

LA TECHNOLOGIE, INTRODUCTION

Définition

- La technologie est l'étude des matériaux et produits divers utilisés dans l'exercice d'une profession, de leurs propriétés et des transformations qui se produisent au cours de leur mise en forme.
- La technologie consiste aussi à étudier les machines et outillages nécessaires à la pratique du métier.
- Plus généralement, c'est un **ensemble de savoirs et pratiques dans un domaine technique fondé sur des principes scientifiques** (chimie et physique dans notre cas).

But de la technologie

Bien souvent nous effectuons des gestes, nous avons des façons de faire, des techniques de travail sans les comprendre forcément ou bien savoir pourquoi nous faisons de cette manière.

La technologie nous procure des connaissances utiles et nous permet de comprendre la nature et le déroulement des phénomènes que notre travail met en jeu.

Grâce à elle, certaines facettes du métier peuvent être mieux comprises. Elle permet de régler des problèmes qui ne seraient pas forcément résolus sans elle et surtout elle permet de comprendre le « pourquoi » de nos actions.

→ Ex : lors du laminage, pourquoi devons-nous recuire le métal ?

→ Ex : Quelle est la marche à suivre pour neutraliser un acide ?

L'ATELIER DE BIJOUTIER

I. Le métier de bijoutier

Définitions :

Bijou :

[plur. bijoux] (breton bizou « bague », de biz « doigt »).

1. Petit objet de parure, précieux par sa matière, son originalité ou son travail.

2. Fig. Objet, ouvrage (de petite taille) fait avec art. Cette chapelle est un vrai bijou.

Fam. Mot affectueux adressé à une personne mignonne.

Bijouterie :

1. Art, industrie, commerce des bijoux.

2. Magasin où l'on vend des bijoux.

3. Ensemble des objets fabriqués par un bijoutier. Un stand de bijouterie.

Bijoutier,(ière) :

Personne qui crée, fabrique, vend des bijoux.

Orfèvre :

Personne qui fabrique ou vend des objets en métal. généralement précieux.

Correctif :

Le bijoutier fabrique des objets de petite taille en métal précieux (ne pas confondre avec le joaillier).

L'orfèvre lui, fabrique des objets de taille plus grande toujours en métal précieux ayant en général un rapport avec les arts de la table (couverts, assiettes, tasses, théières...).

Pour exercer son métier, le bijoutier est constamment en contact avec d'autres professions soit, parce qu'il a besoin d'elles pour travailler, soit, parce qu'elles ont besoin de lui pour travailler.

- Dessinateur/créateur
- Fondeur : personne qui fabrique un pièce en moulant du métal en fusion dans des moules appropriés.
- Doreur : personne qui dépose sur des ouvrages une pellicule d'or.
- Sertisseur : personne qui enchâsse (monte) des pierres dans des chatons en refermant les griffes.
- Guillocheur : Personne qui guilloche (grave), qui exécute un travail finement dessiné.
- Emailleur : Artisan qui dépose de l'émail sur des ouvrages.
- Reperceur : personne spécialisée dans le travail à la scie.
- Horloger : Personne qui élabore, entretient ou règle les machines ou instruments de mesure du temps.
- Détaillant : commerçant qui vend les articles de bijouterie.
- Grossiste : marchand en gros chez qui s'approvisionne le détaillant.
- Polisseur : Personne qui rend uni, net et brillant un ouvrage.
- Graveur : Personne qui trace un figure, des caractères sur du métal à l'aide d'outils spéciaux.
- Lapidaire : Personne qui traite ou taille les pierres précieuses ou/et fines.
- Glyptique : Personne qui grave en creux les pierres tel que la topaze, l'émeraude, le jade, la turquoise...
- Estampeur : personne (industriel en général car besoin de machines) qui insculpe dans une plaque de métal un motif quelconque à l'aide d'une matrice gravée en creux.
- Apprêteur : industriel qui fabrique des éléments semi-ouvrés destinés à la construction des ouvrages par assemblage.
- Affineur : industriel qui convertit les métaux précieux en lingots d'un titre donné.
- Chaînistes : fabricant de chaînes.
- Batteur : personne qui frappe l'or pour le réduire en feuilles.
- Diamantaire : personne qui travaille les diamants.
- Gemmologiste : personne qui étudie les pierres précieuses.
- Joaillier : personne qui fabrique des bijoux avec des pierres.
- Repousseur : ouvrier qui exécute des repoussés en orfèvrerie la plupart du temps.

Cette liste n'est pas exhaustive, on peut trouver d'autres métiers en rapport avec la profession.

II. L'atelier de bijouterie

L'atelier de bijoutier est composé de matériel et équipement caractéristiques.



- Eclairage naturel (lumière venant de préférence de la gauche)
- Eclairage artificiel (sur l'établi)
- Alimentation en air, gaz, oxygène et électricité.
- Sol avec un revêtement sans aspérités et si possible avec des caillebotis.
- Hotte à dérocher
- Point d'eau (avec décantation)
- Billot (avec tas)
- Etablis
- Outillage collectif
- Rangements...

L'établi du bijoutier



- Cheville en bois façonnée par le bijoutier et servant d'appui.
- Perceuse
- Chalumeau
- Lumière artificielle
- Peau (ou grand tiroir) de récupération reposant sur les genoux.
- Croisillons ou planche (à l'arrière) assurant la stabilité de l'établi.
- Tabouret réglable en hauteur, il est préférable que les jambes restent à angle droit.
- Claies au sol facilitent la récupération et protègent la pièce tombée de l'écrasement.
- Tiroirs permettant le rangement de petits outils.

La forme de l'établi est conçue pour faciliter la prise des outils.

Le bijoutier travaille en dessous du niveau de l'établi.

Les outils manipulables (limes, scies, cisailles, chalumeau, etc...) sont posés à droite du bijoutier (si ce dernier est droitier), les outils d'appuis (dés, tas...) sont posés à gauche.

Les impératifs d'installation

La lumière :

Un atelier doit être éclairé, la clarté venant de la gauche si possible par rapport aux postes de travail.

L'aération :

Un atelier doit être facile à aérer, en évitant toutefois les courants d'air.

Le sol :

Toujours lisse. Les aspérités empêchant une bonne récupération des déchets et limailles qui peuvent tomber à terre. Dans les ateliers en étage, le sol est très souvent du parquet, il faut mieux donc le recouvrir de lino, et remontant le long des plinthes. Un sol recouvert de caillebotis est préférable, faciles à enlever pour balayer, de manière à éviter de marcher sur une pièce en cours de fabrication.

L'eau :

Toujours avoir dans l'atelier un point d'eau, pour le refroidissement et rinçage des pièces, pour le lavage des mains... Les limailles collant à la peau avec la transpiration, il faut placer des filtres aux bacs récepteurs des eaux usées ou bien dans les siphons.

Le gaz :

Indispensable pour l'alimentation des chalumeaux et des différents fourneaux nécessaires à l'accomplissement du travail : il est impératif que les vannes soient très accessibles

Le déroché :

Les pièces au cours des différents brasages s'oxydent : on appelle cela le rochage. Il faut donc supprimer ce rochage par un nettoyage dans un bain chaud d'acide. Les vapeurs sont nocives, il est donc nécessaire de placer une hotte aspirante au-dessus du bain. En règle générale, les hottes aspirantes sont souhaitables pour toutes les évacuations d'odeurs, nocives ou non.

L'outillage du bijoutier

Il peut se diviser en deux catégories :

- l'outillage collectif
- l'outillage individuel

L'outillage collectif correspond au gros matériel en général (établis, bancs à étirer, laminaires, filières...).

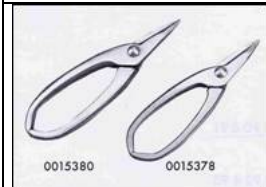
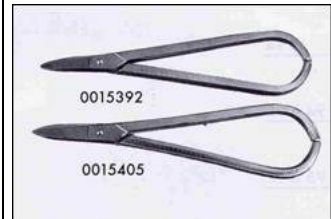
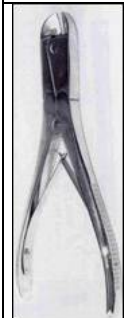
L'outillage individuel peut être classé grossièrement en 5 groupes :

- Outils de mesure (compas, réglet, palmer...)
- Outils de traçage (pointe, équerre...)
- Outils pour ajuster, couper (bocfil, limes...)
- Outils de préhension (pinces, brucelles...)
- Outils pour braser

L'outillage du bijoutier

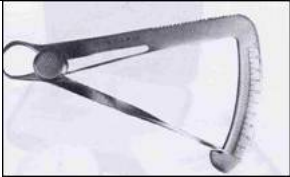
OUTILS POUR COUPER



	
3	4
	
5	6
	
7	8
	
9	10
	
11	12

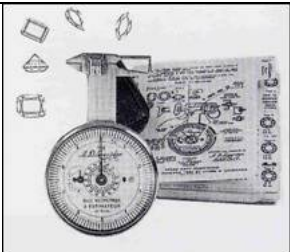
- 1. **Bistouri** (manche + lame)
- 2. **Ciseaux**
- 3. **Bocfil** ou porte-scies.
Le n° indique la profondeur : n°0=6 cm ; n°1=7cm ; n°2=8cm ; n°3=9cm ; n°4=12cm ; n°5=15cm.
Les scies plates ou à repercer existent en 2 dimensions : 13 ou 16 cm
- 4. **Cisaille à levier**
- 5. Cisailles à main dites **cisaires** 140, 160 ou 180 cm
- 6. **Scies à repercer** (16 dimensions)
du n°8/0 : épaisseur 0.16mm, 38.5 dents/cm
...
n°0 : épaisseur 0.28mm, 20.5 dents/cm
...
au n°8 : épaisseur 0.5mm, 11 dents/cm
Scies torsadées pour cire (trois dimensions)
- 7. Cisailles à main dites **cisaires de chaîniste** forme effilée
- 8. **Cisaille circulaire à bras**
- 9. **Cisailles à main légères**
- 10. **Pince coupante inox droite**
- 11. **Pince coupante sur le côté** avec ressort de rappel (idéale pour coupe les jets de fonte)
- 12. **Pince pour scier les anneaux.**
- 13. **Scies circulaires.**

