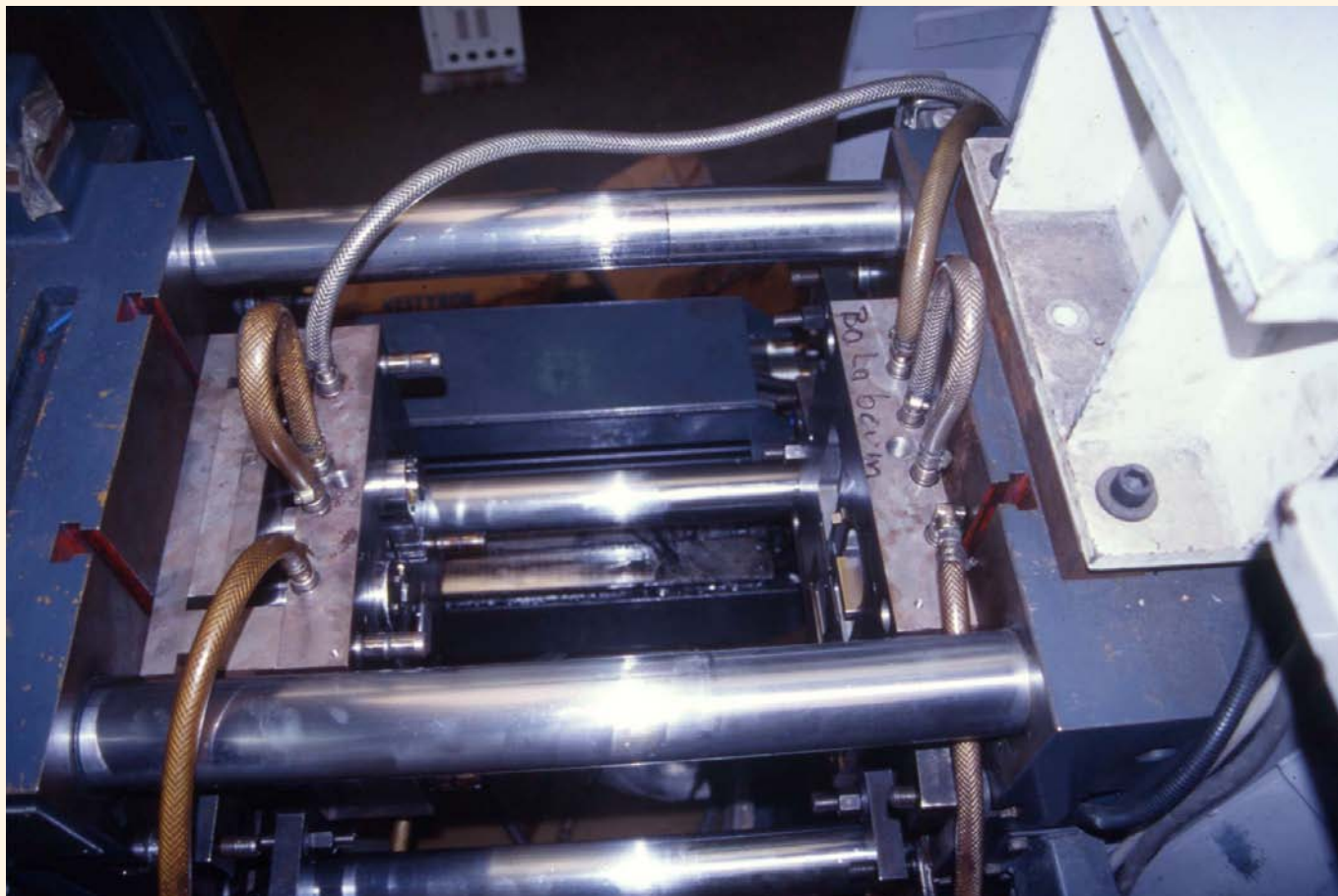
Les coques du BalaBoum sont des pièces de relativement petite taille et le moule est donc de taille moyenne ; imaginons la taille du moule qu'il faut pour injecter une bassine, une poubelle ou un meuble de jardin... Un moule d'injection est toujours considérablement plus gros que les pièces qu'il fabrique.



Le moule, suspendu au bras du chariot élévateur, est descendu entre les colonnes de la presse pour être monté sur les plateaux. On commence ici par brider un côté (partie empreinte) du moule fermé sur le plateau fixe de la presse. On voit à gauche le plateau mobile que l'on va ensuite approcher pour brider l'autre partie (piston) du moule. On voit, sur le plateau mobile, les brides qui vont servir à accrocher le moule.



