

MÉTALLOGRAPHIE PRATIQUE

Techniques
de préparation
et d'observation optique

Thomas Munch



Chapitre I

Enrobage des pièces

1. Nécessité de la préparation des surfaces

L'observation micrographique des pièces métalliques se fait grâce à la réflexion de la lumière sur une surface polie et attaquée chimiquement (fig. 1). La surface est polie très finement (« miroir ») pour réfléchir la lumière et elle est attaquée pour mettre en évidence les structures métallurgiques.

Les principales étapes de la préparation de la surface à observer sont :

- découpe de la pièce pour isoler la surface à observer ;
- enrobage de la pièce ;
- polissage de la surface ;
- attaque de la surface.

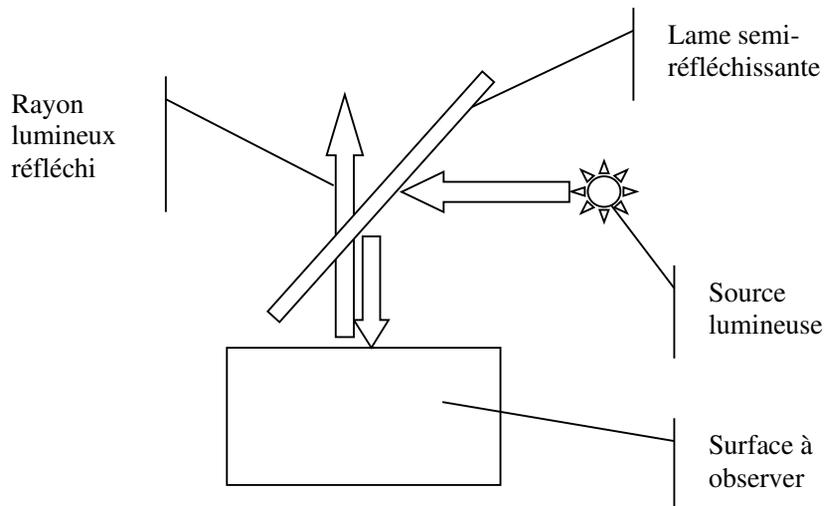


Figure 1 : Réflexion de la lumière à la surface de la pièce

2. Intérêt de l'enrobage des pièces

Il consiste à envelopper la pièce d'une matière rigide pour former un cylindre contenant la pièce et faisant apparaître la surface à préparer sur une de ses faces plates. L'enrobage permet de manipuler facilement et avec précision des pièces de petites tailles. Les opérations de polissage en sont facilitées. De même que le positionnement sur la table du microscope (fig. 2), ainsi que le maintien en position dans les équipements de mesure, comme les microduromètres, par exemple.

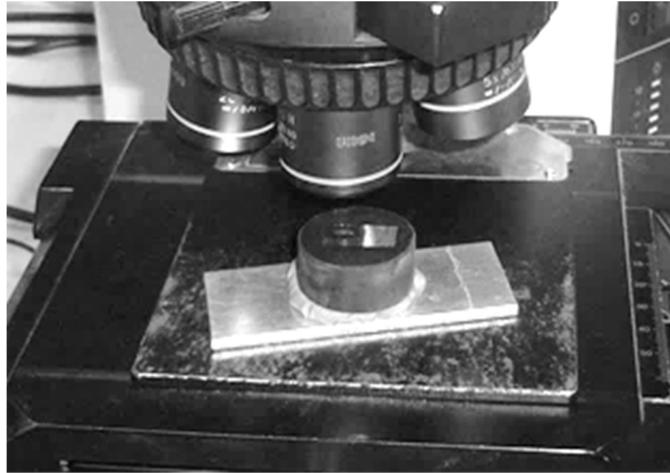


Figure 2 : Pièce enrobée en situation sur la table du microscope

3. Tronçonnage des pièces

La première phase de la préparation des pièces en vue d'une étude métallographique consiste à découper la pièce de façon à libérer la surface que l'on veut préparer puis observer. Pour cela, il est possible d'utiliser un ensemble de techniques allant de la scie à métaux manuelle à la découpe par électroérosion, en passant par les techniques de tronçonnage au disque abrasif.

Quelle que soit la technique utilisée, les deux principaux impératifs restent les mêmes : ne pas provoquer d'érouissage, ni, surtout d'échauffement pouvant modifier la structure de la pièce.

Il est à noter que certains alliages ont une température de recristallisation très basse et que celle-ci est encore abaissée par l'érouissage, parfois jusqu'à 100°C. C'est pour cette raison qu'il est impératif de refroidir la pièce pendant son découpage, quelle que soit la technique.

