

# Associations de métaux

Les métaux précieux s'assemblent traditionnellement par le biais de la soudure, mais on peut aussi les associer par diffusion. Ces métaux, quand ils sont soumis à une température élevée, à une atmosphère réductrice (pauvre en oxygène) et à une certaine pression, se fondent les uns dans les autres, s'unissant sans qu'il soit nécessaire de les souder. Nous vous présentons ci-après deux techniques pour associer des métaux, chacune permettant un type d'union distinct. Nous commençons par la technique du *mokume gane*, ou assemblage par diffusion, et poursuivons avec celle du torsadage simple assemblé par soudure.

## Mokume gane

Cette technique est utilisée depuis 300 ans dans la création de fourreaux et poignées d'épées. En japonais *mokume* signifie veinure et *gane*, métal. Elle s'apparente à la fabrication du bois lamellé, puisqu'elle consiste à assembler par superposition plusieurs lames de métal pour former un bloc lamellé. Ces lames peuvent être unies par soudure ou par diffusion. Dans l'exercice suivant, nous avons opté pour le second procédé, plus complexe, mais qui permet d'obtenir de meilleurs résultats, l'absence de soudure offrant une plus grande souplesse de travail.

### Préparation d'un bloc

En premier lieu, il s'agit de former un bloc, en soumettant le métal à une température élevée dans une atmosphère réductrice, et à une légère pression; les métaux s'unissent alors sans qu'il soit nécessaire de les souder. On prépare tout d'abord des plaques spéciales, qui se distinguent par leur teneur en cuivre; la proximité de leurs points de fusion et la similitude de leur malléabilité font qu'une fois le bloc formé, elles composent un ensemble unitaire, qui peut ainsi être forgé et travaillé comme il convient.

Le tableau A présente les divers alliages pouvant être employés.

▼ Tableau A : alliages

	Or fin	Argent	Cuivre
Shakudo	4,8 %	-	95,2 %
	2,5 %	-	97,5 %
Shibuichi	-	40 %	60 %
	-	30 %	70 %
Shiro-shibuichi	-	60 %	40 %



▲ Il existe diverses possibilités d'association des métaux; ici, Judith McCaig a gravé tout d'abord le métal et après l'avoir ciselé, a associé diverses plaques d'or sur argent. L'œuvre s'intitule *Dark dead grass steps for tomorrow*.

Ces alliages peuvent également être combinés entre eux en différentes proportions. Par exemple, si l'on combine Shakudo et Shibuichi dans les proportions indiquées dans le tableau B, on obtient l'alliage dénommé Kuro-Shibuichi.

▼ Tableau B : comment obtenir l'alliage Kuro-Shibuichi.

Shakudo + Shibuichi
83,3 % + 16,7 %
71,4 % + 28,6 %
58,8 % + 41,2 %

Les alliages sont sélectionnés et alternés pour le contraste des tons, les plaques à haute teneur en cuivre se patinant mieux.

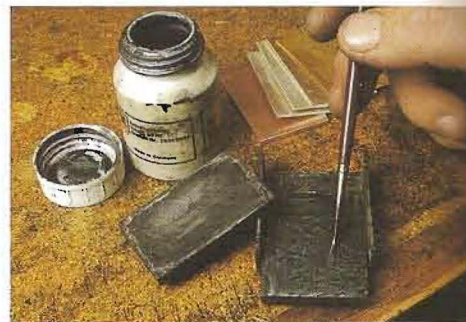
Dans le bloc présenté ci-après, on a utilisé une plaque d'or fin pour la couche extérieure et une plaque de cuivre, plus épaisse pour la couche inférieure.

► 4. On pose la dernière plaque de fer et on attache l'ensemble avec un fil de fer recuit de fort diamètre. Les plaques de fer inférieure et supérieure sont épaisses, car les lames doivent être soumises à une pression uniforme.

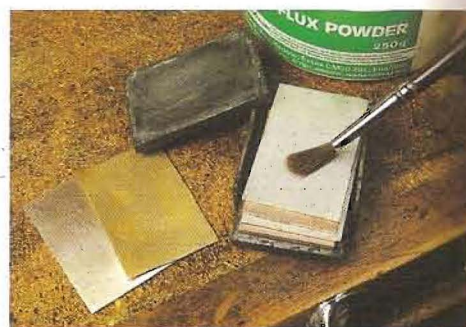
► 5. L'ensemble est soumis à un feu réducteur. On peut utiliser un mortier de forgeron ou un four avec des briques de charbon. Quand l'assemblage atteint une couleur rouge orangée comme on le voit ici, on le comprime avec un vieux marteau, et une pince de forge.