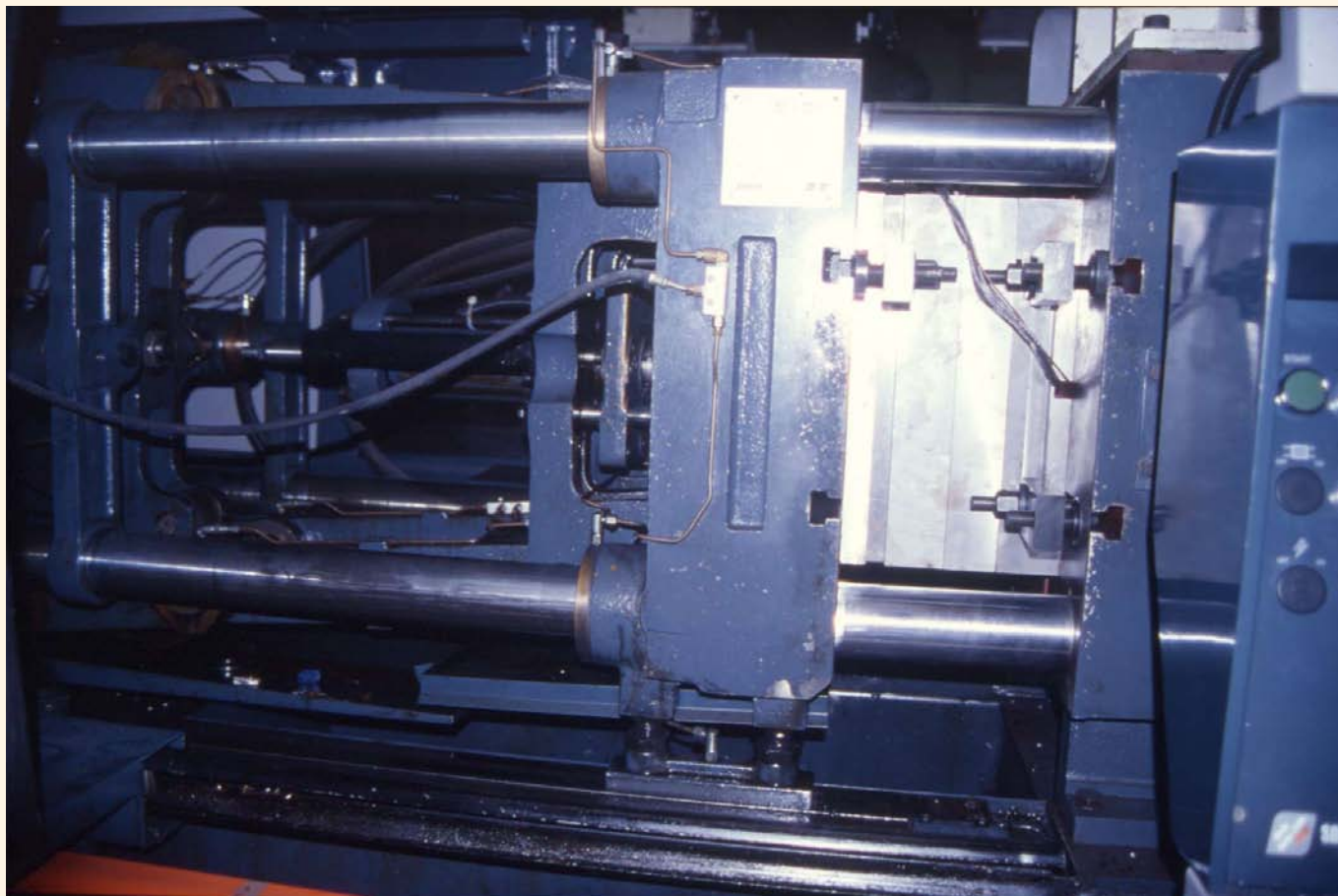
**Le moule est maintenant monté sur les plateaux de la presse. On voit à gauche la partie “piston” et à droite la partie “empreinte”.
Au premier plan à droite on voit sortir le fil qui pilote la busette.
En haut à gauche on voit l’anneau qui a servi à soulever le moule.**