OUTILS POUR MESURER ET CONTROLER

	
1	2
	
	6



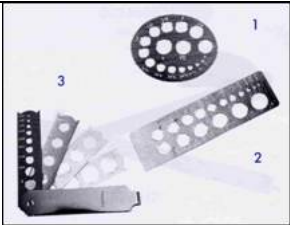
7



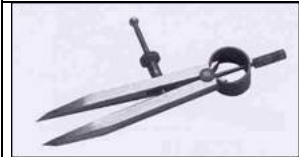
8



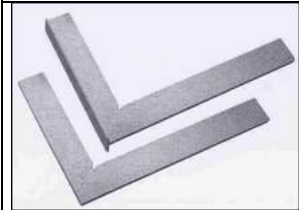
9



10



11



13



14



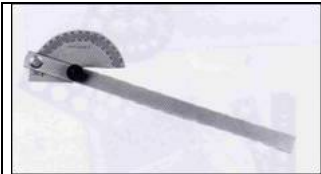
15



19



20



21



22

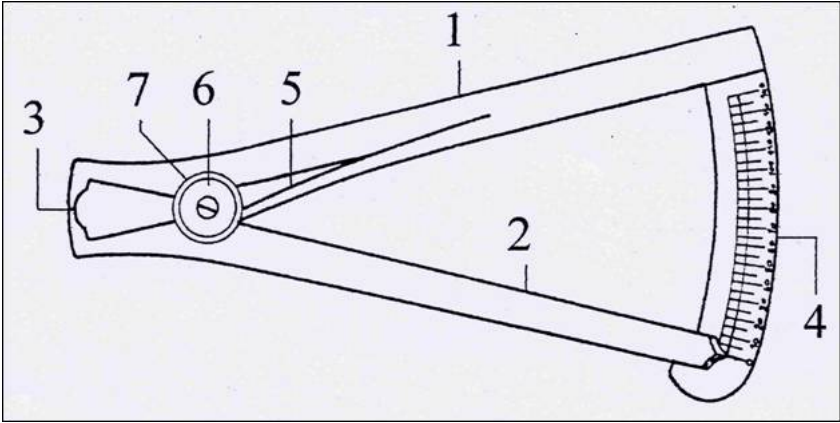


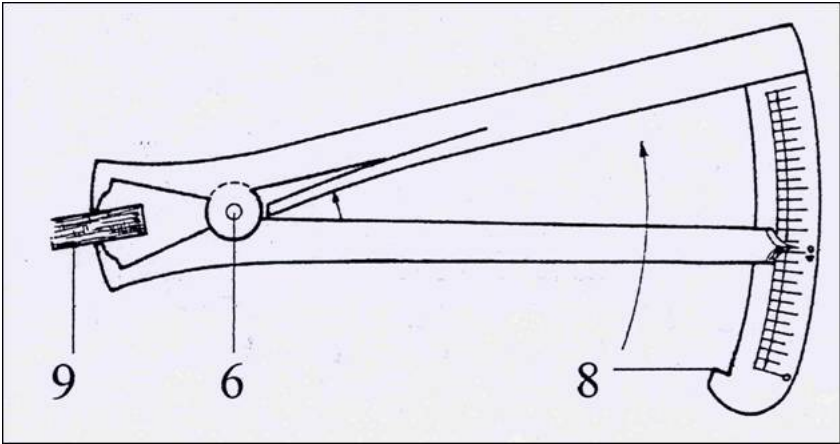
23



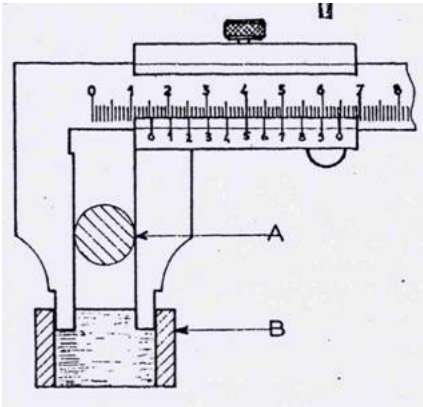
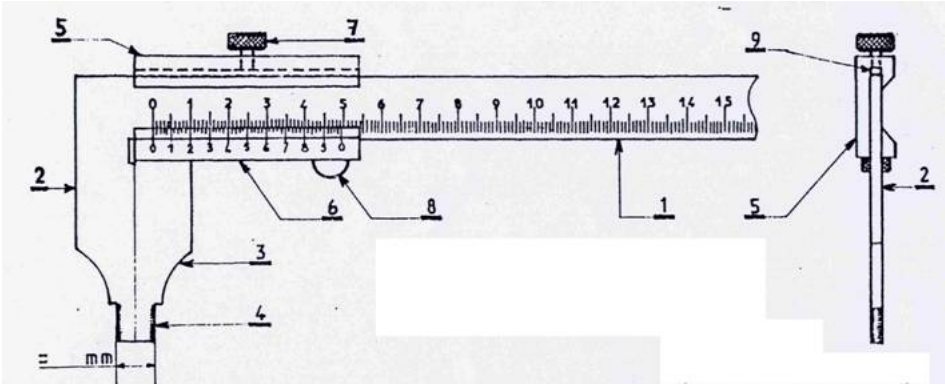
24

Lecture du calibre au 1/10^{ème} de mm

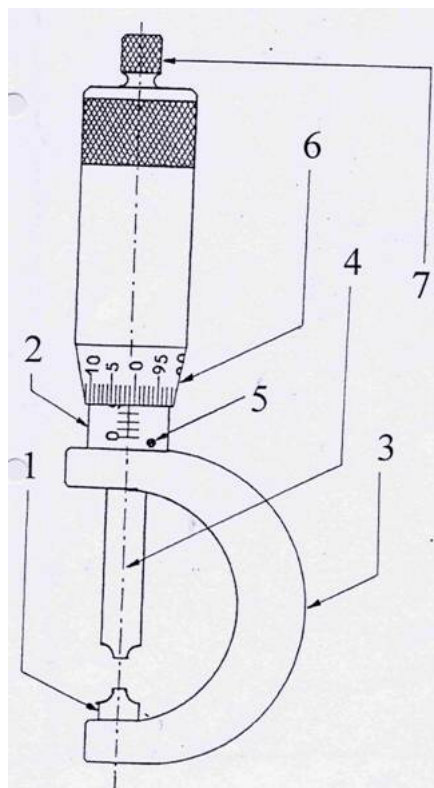




Lecture du pied à coulisse



Lecture du micromètre



Les outils de mesure et de contrôle

1. Baguier pour chevalières, anneaux larges
2. Baguier en coffret
3. Baguier métallique
4. Baguier plastique
5. Calibre au $1/10^{\text{ème}}$ de mm
6. Calibre au $1/10^{\text{ème}}$ de mm bec d'aigle
7. Calibre à bracelet
8. Calibre à diamant « Leveridge »
9. Calibre MOE pour pierres avec tableau de correspondances
10. Calibres pour pierres à trous ronds, simple et à 4 lames
11. Compas à serrage rapide
12. Compas
13. Equerre à chapeau, équerre plate
14. Palmer au $1/10^{\text{ème}}$ de mm
15. Pied à coulisse à cadran
16. Pied à coulisse intérieur, extérieur avec jauge de profondeur
17. Pied à lecture « à lecture digitale », de haute précision, lecture au $1/100^{\text{e}}$.
18. Pied à coulisse « modèle laiton », pour prise de côtes sans grande précision
19. Pointe à tracer
20. Pointe à tracer coudée
21. Equerre mobile avec rapporteur d'angles
22. Réglet gradué en mm
23. Trusquin de bijoutier gradué en mm
24. Triboulets millimétriques correspondant avec le baguier

Lecture du calibre au $1/10^{\text{ème}}$ de mm

1. Bras fixe
2. Bras mobile
3. Bec

4. Graduation au $1/10^{\text{ème}}$ de mm
5. Lame à ressort
6. Vis de serrage
7. Rondelle
8. Butée
9. Pièce à mesurer

Lecture du pied à coulisse

1. Règle graduée en mm
2. Bras fixe
3. Bras mobile, solidaire du coulisseau
4. Bec pour mesure intérieure
5. Coulisseau (qui glisse le long de la règle)
6. Vernier de 50 graduations

Déf. : Régllette apposée à l'index d'un curseur mobile dont on lit la position sur une échelle divisée en intervalles égaux, et dont l'emploi facilite la lecture des fractions de division.

7. Vis de serrage ou de blocage
8. Bouton poussoir
9. Lardon en bronze phosphoreux

Lecture du micromètre

1. Touche fixe
2. Tambour gradué en mm
3. Bâti (étrier)
4. Touche mobile
5. Trou de réglage
6. Tambour tournant gradué au $1/10^{\text{ème}}$ de mm
7. Molette libre

OUTILS POUR PERCER

Le **perçage** consiste à prélever de la matière à l'aide d'un instrument tranchant le foret. On peut soit amorcer cylindriquement, soit transpercer la matière.

Pour effectuer un bon perçage, il faut au préalable pratiquer un traçage exact à l'aide d'outils de traçage (règle, compas...) puis pointer avec précision.

L'exactitude du perçage est de la plus grande importance, particulièrement pour la mise en pierre en joaillerie. Dans ce type de travaux, on perce souvent des ouvertures de dimensions diverses, disposées selon un schéma régulier ou libre, ce qui exige un travail précis.

Outils, machines :

Forets :

Les instruments de perçage courants ont la forme d'un cône qui leur permet de pénétrer dans la matière.

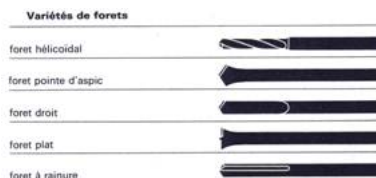
Le bijoutier utilise :

- le foret hélicoïdal
- le foret pointe d'aspic
- le foret à rainure
- le foret droit pointe (pointe d'aspic)
- le foret plat.

Le foret dont l'usage est le plus courant est le foret hélicoïdal.

L'angle d'attaque du tranchant du foret sera choisi essentiellement en fonction de la matière à percer. En principe **matières tendres=angle aigu** (plus petit que l'angle droit) et **matières dures=angle obtus** (entre 90° et 180° strictement).

La pointe du foret doit se trouver exactement au milieu du pointage.



- 1 : rainure hélicoïdale
- 2 : lèvre d'alésoir
- 3 : arête de coupe environ 50°
- 4 : tranchant du foret environ 110-120°
- 5 : noyau, âme



Forets hélicoïdaux



Forets langue d'aspic



Forets de sertisseur (droits).

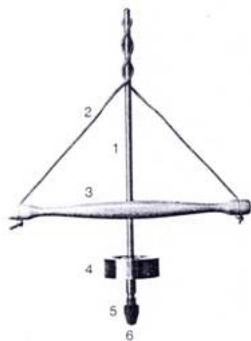
Le drille :

Il y a quelque 40 ans, le bijoutier utilisait encore presque constamment le drille pour les travaux de perçage.

Cet outil, actionné à la main, est pratiquement en tous points semblable à celui utilisé voici plus de 2000 ans par les artisans en Orient. Son maniement requiert une certaine habileté.



POULARD



- 1 : arbre
- 2 : lanières
- 3 : poignée
- 4 : volant
- 5 : tête de vis
- 6 : mandrin

Moteur suspendu :

On le suspend au dessus de la place de travail. Le moteur électrique est relié à un câble flexible, dans lequel se fixe une pièce à main.

Cette dernière comporte un mandrin porte-foret réglable ou des pinces de serrage interchangeables. La plupart du temps, le moteur est pourvu d'un régulateur de vitesse (pédale de commande). Grâce à la flexibilité du câble, le porte-foret et ses accessoires peuvent être utilisés dans n'importe quelle position pour fraiser, percer et polir.