▲ 1. Les lames doivent être bien planes et lisses, et ne présenter aucune irrégularité superficielle. Une fois préparées, on les nettoie à l'eau additionnée de bicarbonate, puis à l'alcool, en évitant d'en toucher la superficie avec les doigts.



▲ 2. Il est nécessaire de recouvrir d'une couche d'ocre rouge, ou de n'importe quel autre produit isolant, les plaques de fer qui entreront en contact avec les lames.



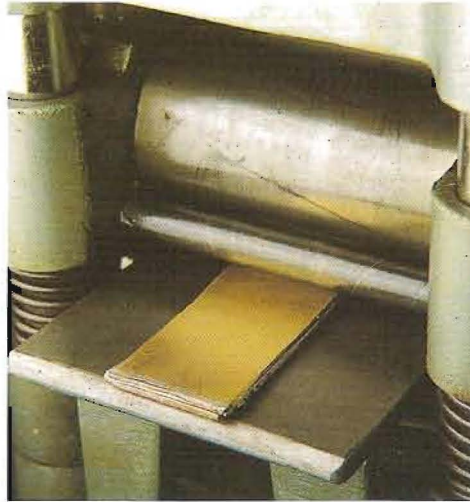
▲ 3. On place les six lames à l'intérieur des plaques de fer et on les imprègne d'un peu de sel de borax très dilué.



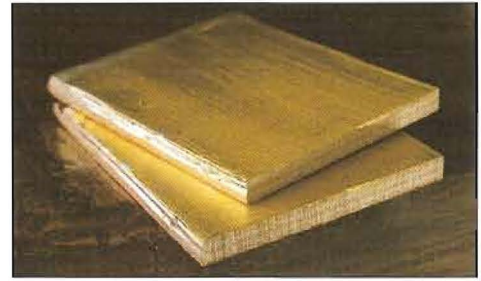
**Laminage**

Une fois le bloc terminé, il est conseillé de le battre sur l'enclume avec une masse, pour bien le compacter avant de le laminer.

▼ 1. Une fois découpé et nettoyé, le bloc doit être présenté tel qu'on peut le voir ci-dessous : on y apprécie les différentes couches de métal sans l'absence de soudure. Cet ensemble se comporte comme un bloc compact.



▲ 2. Après avoir battu le bloc, on le lamine jusqu'à diminuer son épaisseur de moitié.



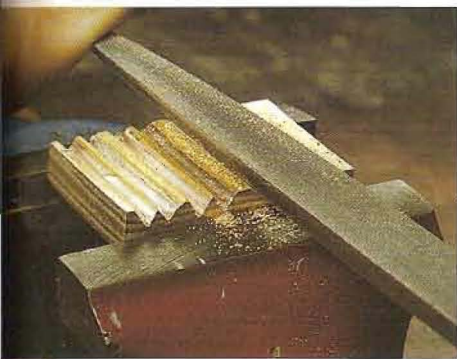
▲ 3. On coupe ensuite le laminé en deux dans le sens de la longueur, on l'aplanit, puis on le replace entre des plaques de métal pour le recuire, comme on l'a vu précédemment.

► 4. Le bloc comporte maintenant douze couches. Le processus de laminage et de recuit est ainsi répété pour doubler chaque fois le nombre de couches, 6-12-24-48.



**Procédés de façonnage du bloc**

Le bloc obtenu peut être travaillé de diverses manières : il peut être percé avec divers forets avant d'être laminé ou bien être façonné après laminage. Nous avons choisi d'y pratiquer à la lime de larges rainures transversales.



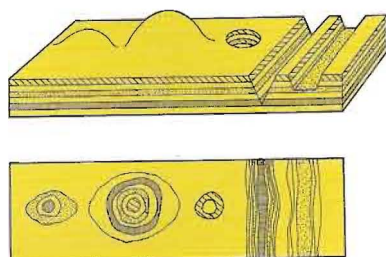
▲ 1. Plus on travaille le bloc en profondeur, plus on modifie la largeur et le nombre des rainures, ce qui permet ensuite d'obtenir différents effets au laminage.

▼ Si, au lieu d'effectuer des coupes transversales parallèles dans le même sens, on les entrecroise dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, on obtient un effet particulièrement intéressant.