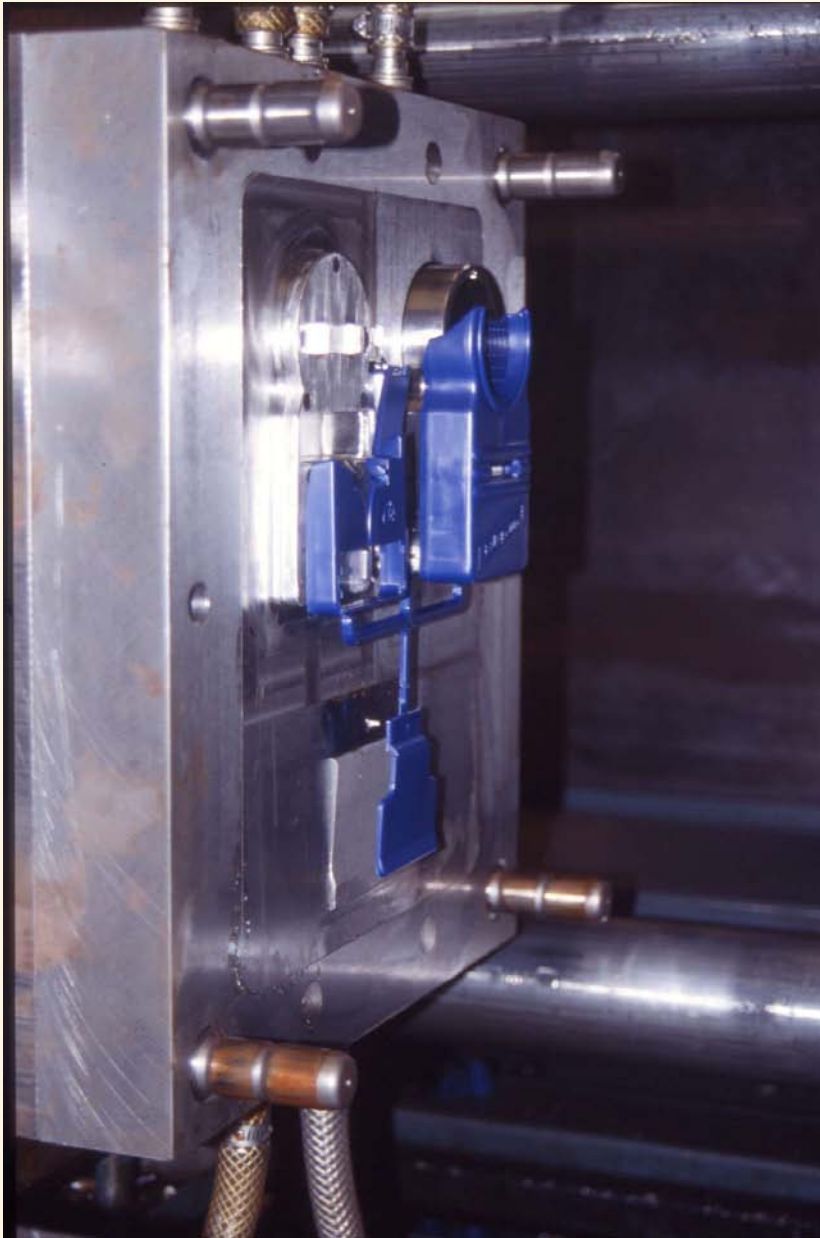
Cette photo a été prise de dessus. Le système de circulation d'eau a été connecté par de grosses durites qui relient le moule au système de pompe et de thermostatisation de l'eau. Au début, la circulation d'eau va chauffer le moule pour le porter à sa température d'utilisation, vers 50°C ; en utilisation, le moule sera surchauffé par le plastique injecté à 200°C et la circulation d'eau aura pour but de le refroidir pour qu'il reste à 50°C.



Le régleur verse ici les granulés de plastique dans la trémie de la presse. Le régleur est un technicien qualifié ; il a pour mission de monter le moule, de régler la presse et de lancer la production en série. Après quoi la presse fonctionnera automatiquement sous le regard d'un ouvrier ou d'une ouvrière chargé de vérifier la qualité des pièces et de les conditionner au fur et à mesure.



C'est le premier essai d'injection : le plateau mobile de la presse a coulissé vers la droite sur ses colonnes pour fermer le moule. Le moule est maintenu fermé par un puissant système de vérin et de genouillère que l'on devine à gauche derrière les colonnes. La pression de fermeture appliquée sur le moule est de 80 tonnes ! Par l'autre côté le système de piston de la presse injecte sous 50 bars le plastique chauffé à 200°C à l'intérieur du moule...



Après un temps de refroidissement le moule est ouvert. Les premières pièces sont incomplètes. Il faut régler le volume de plastique injecté. Le régleur doit faire extrêmement attention à ne pas injecter trop de plastique, sinon la machine va forcer et le moule risque d'être faussé.



On voit ici les premières pièces de réglage. Le volume de plastique injecté est progressivement augmenté jusqu'à remplir juste le moule. Les pièces incomplètes montrent bien comment le plastique progresse dans le moule. Observez la pièce du milieu : on voit comment le plastique contourne la trappe de pile en deux vagues qui se rejoignent et se soudent derrière l'obstacle. La trace de la réunion de ces deux coulées de plastique est nettement visible sur les boîtiers, malgré tous les efforts du régleur pour obtenir des pièces homogènes.



La machine est maintenant bien réglée, les pièces sont complètes, de bonne qualité et se démoulent sans se casser.

Toutes les parties de la pièce doivent rester retenues sur le même côté du moule (coté piston) lors de son ouverture, ce qui n'est pas toujours facile à obtenir. Avec BalaBoum le réglage a été difficile, l'agrafe restait obstinément coincée dans l'autre partie du moule (côté empreinte).



Les éjecteurs sortent pour décoller la pièce du moule.

L'opérateur n'a plus qu'à récupérer la pièce à la main, la contrôler et la ranger dans un carton pendant que la presse se referme et injecte une nouvelle pièce.

On peut utiliser pour les séries un robot qui attrape la pièce et la dépose sur un tapis roulant. ainsi un seul opérateur peut s'occuper de la production de plusieurs presses.

Remarquez, sur l'intérieur, des pièces injectées : on voit presque toujours des petits ronds qui sont la trace des éjecteurs.