Machine à percer verticale ou perceuse à colonne :

Le moteur électrique est fixé à un montant. La pièce en travail est maintenue sur la table de perçage à l'aide d'une pince de serrage. Pour pratiquer le mouvement de perçage, on modifie soit la position de la table, soit celle du moteur (hauteur ou déplacement latéral).

La perceuse verticale trouve son emploi pour de grosses pièces et le perçage de matières dont l'épaisseur dépasse 3 mm environ ou les petites pièces suivant la taille.

LE TRACE



DEFINITION

Le tracé c'est la reproduction exacte sur la pièce à exécuter, du dessin d'un motif à découper ou à percer, d'un limage ou d'un ajustage.

LE TRACE SERT DE GUIDE, il doit être exécuté avec le plus grand soin pour être net et précis.

METHODE D'EXECUTION

Préparation de la pièce, il convient d'obtenir une surface unie sur laquelle le tracé bien visible sera facile à suivre.

EMERISER en traits « frisés » sur toute la surface les traits du tracé doivent être visibles dans tous les sens.

Sur un émerisage en long les traits qui sont parallèles sont invisibles.

Sur un émerisage croisé les traits sont invisibles dans les 2 sens.

Placer le papier émeri sur une surface dure et plate (cabrons, réglet, lime).

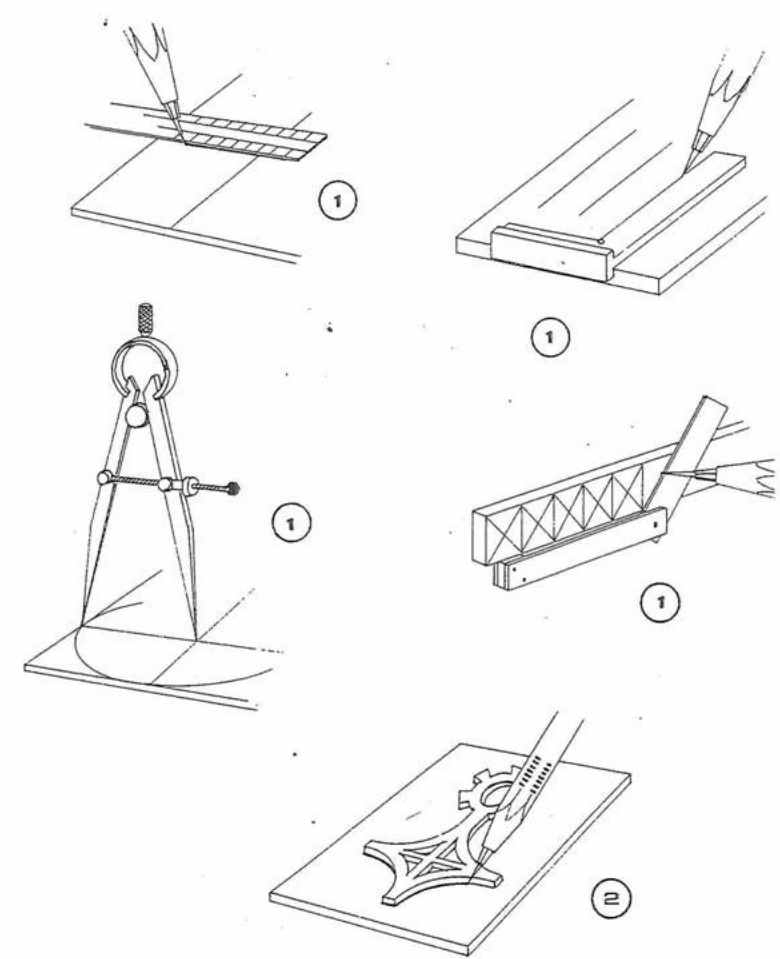
NE JAMAIS EMERISER UNE SURFACE PLATE AVEC LES DOIGTS.

CHAUFFER et DECAPER les pièces pour obtenir une surface mate, sur laquelle le trait brillant du tracé fera contraste et se verra mieux.

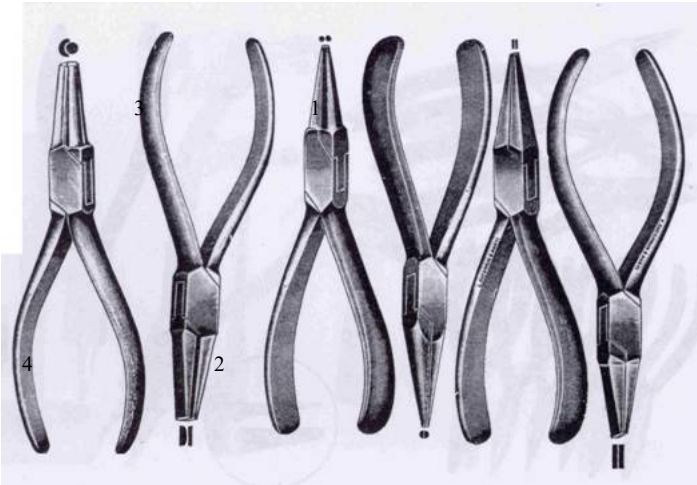
Les dimensions sont marquées sur la pièce avec attention et précision, par une seule touche légère, elles sont vérifiées avant de tracer le trait définitif sur lequel ON NE REVIENT PAS

Les surcharges de traits sont des causes d'erreurs fréquentes.

UN BON TRACE FACILITE TOUJOURS LE TRAVAIL ET IL DETERMINE LA PRECISION FINALE.

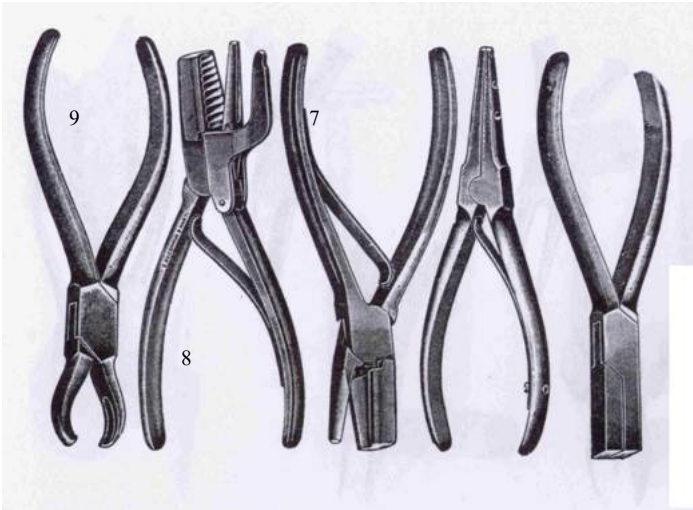


LES PINCES



11

1000



12

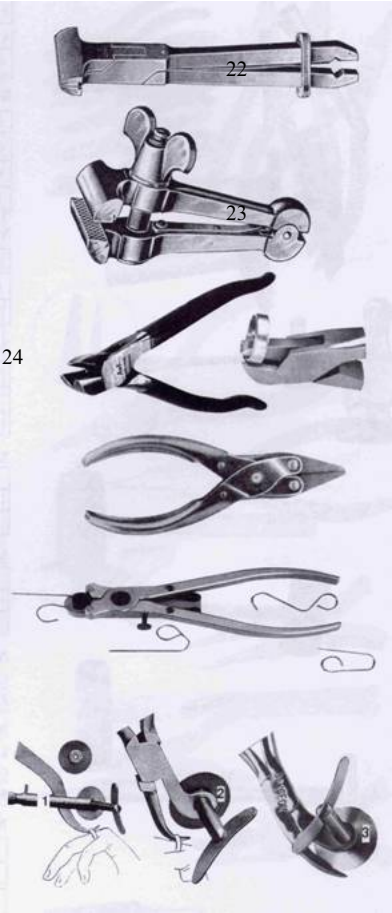
13

14

15

16

17



25

26

27

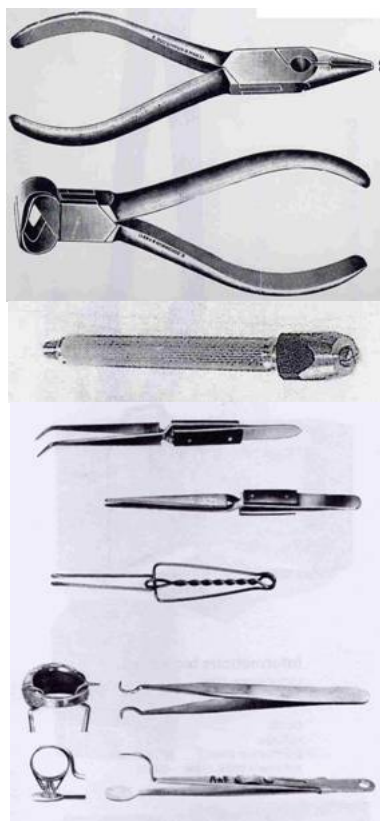
28

29

30

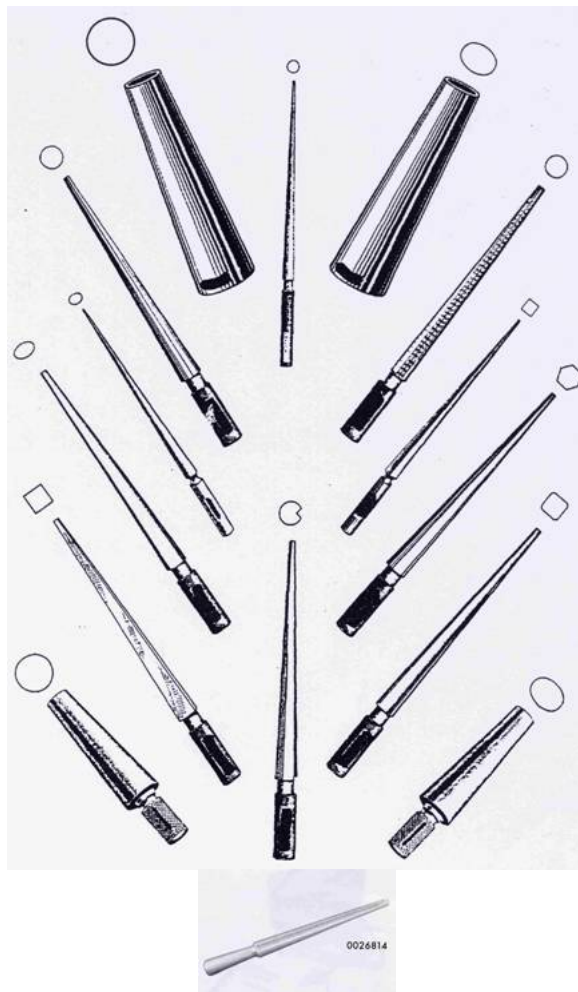
31

32



1. Pince **plate large**
2. Pince **plate effilée**
3. Pince **longs becs ½ rond**
4. Pince **becs ronds**
5. Pince **sans forme** ou pince à **un bec plat et un bec cintré**.
6. Pince à **plier**
7. Pince **camuse**. Les becs de ces pinces sont destinés à être façonnés suivant les besoins. Ils peuvent être trempés.
8. Pince à **ouvrir les anneaux**
9. Pince à **fermer les anneaux avec mise nylon**
10. Pince à **ouvrir et fermer les anneaux**
11. Pince à **tenir les bagues** (pour limer les intérieurs)
12. Pince à **becs très large** ou pince **parapluie**
13. Pince à **étirer**
14. Pince à **bout large** ou **étau à moustache** ou pince à **coulant mâchoires étau** (existe avec des mâchoires carrées).
15. **Etau à main**, mâchoires larges à moustache
16. Pince à **former les bagues et les anneaux**
17. Pince **parallèle**
18. Pince **pour former les plaques et les fils**
19. Pince à **scier les bagues**
20. **Mandrin nickelé**, pince à **morilles double**, **roule-goupille**, **porte équarrissoir**
21. Pince **pour percer les métaux**
22. Pince **fine becs ronds**
23. Pince **fine becs demi ronds**
24. Pince **becs plats**
25. Pince **becs ronds effilés**
26. Pince **coupante droite**
27. Pince à **morille laiton cannelé**, **roule-goupille**, **porte équarrissoir**
28. **Brucelles pour souder croisées courbe manche isolé** (support en fibre résistant à la chaleur)
29. **Brucelles pour souder croisées droite manche isolé** (support en fibre résistant à la chaleur)
30. **Brucelles pour souder dites moustaches**
31. **Brucelles avec pointes recourbées pour dessouder les bagues**
32. **Brucelles pour souder les bagues avec glissières de blocage**

LES TRIBOULETS



Triboulet :

Outil en acier, de formes diverses mais toujours conique.