Les tronçonneuses de laboratoire, par exemple, offrent toutes la possibilité d'orienter un ou deux jets de « fluide de coupe » sur la zone en train d'être tronçonnée. La principale fonction du « fluide de coupe » est de refroidir la pièce et, dans une moindre mesure, de protéger la surface contre la corrosion.

4. Tronçonner une petite pièce entre 2 plaques

Il est souvent difficile de tronçonner une pièce trop petite pour être maintenue par les étaux de la tronçonneuse. Une solution consiste à plaquer la pièce entre deux tôles et d'utiliser ces tôles et les mors de l'étau pour maintenir la pièce (fig. 3, 4 et 5).

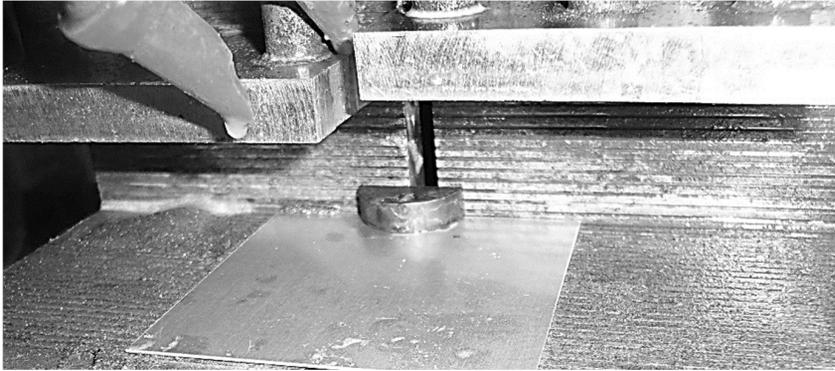


Figure 3 : Pièce à tronçonner mise en position sur la table de la tronçonneuse

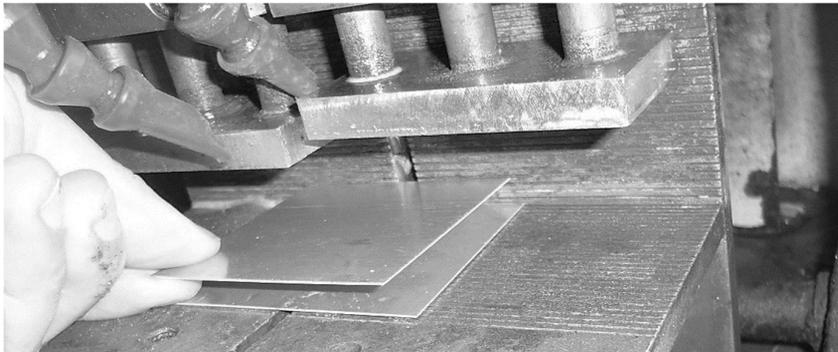


Figure 4 : Mise en place de la tôle supérieure au-dessus de la pièce à tronçonner

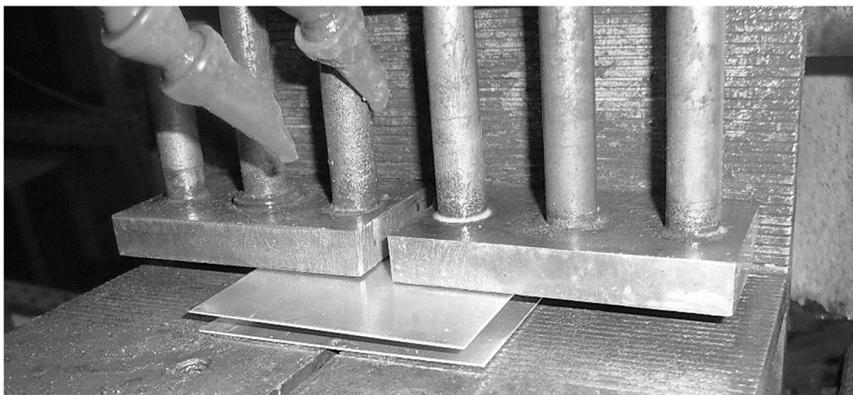


Figure 5 : Pièce prête à être tronçonnée

5. Enrobage à chaud

L'enrobage à chaud est la technique standard d'enrobage. Elle combine un coût modéré, la grande résistance des enrobages obtenus et une relative rapidité.