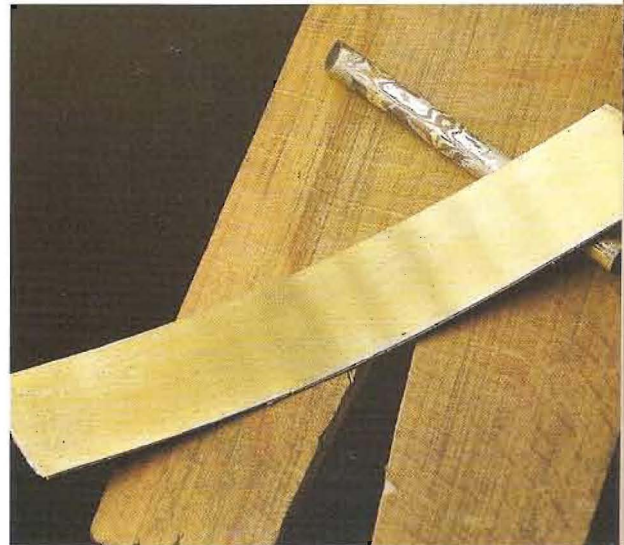
▲ 2. Après limage des rainures, on procède au battage et au laminage du bloc. Après avoir réduit l'épaisseur du bloc, on peut à nouveau le limer pour mettre en valeur la veinure.

▼ Représentation schématique des divers types de travaux sur le bloc, et des résultats correspondants.



▲ 3. On lamine le bloc jusqu'à l'obtention d'une plaque fine. On obtient ainsi un effet moiré avec des dégradés de teintes dans le sens transversal.

▼ Si l'on n'effectue aucune découpe dans le bloc, on obtient une plaque que l'on peut travailler de diverses façons.



## Technique des fils torsadés

Ce procédé consiste à obtenir des fils et des plaques à partir de l'union de divers fils d'or, d'argent ou de n'importe lequel des alliages employés dans le *mokume gane*. Cette technique offre de multiples possibilités créatives. Le processus de travail admet tant de variantes qu'il est impossible de les décrire toutes ici.

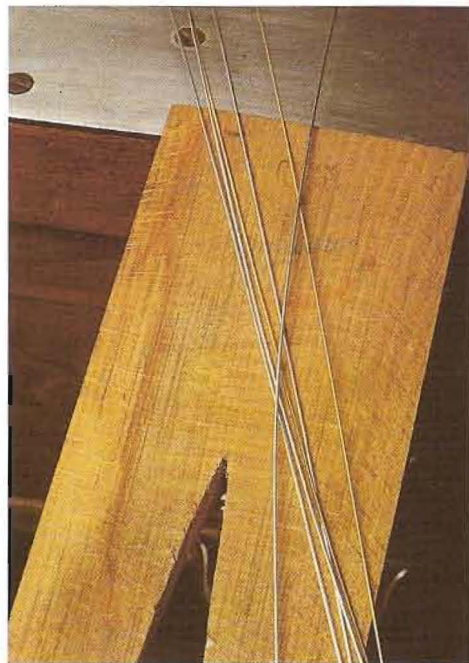
### Réalisation d'une plaque

À partir de différents fils torsadés et laminés, il est possible d'obtenir diverses plaques offrant une gamme chromatique intéressante.



▲ Broche et boucles d'oreilles réalisées par Francesco Pavan.

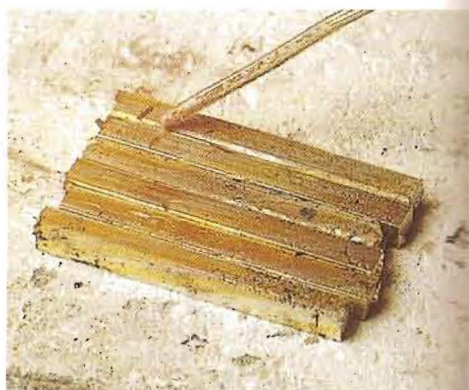
► 2. On a préparé ici divers fils d'or et d'argent torsadés, que l'on a recuits et décapés. On peut aussi avoir recours à n'importe lequel des alliages du *mokume gane*, ou choisir une autre combinaison de teintes.



◀ 1. Avec une chignole, on torsade un fil d'or et un autre d'argent. On peut au préalable fixer l'une des extrémités au mandrin de la chignole. L'autre extrémité doit être étirée à l'aide d'une pince. On tourne alors la manivelle jusqu'à ce que le fil soit torsadé.



▲ 3. On peut préparer le fil de différentes manières. Ici, on a réalisé cinq ensembles de fils torsadés deux par deux puis on a introduit un autre fil au centre. L'ensemble est attaché avec du fil de fer recuit. On y applique du flux avant de le réchauffer.