Fonction :

Mettre à grandeur des bagues avec un triboulet rond.
Mettre en forme des pièces ou des éléments d'ouvrage.

On passe les pièces au triboulet, qu'elles soient rondes, carrées, ovales ou triangles pour les régulariser.

Il est possible d'avoir des triboulets de toutes formes :

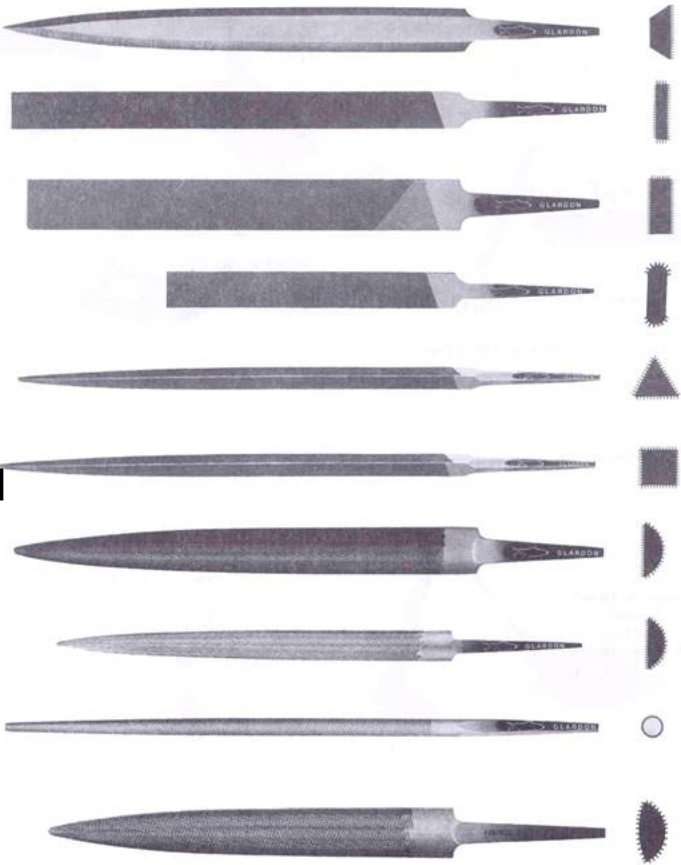
Cœur
Papillon
Ogive
Triangle
Losange
Carré
Rond
Rond avec rainure
Rond avec méplat...

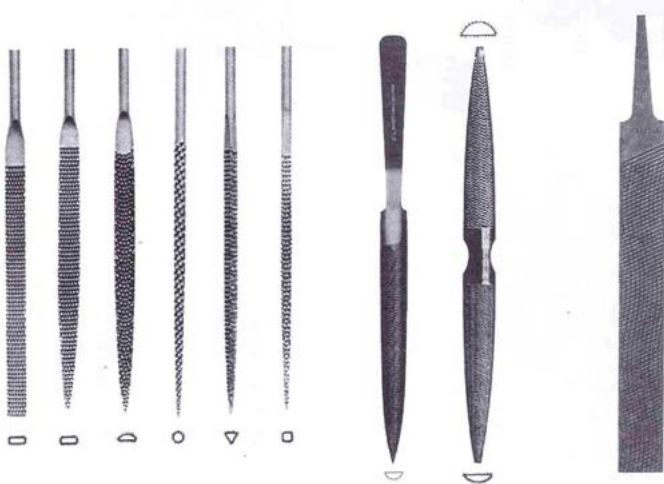
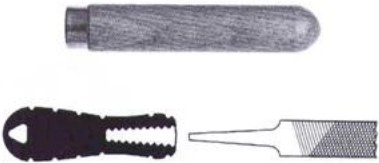
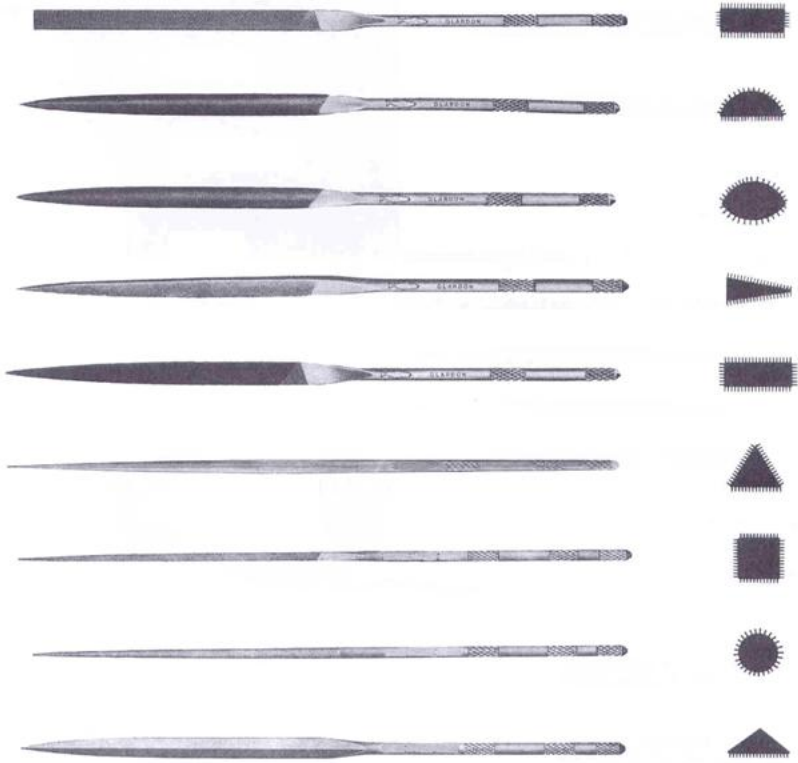
La longueur des triboulets est en général de 30 cm (sans le manche) mais ils peuvent aussi être plus courts.

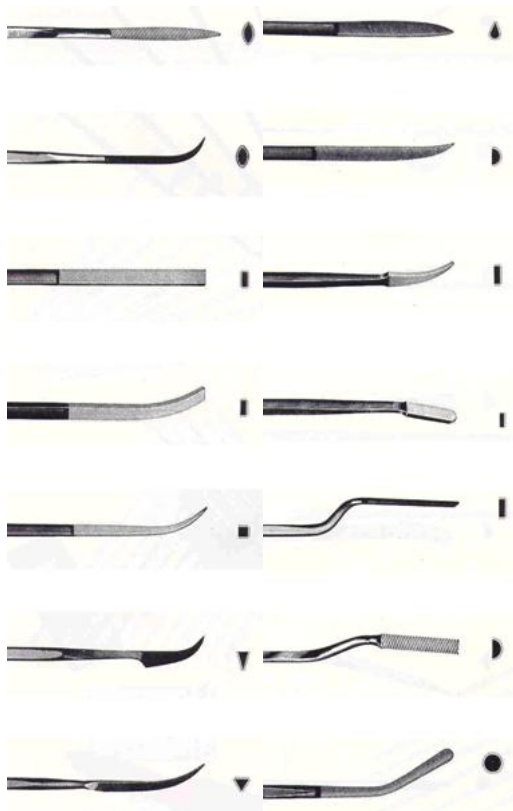
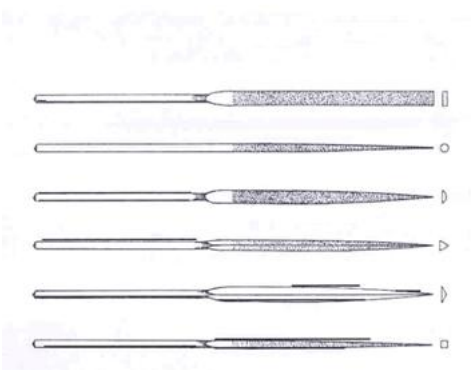
Il existe des triboulets à bracelets (ronds ou ovales) qui servent à la fabrication de bracelets dits « esclave », et des triboulets aiguille.

LES LIMES

1 1







Barrette
 Plate carrelette
 Pilier
 Plate à bords ronds
 Triangulaire
 Carrée
 ½ Ronde ordinaire
 ½ Ronde effilée
 Ronde
 Feuille de sauge
 Aiguille carrelette
 Aiguille ½ Ronde
 Aiguille Feuille de sauge
 Aiguille Couteau
 Aiguille Entrée
 Aiguille Triangulaire
 Aiguille Carrée
 Aiguille Ronde

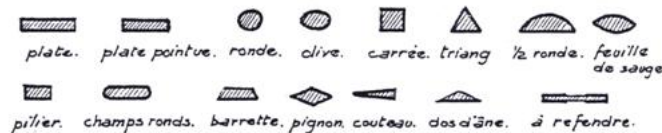
Aiguille Barrette
 Manche de lime
 Manche de lime plastique
 Lime à cre Plate
 Lime à cre Entrée
 Lime à cre 1/2 Ronde
 Lime à cre Ronde
 Lime à cre Triangulaire
 Lime à cre Carrée
 Lime à cre Simple
 Lime à cre Double
 Lime à cre Plate taille simple
 Lime Flexible
 Lime diamantée Plate
 Lime diamantée Ronde
 Lime diamantée 1/2 Ronde
 Lime diamantée Triangle
 Lime diamantée Barrette
 Lime diamantée Carrée
 Rifloirs

Désignation : On désigne une lime par sa section et sa taille.

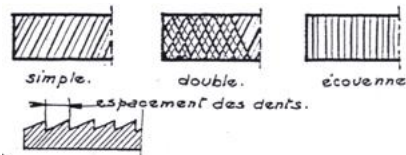
Ex :

Plate batarde.