Cette technique consiste à surmouler la pièce à étudier par un cylindre plein en résine thermodurcissable, renforcée ou non.

Elle nécessite un équipement dédié dont il existe de nombreux modèles dans le commerce, de même que les résines acryliques, époxy ou phénoliques.

Ces résines prêtes à l'emploi combinent les deux composants qui vont réagir à chaud pour former la résine thermodurcissable solide qui composera l'enrobage. Elles sont assez peu stables dans la durée avant utilisation et il importe de ne pas les stocker trop longtemps avant usage.

Les cycles thermiques (températures durées et pressions) sont déterminés empiriquement ou conseillés par le fournisseur de la machine ou de la résine.

Remarques :

– la pièce sera placée sur le piston de l'enrobeuse avec la face à observer vers le bas, au contact du piston (fig. 6) ;

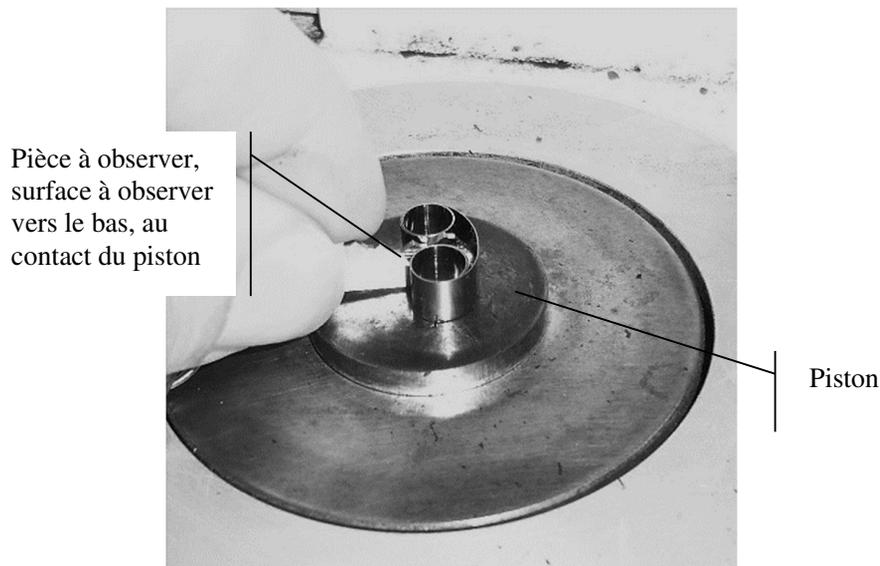


Figure 6 : Mise en place de la pièce à enrober sur le piston de l'enrobeuse

– il est nécessaire que la quantité de poudre polymère introduite dans le cylindre soit suffisante pour qu'après compression et réaction, l'épaisseur de polymère durci soit supérieure à celle de la pièce. Si ce n'est pas le cas, la pression exercée par le piston pendant le cycle d'enrobage ne sera pas celle souhaitée, car il sera au contact de la pièce à enrober, ce qui bloquera sa montée. La force sera exercée sur la pièce et non sur la surface de poudre à compresser (fig. 7). L'enrobage comportera alors des défauts (surface friable, présence d'une bulle intérieure, etc.) ;

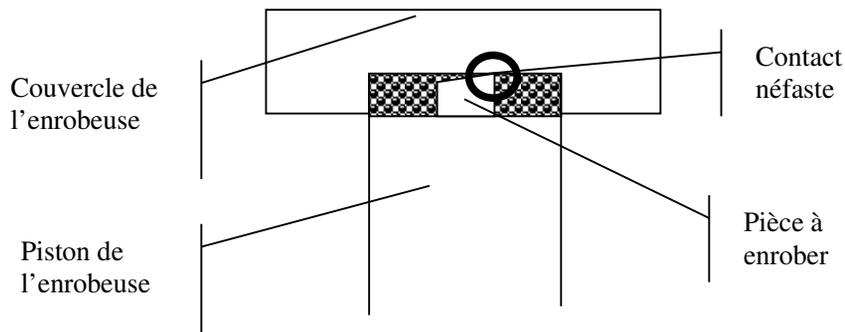


Figure 7 : Situation à éviter

- en cas de problème d'enrobage, vérifier que les vannes d'alimentation de l'enrobeuse sont bien ouvertes (eau et air comprimé), que la pression d'air comprimé est suffisante et que le programme de polymérisation (« d'enrobage ») correspond à la poudre polymère (« d'enrobage ») choisie ;
- s'assurer que la poudre polymère est récente (moins d'un an). En effet, la poudre thermodurcissable est constituée de deux composants qui vont réagir à chaud. Leur manque de stabilité chimique limite la durée de conservation ;
- veiller à ce que les surfaces assurant l'étanchéité soient propres et polies (fig. 8).