◀ 4. Une autre façon de procéder consiste à attacher les fils de différents métaux avec du fil de fer recuit et de souder l'ensemble avec une quantité abondante de brasure en fil. Il est important de bien serrer les fils entre eux pour que la brasure remplisse le moins d'espace possible. L'inconvénient de l'apparition de zones plus jaunes dues à la soudure est ainsi réduit.

▲ 5. Il est possible de réaliser des anneaux en torsadant l'ensemble sur lui-même pour le tréfiler ensuite sur le banc à étirer. On lui donne ensuite la forme d'un petit fil rond ou carré, puis on forme un anneau. On a réalisé ici, des fils carrés avec le laminage, puis on les a soudés entre eux pour préparer une plaque.

▼ 6. Le bloc obtenu est limé sur ses deux faces avec une lime à taille grossière pour éliminer l'excédent de soudure qui a pu rester en superficie.



► 7. Pour obtenir une plaque, on lamine le bloc jusqu'à atteindre une épaisseur de 0,6 mm; ensuite, on en accentue le contraste en l'oxydant avec de l'oxyde d'argent. Il faut être prévoyant dans la préparation de la plaque et utiliser une brasure au point de fusion élevé si l'on a l'intention de réaliser ensuite d'autres soudures.



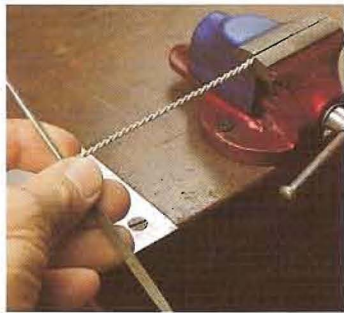
▼ Bracelet réalisé par Stefano Marchetti.



### Réalisation d'un anneau torsadé

En partant de trois fils et d'une seule soudeuse, il est facile de réaliser l'anneau présenté ci-contre.

► 1. On fixe l'extrémité de trois fils dans un pinceau, puis on les torsade à l'aide d'une pince à l'écrou à l'autre extrémité.



◀ 2. Il suffit d'ajuster le diamètre de l'anneau sur le triboulet et de le souder. En plongeant l'anneau dans un bain d'oxyde d'argent, on n'oxydara que l'argent, et non l'or, que l'oxyde n'affecte pas.

### Chaîne à maillons forgés

Cette chaîne, dont on a présenté le processus d'élaboration dans le chapitre consacré aux anneaux, part du même concept de réalisation, mais avec la particularité que le fil employé est ici composé de deux métaux distincts, comme l'or et l'argent.



▲ 1. On prépare deux fils de section rectangulaire que l'on soude avec de la brasure forte et qu'on lamine légèrement avant de les trefiler en fil carré, comme s'il s'agissait d'un seul fil.

◀ 3. Le bracelet peut tout à fait conserver cet aspect, l'argent oxydé contrastant davantage avec l'or.



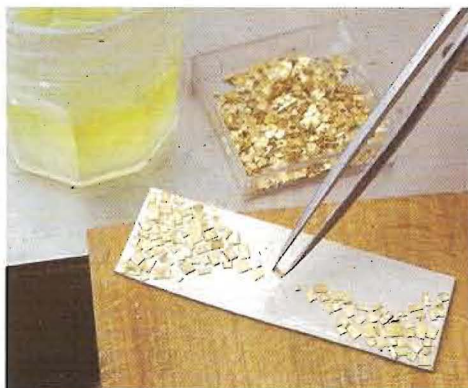
▲ 2. Après avoir recuit le fil, on réalise divers anneaux ronds, comme on l'a montré précédemment. Après les avoir soudés, on les lamine et on les martèle, puis on les assemble entre eux.



### Anneau d'argent et d'or réalisé sans soudure

En utilisant la propriété qu'ont les métaux de se unir sans soudure, il est facile de confectonner l'anneau présenté ici.

► 1. On prépare une plaque d'argent que l'on aplanit et que l'on émerise. Puis on répare sa surface plusieurs paillons d'or fin préalablement enduits de flux.



▲ 4. La place est modelée en forme d'anneau sur le triboulet, puis on en soude les extrémités.



▲ 2. L'ensemble est réchauffé dans un feu enveloppant jusqu'à obtenir la fusion de l'or et de l'argent.

► 5. Résultat obtenu après oxydation de l'argent.



▲ 3. La plaque est laminée jusqu'à une épaisseur de 0,8 mm et poncée.