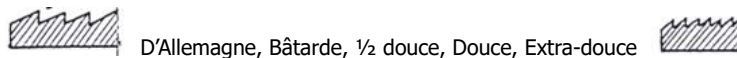
Sections : les traits forts indiquent les faces taillées.



Tailles :



De grosse taille à très fine :

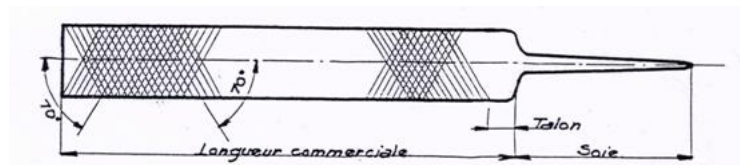


Matériau : acier fondu au carbone, aciers spéciaux.

Fabrication : forgeage, estampage, meulage, taillage.

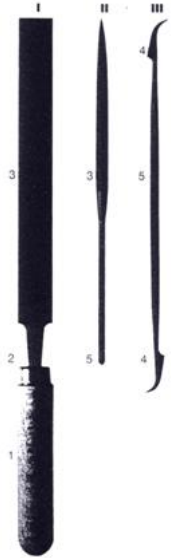
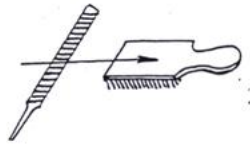
Traitement thermique trempe, revenu

Passage au jet de sable.



Entretien : limes douces : cardage

fréquent. Passage quelques secondes à l'acide nitrique pour le fil très occasionnellement.



I- Lime à emmancher, pour les pièces nécessitant un façonnage important, les grandes surfaces, les bagues, etc....

II- Lime aiguille, pour les petites pièces, les petites surfaces...

III- Riflor, pour les parties inaccessibles aux limes traditionnelles. La plupart du temps, le bijoutier devra fabriquer lui-même les rifloirs à partir de limes aiguilles.

1- Manche (la partie emmanchée s'appelle la soie).

2- Virole (bague de métal que l'on met sur certains manches d'outils, pour les empêcher de se fendre)

3- Lame

4- Tête

5- Tige

Profils de limes (limes aiguilles)	
*pilier (carrelette)	
*demi-ronde	
triangulaire	
carrée	
ronde (queue de rat)	
couteau	
*feuille de sauge	
losange	
barrette	
coulisse	
coulisse creuse	

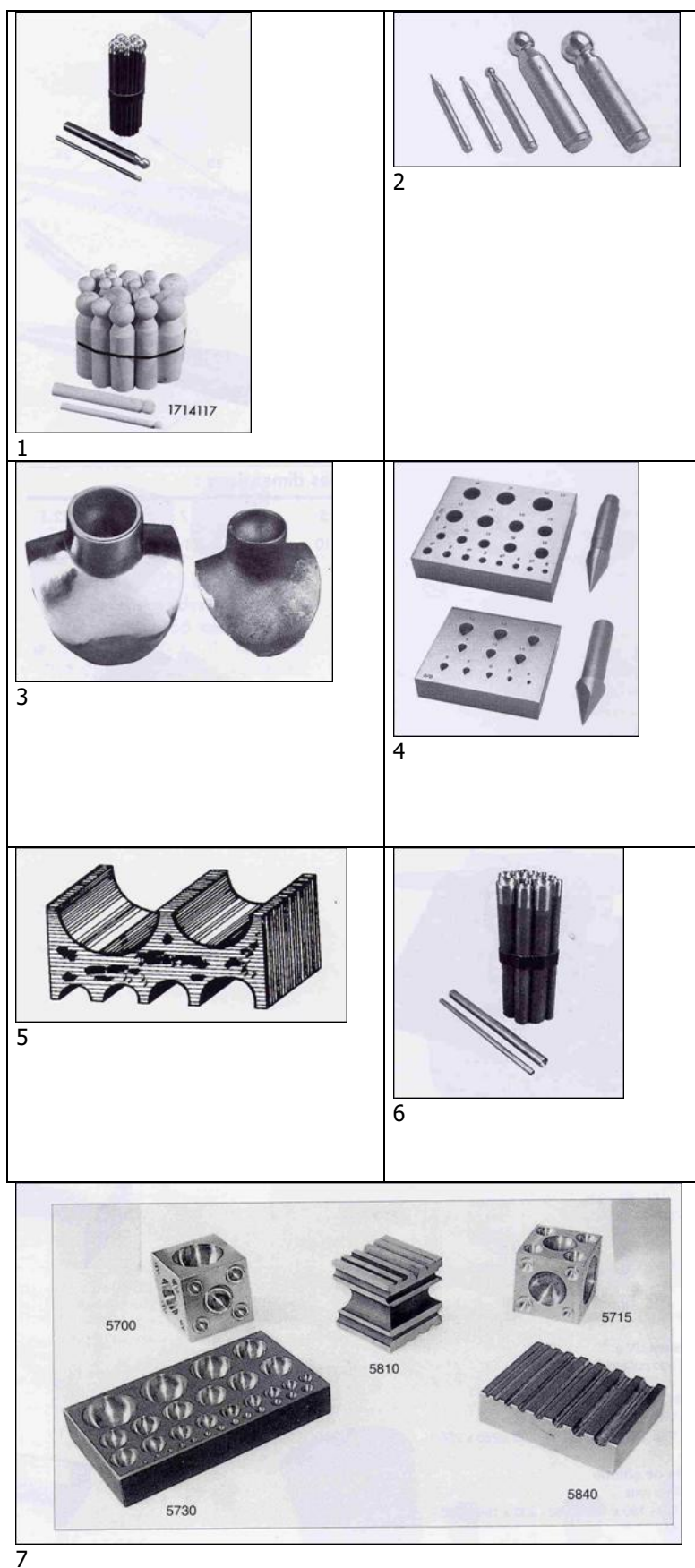
* Profils pour limes à emmancher.
Le profil des rifloirs sera façonné selon le travail à accomplir.

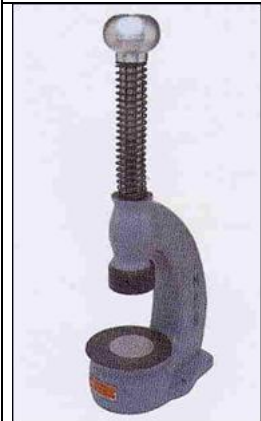
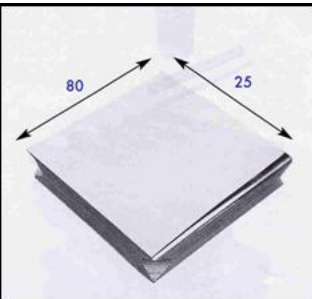
Procédé : le **limage** consiste à enlever de la limaille à la matière de base à l'aide d'une lime. Cette technique permet de travailler de façon précise les surfaces d'éléments coulés, forgés, etc.... On procède en deux temps : façonnage avec une lime à taille rude, puis adoucissage à la lime douce.

Les limes pour le travail de métaux non précieux sont à utiliser et à ranger séparément car les limailles de ces métaux restent facilement prises dans les tailles.

Pour dégraisser des limes neuves, on les fera passer sur du charbon de bois, on les plongera dans l'alcool puis on les passera au dessus de la flamme.

OUTILS POUR EMBOUTIR



	
8	9
	
10	11
	
12	13

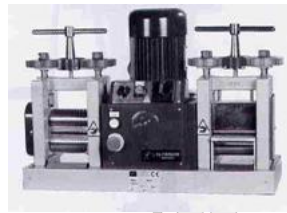
- 14. **Bouterolles en acier**
- Bouterolles en buis**
- 15. **Bouterolles en acier trempé et rectifié**
- 16. **Bustes**
- 17. **Châtonnières en acier avec poinçon**
- 18. **Dé à rainures demi rondes grosses gorges**
- 19. **Découpoirs**
- 20. **Dés à emboutir en acier (2)**
- Dé à rainures demi-rondes, carrées 90°, anglées 60° et 45°.**
- Dé à emboutir plat**
- Dé à rainures plat demi rondes petites gorges**
- 21. **Petite enclume en acier forgé avec base en fonte**
- 22. **Maillet en bois avec manche**
- 23. **Marteau à aplanir pour orfèvres**
- 24. **Outil à cambrer ou à cintrer**
- 25. **Marteaux non emmanchés pour ciseleurs (panne plate et panne ronde)**
- 26. **Tas rectangulaire**

LAMINAGE ET TREFILAGE EN ATELIER

TERMES IMPORTANTS :

Le laminoir :

Le **laminoir** dont Léonard de Vinci eut l'idée, est une machine à l'aide de laquelle on peut réduire la section et l'épaisseur d'un produit métallique par passage entre deux cylindres. Il servit d'abord à aplatir le plomb destiné à sertir les verres colorés des vitraux.



Puis on l'utilisa pour laminier le fer au rouge et le laminage est devenu la méthode la plus courante pour transformer l'acier en produits finis ou semi-finis. Son importance en sidérurgie est considérable. En bijouterie, il permet de laminier des produits semi-finis (fil ou plaque, métaux **non-ferreux**), c'est un gain de temps considérable sans pour autant faire perdre la valeur que nous pouvons donner en travaillant un bijou à la main.

Le laminage :

Le **laminage** est une déformation de la matière à l'aide d'un laminoir.

Par ce procédé, plaques et fils sont pressés entre deux cylindres qui se déplacent l'un vers l'autre et amènent ainsi le métal l'épaisseur désirée, ce qui produit par ailleurs une elongation du métal.

Il est prudent avant de commencer un travail de laminage, ne connaissant pas la structure du métal à laminier, de pratiquer un recuit afin de s'assurer de l'équilibre structural du métal.

Selon la matière travaillée et sa sollicitation, il faudra souvent **recuire** le métal après quelques passes.

Si l'on omet le recuit intermédiaire, le métal devient cassant.

On peut laminier un métal en le retournant, mais en aucun cas en changeant le sens du laminage.

Le tréfilage :

Le tréfilage, procédé de mise en forme de fil, est obtenu par traction du métal à travers un orifice de section circulaire (filière). Par passages successifs dans des filières de diamètres décroissants, on peut réaliser de très grandes longueurs de fils. Les filières sont en acier au chrome, en carbure de tungstène ou même en diamant.

NOTIONS D'ECROUISSAGE :

L'écroissage :

L'écroissage est la conséquence des travaux à froid pratiqué sur les métaux tels que le laminage, le tréfilage, le martelage, l'emboutissage..., il crée des distorsions sur les « grains » cristallins constituant le métal qui voit alors sa structure moléculaire se tasser. On dit que le métal est écroi.

Tout travail à froid d'un métal provoque une modification de ses propriétés mécaniques ; sa dureté et sa résistance augmentent, son allongement et sa malléabilité diminuent.

Ces phénomènes s'expliquent par le changement structural de la matière. Une telle structure, dite structure d'écroissage, s'oppose au processus de déformation ; de mou et ductile, le matériau devient dur et fragile, voire cassant.

La diminution de la malléabilité sera d'autant plus marquée que le taux (indice) de déformation ou d'écroissage aura été plus élevé.