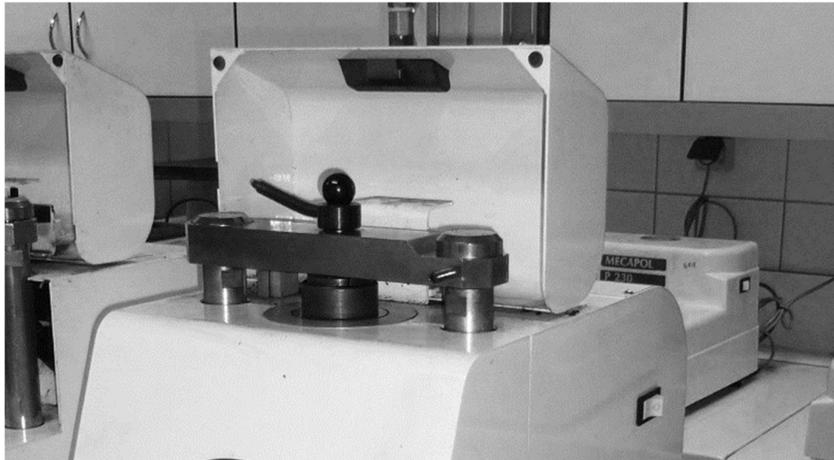


Figure 8 : Emplacement des surfaces assurant l'étanchéité

6. Dosage de la poudre thermodurcissable

L'enrobage à chaud utilise la polymérisation à chaud de composants prémélangés sous forme de poudre. Il est important de connaître la quantité de poudre à utiliser pour obtenir un enrobage confortable à manipuler.

Pour cela, il est utile de réaliser des essais en ne faisant polymériser que la poudre seule, sans pièce, et de noter la quantité nécessaire pour obtenir le résultat souhaité en fonction du diamètre du piston.

7. Enrobage d'une pièce avec couche superficielle fragile

L'enrobage d'une pièce nitrurée risque d'abîmer la couche nitrurée, car les variations dimensionnelles de la résinée durcie et de la pièce enrobée ne se font pas de la même manière. Les contraintes générées par ces dilatations et contractions différentielles (« retrait ») peuvent suffire à fragmenter la couche de combinaison en surface de la pièce à observer.

Une solution est d'utiliser une résine à faible retrait (chargée en fibres de verre, par exemple).

Une autre solution (combinable avec la précédente) est la suivante : protéger la couche nitrurée par une feuille d'aluminium (ou autre).

Les précautions de préparation sont les suivantes :

- plier la feuille pour augmenter sa résistance mécanique ;
- veiller à ce que la feuille épouse bien les reliefs de la pièce (fig. 9). Si cela est nécessaire, on pourra s'aider de la pointe d'un capuchon de stylo ou d'une petite baguette en bois ;



Figure 9 : Mise en place de la feuille de protection

- refermer la feuille sur les côtés et l'arrière de la pièce, pour empêcher l'infiltration de résine entre la pièce et la feuille d'aluminium pendant le moulage (fig. 10). On veillera à laisser la surface à observer libre d'aluminium.



Figure 10 : La pièce est protégée et prête à être enrobée

8. Réaliser deux enrobages en une opération

Il peut être intéressant de réaliser plusieurs enrobages en une seule opération. Il existe dans le commerce des kits prévus à cet effet. On pourra cependant avantageusement procéder de la façon suivante :

- placer la première pièce de façon habituelle ;
- placer la résine en poudre ;
- placer une feuille d'aluminium ;
- pulvériser abondamment du silicone en bombe ;
- placer un enrobage de récupération (enrobé précédemment) , ou une entretoise moulée à cet effet (enrobage sans pièce) ;
- sprayer abondamment de silicone en bombe ;
- placer une feuille d'aluminium ;
- placer la deuxième pièce sur la feuille d'aluminium ;
- lancer le processus habituel.

À la fin de l'opération, on obtient deux enrobages, séparés par le troisième qui est utilisé comme entretoise (fig. 11, 12 et 3).