Indice d'écroissage :

L'écroissage élève la résistance à la déformation et rend le métal plus dur.

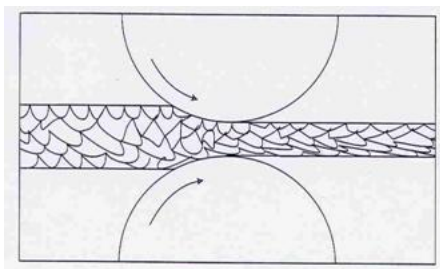
Ex :

Une plaque de laiton de 1 mm laminée à 0.5 mm sera difficilement emboutissable, elle a été écroie par les pressions du laminage.

On utilise cette nouvelle qualité pour fabriquer des ressorts (ex : fermoirs cliquets).

C'est par un traitement thermique appelé recuit que l'on pourra redonner au métal ses qualités premières.

Lorsque l'on lamine ou l'on tréfile un métal à froid, on tasse sa structure moléculaire, on dit alors que le métal est écroi.



La déformation due à l'écroissage se traduit par une déformation de la structure du métal, donc du grain.

En laminage, par exemple, il y a allongement des grains sous les cylindres : il est recommandé ou nécessaire de faire des recuits à certains moments.

Calcul théorique du taux d'écroissage :

Ce calcul pourra se faire en atelier pour savoir précisément à quel moment un métal doit être recuit. Il peut donc s'avérer très intéressant de connaître et comprendre les formules.

Il faut donc toujours avoir le réflexe d'être en possession de son pied à coulisse, compas 10/10 ou micromètre lors des opérations de tréfilage ou laminage et bien avoir en tête les dimensions initiales du métal et les dimensions finales que l'on veut obtenir.

Indice d'écroissage (en %) :	0
------------------------------	---

10	
20	
30	
40	
50	
100	Recuit recommandé
200	
300	
400	Recuit nécessaire
500	
1000	

Variation des propriétés mécaniques avec

l'écrouissage :

Un métal écroui devient **plus dur** (dureté accrue). Il **résiste à une charge plus importante** (charge à la rupture accrue) et il **reste élastique** à une charge plus grande (limite élastique accrue). Par contre **il peut moins s'allonger** allongement à la rupture réduit).

Lorsque le degré d'écrouissage atteint une certaine valeur proche e l'état ressort les propriétés mécaniques n'évoluent plus et on a de plus en plus de difficultés à poursuivre la déformation. On sera alors obligé de procéder à un traitement thermique.

Le métal perd donc ses propriétés de **malléabilité** et de **ductilité**, et une autre apparaît, l'**élasticité**. On utilise cette dernière propriété pour fabriquer des ressorts (ex : les fermoirs cliquets...).

Pour faire disparaître l'effet d'écrouissage, on chauffe le métal à une température suffisante pour assurer son équilibre physico-chimique et structural d'origine. On fait suivre le chauffage d'un refroidissement lent. On appelle cette opération le **recuit**.

-
-
-
-
-
-
-

Le recuit :

-
-

Le recuit consiste à chauffer le métal à une certaine température qui varie selon les métaux et alliages, à l'y maintenir durant un certain temps et à le refroidir de façon appropriée.

Du point de vue industriel, les recuits ont pour but, souvent, d'obtenir une structure favorable à l'usinage ou à la mise en forme.

Il existe d'autres recuits particuliers (en bijouterie) :

Recuit d'homogénéisation	Homogénéisation de la structure du matériau Sur ébauche de fonderie en particulier. Au cours du processus de solidification la composition des grains est hétérogène en raison du fait que le solide qui se forme n'a pas la même composition que celle du liquide dont il est issu. Pour homogénéiser, il faut chauffer. Les atomes se déplacent alors de façon à rendre la composition identique en tous points.
	Recuit intermédiaire entre opérations.

Recuit de recristallisation

Son but est de supprimer l'effet de l'écrouissage lorsqu'il devient impossible de poursuivre la déformation, ou dangereux de la continuer. Il y a suppression des défauts du métal, puis construction d'une nouvelle structure cristalline à grains nouveaux.

Plus la température est basse, plus le temps requis pour la recristallisation est long. Si la température est plus élevée, le processus est plus rapide mais il y a risque d'augmentation de la taille des grains. Si l'écrouissage n'a pas été suffisant la structure primaire n'a pas été détruite et il y a grossissement des grains.

Lorsqu'un métal est recuit, pour détruire son écrouissage, il subit une **recristallisation**. Il se produit un développement de nouveaux cristaux de métal qui sont libres de toute contrainte et qui remplacent les grains distordus et durcis.

La grosseur de ces cristaux s'accroît en fonction de l'élévation de la température de recuit.

La formation de gros grains est indésirable car, lorsque le métal est soumis, par la suite, à des déformations, sa surface devient rugueuse, phénomène qui a reçu le nom de « peau d'orange ». Ce défaut augmente la durée du polissage et du finissage que la pièce doit subir.

Pratique du recuit sur les principaux métaux usuels :

Acier	Chauffer à 850°C, laisser refroidir. Pour un recuit maximum retarder le refroidissement. Les effets de la trempe sont détruits par le recuit.
Cuivre	Chauffer à 650°C (flamme réductrice) refroidir brusquement, par immersion totale dans l'eau froide.
Laiton Maillechort	Chauffer à 650°C (flamme réductrice), laisser refroidir à l'air jusqu'à environ 100°C et plonger dans l'eau froide. Ne jamais plonger dans l'eau chaude la pièce rouge, par contre on peut laisser refroidir la pièce à l'air.
Aluminium	Chauffer à 400°C, refroidir brusquement (on a 400°C quand une trainée de savon faite sur le métal devient noire).
Or	Chauffer de 700 à 800°C (flamme réductrice), refroidir de préférence dans l'alcool (recuit plus doux que le refroidissement à l'eau). D'une façon générale, les températures de recuit des alliages d'or se situent entre 700 et 800°C pour les ors gris et entre 650 et 750°C pour les autres qualités.
Argent	Pour bien juger de la coloration, éviter de chauffer en pleine lumière, atteindre la teinte rose (650°C), flamme réductrice, ne pas prolonger la chauffe, refroidissement naturel, ou à l'eau ou à l'alcool.
Platine	Chauffer de 1000 à 1300°C, flamme oxydante sans inconvénient, refroidir à l'eau.
Palladium	Chauffer de 850 à 1000°C, flamme oxydante, refroidir immédiatement car au dessus de 400°C il se produit une formation d'oxyde, ne pas recuire sur du charbon ou en plâtre.

NOTION D'ALLONGEMENT :

En laminage : une plaque de métal laminée est caractérisée par son amincissement et son allongement. Une pièce laminée ne s'élargit presque pas)

L'allongement du métal est proportionnel à l'amincissement.

Exemple :

Une bande de métal de 50 mm et de 2 mm d'épaisseur mesurera environ 100 mm de long après laminage à 1 mm d'épaisseur.

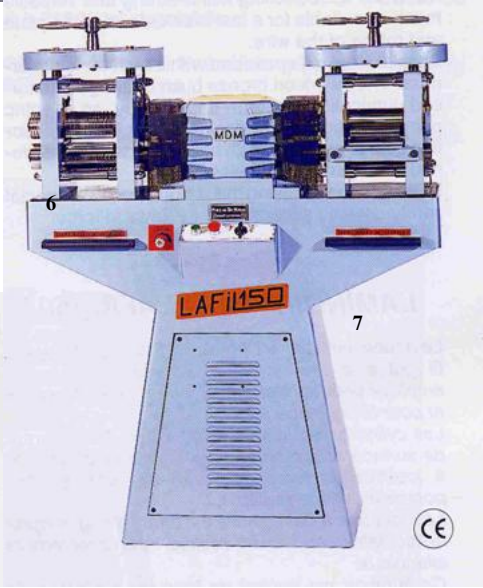
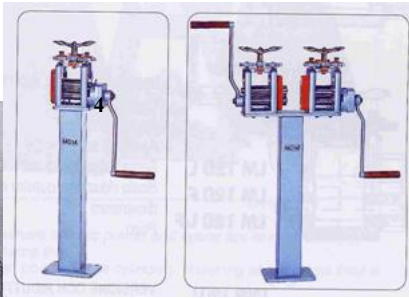
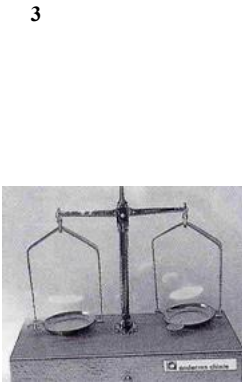
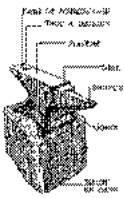
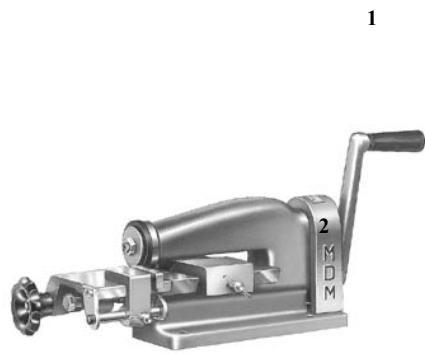
En tréfilage :

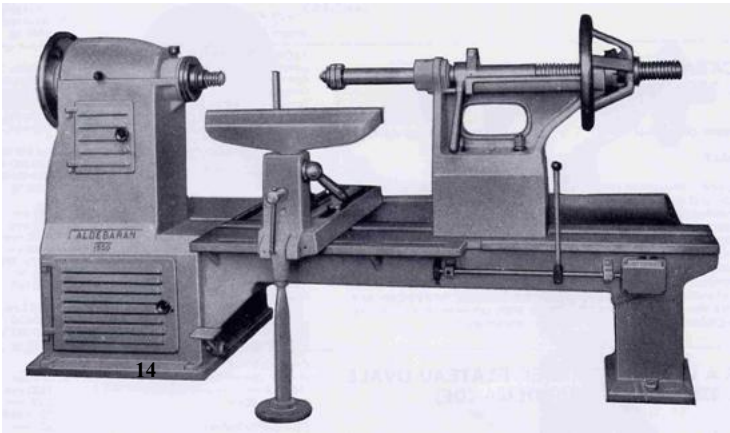
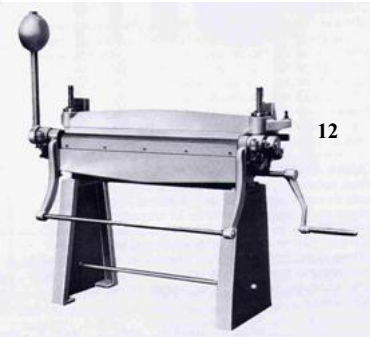
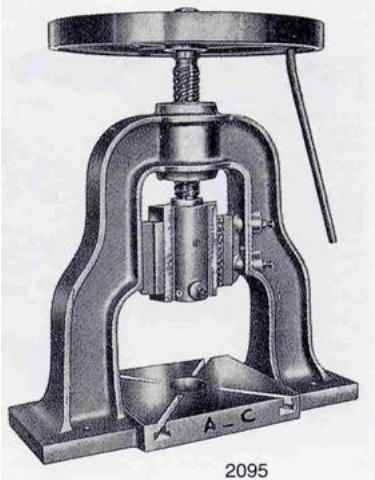
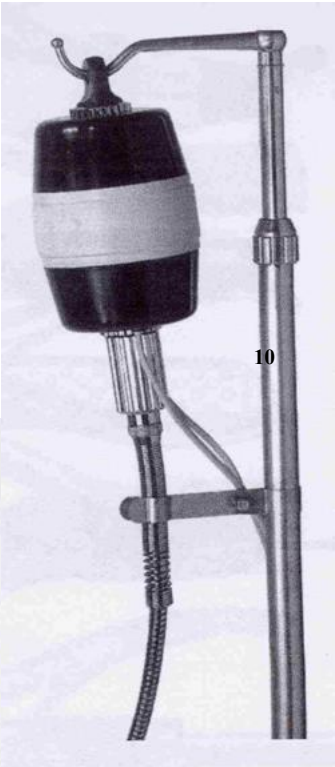
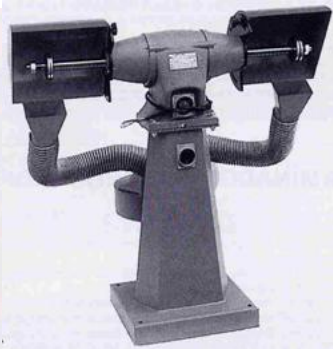
L'allongement est proportionnel au rapport des surfaces des sections.

Exemple :

Un fil carré de 4 mm² de section et de 10 cm de longueur mesurera 40 cm un fois tréfilé à 1 mm² de section.

L'OUTILLAGE COLLECTIF





11

15



1. **Cisailles circulaires** pour la coupe de bandes de plané très peu épaisses.
2. **Banc à tréfiler**
3. **Enclume.**
 - Trou de poinçonnage
 - Trou à tasseaux
 - Planche
 - Table
 - Bigorne
 - Gorge
 - Billot en orme
4. **Tourets à polir** avec table d'aspiration
5. **Balances.**
 - Trébuchet
 - Balances électroniques (différentes portées)
 - De précision
6. **Laminoir à main**
7. **Laminoir** combiné à deux cages pour plaques et fils.
8. **Outils à repousser** (orfèvrerie)
9. **Tourets à polir** (orfèvrerie)
10. **Perceuse d'établi** (flexible) pour perçage et fraisage à l'établi. Potence réglable
11. **Balancier à vis**
12. **Plieuse**
13. **Perceuse à colonne**
14. **Tour à repousser**
15. **Cisaille à main**

Abrasif
Acide chromique
Adamantin
Adoucir
Affinage
Affiner
Aiguillée
Aimant
Alésage
Alésoir
Alliage
Alluvial
Alluvionnaire
Alun
Amalgame
Américaine
Amorphe
Amulette
Anneau à ressort
Anodisation
Aviver
Baguette
Baguier
Balance
Banc à étirer
Baroque
Basculet
Base
Batée
Bélière
Bigorne
Bocfil
Boîte à limailles
Boîtier
Borax
Bore
Bouclette
Bouler
Boulet de ciment
Bouterolle
Brasure
Brillant
Briolette
Briques réfractaires
Brisure
Broche
Bronze
Broutille
Broyage
Brucelles
Brunir
Brunissoir
Brut
Buste
Cabron
Cachet
Calibrés
Cambre
Cambroir
Camé
Cannetille
Caoutchouc
Carat
Cathode
Ceinture
Chalumeau
Chanfrein
Charbon
Charneron
Charnière
Charnon
Chaton
Chaton effet
Chaton Cartier
Chaton droit
Chaton illusion
Chaton mécanique
Chaton miroir
Chevalière
Chlorhydrique
Chlorures
Ciment
Cire perdue
Cisaille
Ciseleur
Claies
Clayettes
Cliquet
Clivage

POULARD

Cloisonné
Colette
Compas
Compas au 1 / 10^{ème}
Concassage
Conductibilité
Contrôleur
Coulée
Coulisse
Coupellation
Coupelle
Cône d'injection
Crabe
Crampons
Crapauds
Creusets
Creux
Créole
Crique
Cuivre
Cuvette
Cyanhydrique
Dard
Densité
Dé
Dé à cambrer
Dé à emboutir
Décanté
Eméri
Epingle
Equarrissoir
Equerre
Etain
Etau
Etabli
Etirer
Facette
Fausse equerre
Fermoir
Feston
Feuille de sauge
Feuillets
Figaro
Fil à polir
Fil couteau
Fil d'attache
Filet
Filière
Filigrane
Finition
Fion
Fissure
Flamme verte
FlancFlasque
Flottage
Flottation
Fluorhydrique
Força
Foret
Forgeage
Forgé
Fourré
Fraise
Fraser
Fusible
Gabarit
Galerie
Galvanique
Galvanoplastie
Gangue
Garantie
Gaz flux
Gemme
Gisement
Givre
Glace
Glyptique
Godrons
Gomme laque
Goupille
Gourmette
Grain
Gramme
Gratte-bosses
Grattoir
Gravure
Grenaille
Grenouille
Grès
Griffe
Grille

Guilloché
Hélicoïdale
Hirondelle
Horloger
Hotte
Huit
Imbriquement
Immersion
Inclusion
Injecteur
Inquartation
Insculper
Invisible
Irisation
Iridium
Jade
Jardin
Jaseron
Jauge de profondeur
Jet
Jonquille
Joyaux
Laiton
Laminoir
Lapidaire
Lapis
Lentille
Leveridge
Lévigation
Limaillon
Lime
Lime coulisse
Lime charnière
Lingot
Lingotière
Liquéfaction
Livre de police
Loupe
Luminescence
Lune
Lunette
Macle
Maille
Maillechort
Maillet
Maître
Mandrin
Manodétendeur
Marier
Marine
Marque
Marquise
Marteleur
Masse
Matrice à chaton
Mellé
Mercure
Meulette
MHOS
Micromètre
Milanais
Mille grain
Millième
Mineral
Minerve
Minéral
Mise à grandeur
Mise à jour
Mise en couleur
Mise en pierre
Mordache
Mordre
Morte
Mortier
Moteur suspendu
Mouche
Moustaches
Nacre
Natif
Navette
Nickel
Nid d'abeilles
Nitrate
Nitrique
Obsidienne
Ocre
Oignon
Opale
Opalisation
Orfèvre
Orient

Orpailleur
Osmium
Oxydation
Oxyde
Oxydrique
Paille
Pailletage
Paillon
Palladium
Palavitte
Palmer
Palmette
Palmier
Pavage
Pavillon
Patine
Peau
Pendentif
Perle
Perle japonaise
Perloir
Perruque
Pépite
Péridot
Picot
Pied à coulisse
Pierre de touche
Pièce à main
Pince
Pipe
Piqué
Plan de clivage
Plané
Plaque
Plastiline
Platine
Plâtre
Pli
Plomb
Poinçon de maître
Point
Pointe à tracer
Pointeau
Poire
Polissage
Polonais
Pompe
Ponce
Pont
Porte équarisseur
Portée
Potence
Poussoir
Précipité
Protège pointe
Quartz
Queue de billard
Queue de cochon
Queue d'arronde
Ramolayer
Rapporteur d'angle
Raquette
Recuit
Remarque
Repercer
Repoussage
Revenu
Réduire
Réfractaire
Rhodiage
Rhodium
Rifloir
Rivet
Roche
Rognure
Rondiste
Rongé
Rose
Roule goupille
Rubis
Tuthénium
Sableuse
Saphir
Salpêtre
Scie
Sciure de maïs
Sel
Serti clos
Serti filet
Serti clou
Serti grain

Serti invisible
Serti pont
Serti rail
Sertissage
Sertisseur
Silice
Sluice
Soies
Solitaire
Soudage
Soudolhite
Soudure
Soufre
Spartacus
Spatule
Spectral
Spinel
Strass
Stub
Sulfures
Synthèse
Système
Table
Tache de feu
Taille baguette
Taille brillant
Taille briolette
Taille cabochon
Taille carré
Taille Ceylan
Taille d'Allemagne
Taille écusson
Taille émeraude
Taille marquiseTaille navette
Taille ovale
Taille pampille
Taille pandeloque
Taille poire
Taille rose
Taille trapèze
Taille triangle
Tamis
Tampon
Taraud
Tas
Technologie
Terre à four
Ténacité
Tête de chien
Tête de Minerve
Tirette
Titane
Titre
Tonneau à polir
Topaze
Toucheau
Tour
Tourmaline
Tournesol
Tournette
Trait
Tresse
Tréfilage
Tréfileuse
Triboulet aiguille
Triboulet à forger
Triboulet à gorge
Triboulet métrique
Tricoises
Triplet
Trusquin
Tube
Turquoise
Ultra-son
Vannerie
Vermeil
Verneuil
Vikers
Vulcaniseur
Yag
Zinc
Zircon

LEXIQUE DES OUTILS

Adoucir. - Action de rendre l'or plus apte à être mis en oeuvre en l'épurant des matières étrangères qui le rendent aigre et cassant.

2) Action d'enlever les marques laissées par la poudre sur le diamant.

3) Action de supprimer les marques laissées par les outils à dents, opération préparant au polissage.

Aloi. Alliage des métaux précieux conformes à la loi. Alliage de métaux précieux ordonné par des dispositions légales. On dit bon aloi, mauvais aloi.

Applique. Décor rapporté sur un bijou ou un objet.

Aimant. - De formes et volumes différents, il sert à éliminer les déchets ferreux magnétiques des limailles et rognures de métaux précieux anti-magnétiques.

Amiante. - Plaque qui sert à isoler l'établi pour souder les métaux.

Archet. - Bague flexible tendue par une corde ou un ressort qui s'enroule autour d'une poulie sur laquelle est axée une mèche. Son axe étant calé, on en joue, dans un mouvement de va-et-vient, comme d'un violon. Le foret, comme celui du drille, doit être affûté pour percer efficacement dans les deux sens de rotation du disque. Le plus souvent, il sert à percer horizontalement, alors que le drille s'utilise verticalement. Est encore utilisé en Inde pour percer les pierres fines.

Argue. - Anciennement, Argue Royale et argue nationale. Lieu où les tireurs d'or tréfilaient leurs lingots. Par extension, étau coinçant les filières lors de l'étrépage du fil. Support de filières.

Avivoir. - Lame emmanchée au bout arrondi dont les doreurs et bijoutiers se servent pour aviver.

Baguier. - Jeux d'anneaux gradués de différentes dimensions permettant de mesurer la grosseur d'un doigt pour y adapter un corps de bague. En France, cette numération s'exprime de 40 à 80 mm, et en mesures anglo-saxonnes, en fractions de pouces, de 2 à 15. Il existe des jeux d'anneaux larges pour bagues de type chevalière et de jeux d'anneaux étroits pour bagues de type alliance. Des triboulets gradués (voir Triboulet) concordent avec ces jeux d'anneaux.