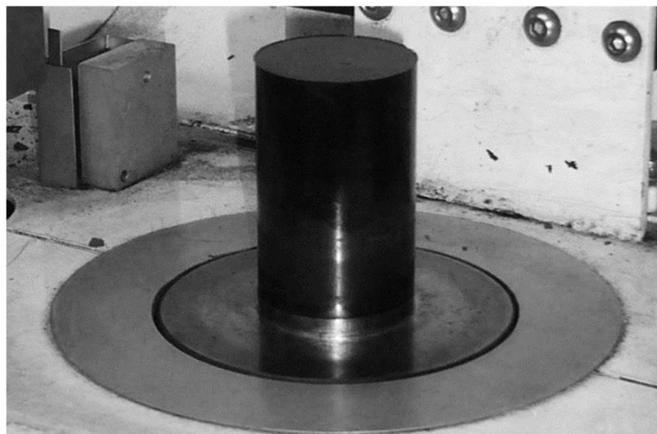


Figure 11 : L'empilage au sortir de l'enrobeuse

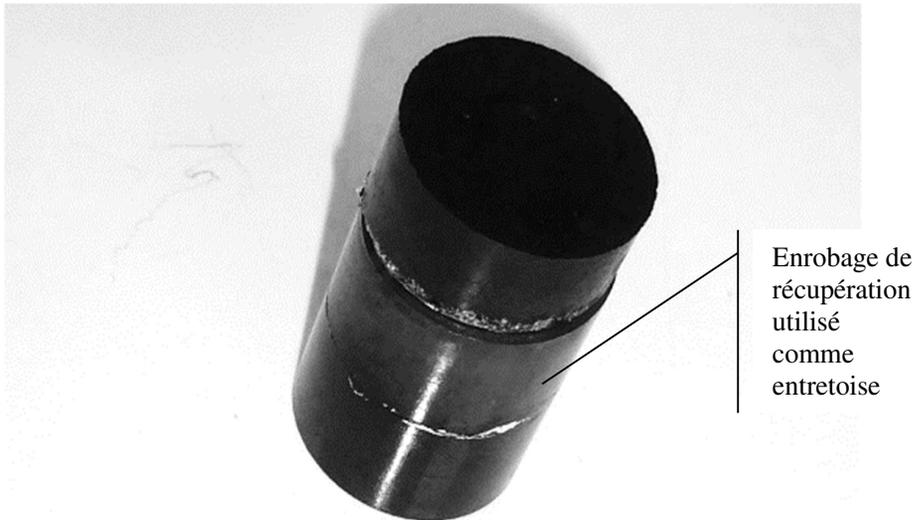


Figure 12 : L'empilage au sortir de l'enrobeuse

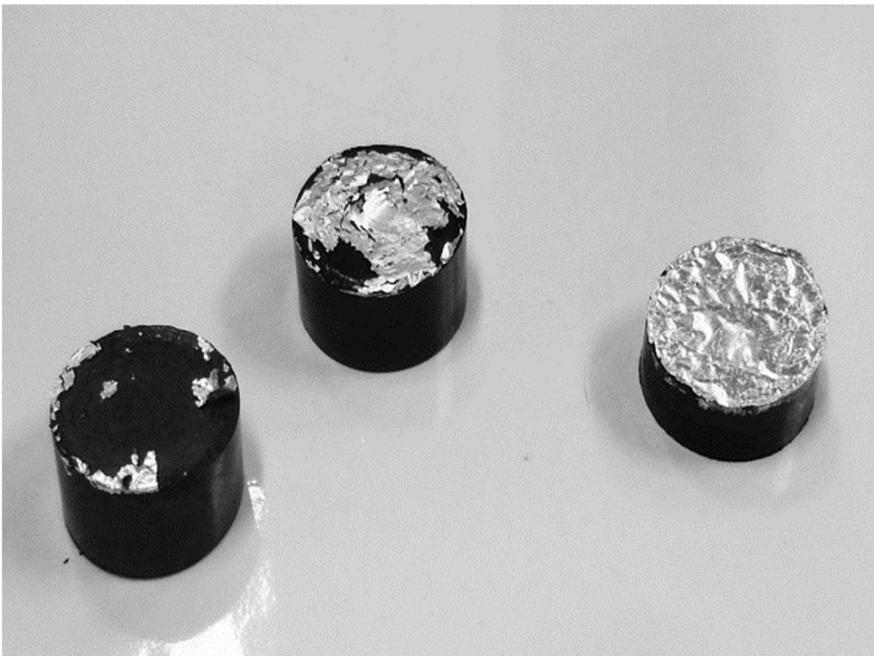


Figure 13 : Les deux enrobages nouvellement réalisés et l'enrobage de récupération utilisé comme entretoise