Balance. - A grammes ou à carats, de formes et dimensions très variées, depuis les balances manuelles tenues d'une main jusqu'aux balances électriques à index lumineux. Sont vérifiées régulièrement par les Poids et Mesures,

Banc à dégrossir. - Banc sur lequel le dégrossisseur donne le troisième tirage à l'or par le moyen d'une bobine sur laquelle il le dévide en le faisant passer à travers une filière.

Banc à étréper. - Machine servant à tirer les gros fils ou les charnières (fils creux) de forte taille qui ne peuvent se tirer à l'étau. Entre deux bates de bois ou de fer, une chaîne galle sans fin est manœuvrée par le pignon d'une manivelle. Le fil à étréper est cramponné dans une pince à étréper qui, par un mors, peut s'accrocher à cette chaîne ou s'en décrocher. Divers dispositifs permettent aux mâchoires de pincer de plus en plus le fil en fonction de l'étrépage : crapeau, pince articulée.

Basanite. Pierre de touche utilisée pour tester les métaux précieux.

Basse-taille. Par extension, au XIV^{ème} siècle, émaux transparents recouvrant une gravure en basse-taille: relief descendu dans un fond par des échoppes ou des burins.

Bâte. Bande ou fil de métal qui orne le champ d'un bijou. Elle est indispensable pour éloigner de la peau les culasses des pierres dans un bijou serti.

Bigorne. - Petite enclume d'établi à deux cornes de formes différentes : l'une est plate et pointue, l'autre ronde et pointue. Sert à river, former, forger de petites pièces.

Bille. - Outil pouvant servir de filière. Dans un cadre en queue d'aronde, glissent deux coussinets serrés l'un contre l'autre par une vis. Les bords de ces coussinets sont encochés en forme de filière. Le fil est étiré dans ces encoches.

Billot. - En joaillerie, tronc d'arbre support d'enclume posé une paillasse, sur lequel on forge.

Bocfil. - Outil en forme d'archet, appelé aussi porte-scie, servant à maintenir une lame de scie tendue. Il se compose d'un manche qui entoure une tige au bout de laquelle est fixée une double mâchoire formant pince, serrée par une vis à papillon. Entre le manche et cette pince, est rapportée une autre tige transversale ayant, à son embout, un charmon carré avec vis à ailettes où vient coulisser un montant en équerre avec son retrait. Sur ce retrait, se trouve une pince semblable à celle qui est en bout de manche. Le montant coulissant permet de régler l'ouverture entre les deux pinces selon la longueur de la lame de scie.

Boîte à limailles. - Boîte en zinc utilisée pour recueillir les limailles.

Bouge de ciseleur. - Ciselet de forme amincie et effilée utilisé par les ciseleurs.

Boule. - Outil de graveur en pierres fines. Tête de bouterolle qui use la pierre au moyen de poudre de diamant. S'appelle scie lorsqu'elle est plate.

Boule à serti. - Boule de cuivre tournant dans un cercle de même matière. Deux parties concaves, roulant l'une sur l'autre ainsi qu'un compas de marine, permettent d'orienter dans tous les sens la pièce qui-y est fixée par un ciment.

Boulet. - Calotte pivotante ou demi-sphère orientable sur laquelle graveurs et ciseleurs fixent, avec du ciment, les pièces à graver de même que les sertisseurs les fixent sur une poignée cimentée. Il repose sur un anneau de cuir que l'on appelle palonnier.

Bouterolle. - 1) Tige de fer ou de bois servant à emboutir des feuilles de métal disposées sur un appui de plomb. De diverses dimensions et se terminant par une boule, elle est frappée par un marteau. 2) Tige fine, sensiblement de même forme que la bouterolle de bijoutier, montée sur un touret et enduite de poudre de diamant qui sert à graver les pierres fines.

Brosse à peau. - Brosse de soie servant à récupérer les limailles sur l'établi et sur sa peau.

Brucelles. - Petites pincettes dont les branches font ressort pour tenir des pièces délicates. Composées de deux lames d'acier élastiques rivées sur un morceau de cuivre par plusieurs chevilles qui traversent les deux pièces. Sont aussi appelées presselles ou précelles.

Brunissoir. - Instrument d'acier très poli, pierre sanguine ou bien plus fine encore, montée sur un manche. En l'appuyant également sur tous les endroits d'une pièce, on lui donne un très beau poli.

Burin. - Outil de coupe, généralement poussé au marteau ou au maillet, rarement à la main. Ciseau d'acier qui blesse le métal, enlevant des copeaux.

Cabron. - Bout de bois de formes diverses parachevant l'action des limes et utilisé pour polir des pièces. Recouverts d'émeri ou de drap enduit de produit à polir, il en est des plats, ronds, demi-jones ou triangulaires.

Calibre. - Traçoir. Plané de métal découpé et repéré qui permet de répéter un dessin. A l'usage des lapidaires : plané percé de deux trous profil et face d'une pierre à tailler.

Cambroir. - Dé à cambrer pour emboutir et cambrer le métal.

Cannetille. Enroulement d'un fil de métal autour d'un mandrin.

Champlever. Action de creuser le métal. On peut, dans ces creux, loger des pierres ou éventuellement de l'émail.

Chalumeau. - Longue pipe de métal servant à orienter et à darder la flamme. Le soufflet à pied et l'air comprimé ont remplacé le chalumeau à bouche qui faisait ressembler le bijoutier à un souffleur de verre.

Charbon. - Matériau de combustion utilisé dans les fours à coke, lesquels sont de plus en plus rares.

Charneron. - Fraction de charnière

Charnière. - Tube plus ou moins long dont plusieurs fractions, répartie sur chaque bord de deux pièces jointives et maintenues par un axe central, la goupille, assurent la mobilité.

Cheville. - Pièce de bois amovible de la largeur d'une main taillée en sifflet et fixée au centre de la place de l'ouvrier sur l'établi. Il y appuie sa pièce pour limer et scier.

Chignole. - Perceuse à main ou électrique. Ciment. - Voir boulet et poignée cimentée.

Cisaille. - Ciseaux renforcés à l'usage des bijoutiers.

Cisaille à excentrique. - Couperet à glissement latéral et ~écartement variable qui, grâce à un grand bras de levier, peut tailler des plaques plus ou moins épaisses.

Ciseau. - Voir burin.

Ciselet. - Tige d'acier servant à tracer, former, modeler le métal. Chaque ciseleur a plus d'une centaine de ciselets de formes très diversifiées à sa disposition.

Cisoire. - Ciseau formé de forme . spéciale pour couper planés et paillons de soudure.

Cône à emboutir. - Mandrin conique de différentes inclinaisons à l' aide desquels sont emboutis sertissures et chatons.

Coupelles. - Creuset en os ou en céramique utilisé pour le titrage des métaux précieux.

Crapeau. - Soufflet à pied.

Creuset. - Vase en terre réfractaire, graphite ou plombagine, ~ans lequel on fond le métal précieux.

Dé à emboutir. - Tube d'environ 10 mm de côté aux alvéoles an creux sphériques de dimensions diverses qui permet, à l'aide de bouterolles, d'emboutir le métal en feuilles.

Débitant. - Laminoir à fil.

Déroché. - Bain chaud d'eau et d'acide sulfurique (9 ou 15 parties d'eau pour 1 partie d'acide sulfurique) dans lequel sont ~longés les métaux précieux après leur passage à la forge.

Drille. - Ensemble composé d'une tige d'acier travaillant verticalement, d'un porte-foret situé en bas de la tige, d'un volant placé un peu plus haut et, légèrement au-dessus, d'un bras horizontal. Celui-ci, tourné et percé, coulisse le long de la tige d'acier. Ses deux extrémités sont reliées par une corde en boyau ou peau d' anguille qui traverse la tige percée à son sommet. Lorsque le volant est lancé, le bras monte et descend, la corde s'enroulant et se déroulant autour de l'axe d'acier. L' ensemble est maintenu souplesment par la main dont les doigts s'agitent comme en un mouvement d'adieu. De même que sur l'archet, la taille des angles d'attaque du foret sont à double effet.

Échoppe. - Outil de coupe poussé à la main. De formes et de ,dimensions diverses, ils sont droits, plats, carrés, losanges, ovales, demi-ronds, poires, courbes ou bien rayés et emmanchés dans des manches-poire, oignon, boule ou lentille. .

Emmaillement. Éléments métalliques disposés de telle façon qu'ils permettent d'assurer l'articulation des motifs d'un bijou.

Enchatonner. Fixer des chatons sur une pièce.

Enchrâner. Pratiquer une entaille pour encastrer.

Endouilloir. - Bouterolle dont l'extrémité se termine en demi-sphère creuse.

Equarrissoir. - Pointe d'acier effilée de coupe carrée dont on se sert pour équarrir et agrandir les trous.

Estampe. - Voir estamper.

Étau. - Grandes mâchoires mobiles, parfois orientables qui serrés par un pas de vis, immobilisent la pièce à scier ou à limer.

Étau à coin. - Deux demi-manches de bois axés, pouvant se serrer par un coin pour tenir bagues ou petites pièces à sertir.

Étau d'établi. - Petit étau fixé sur l'établi.

Étau parallèle. - Étau dont les deux mâchoires se déplacent latéralement et serrent la pièce également de partout.

Fil à lier ou à attacher. - Fil de fer de différentes dimensions présenté en bobines, servant à attacher des motifs entre eux.

Filière à étirer. - Plaque de fer ou d' acier percée de trous coniques au diamètre décroissant, dans lesquels passent les fils d'or, d'argent ou de cuivre en vue d'être affinés. Le trou se nomme pertuis, l'entrée de l'embouchure et la sortie, oeil. Il en existe de toutes formes.

Filière à tarauder. - Plaque d'acier percée de trous filetés servant à tarauder des fils de métaux précieux pour en faire des vis. Les tarauds qui l'accompagnent serviront à percer les trous ou boulons qui seront les logements de ces vis.

Filigrane. Décor à jour ou appliqué. Fils métalliques d'or ou d'argent lissés, torsadés, texturés et fixés soit entre eux soit sur une plaque par fusion ou soudure

Filtre. - Appareil adapté, sur les lavabos, à l'évacuation des eaux pour recueillir les poussières de métaux précieux lors du lavage des mains et des objets une fois qu'ils sont terminés.

Fion de sertisseur. - Outil formé de tiges d'acier assemblées et de grosseurs différentes pour confectionner les perloirs.

Foret. - En bijouterie, aiguille d'acier dont l'extrémité anglée et affûtée perce des trous. Sa coupe diffère selon son emploi. Le sens de rotation du foret, toujours identique pour la perceuse, alterne pour le drille ou l'archet. Celui du sertisseur revêt des formes très diverses : en langue d'aspic, à demi-perles ou à brillants.

Fraise. - Tige d'acier aux embouts rainurés, taillés ou grainés qui, emmanchée sur un mandrin, attaque le métal en tournant.

Gouge. - Burin ou ciseau creusé en demi-cercle.

Glacis. Pellicule de couleur transparente posée sur un fond d'autres couleurs pour les harmoniser ou les rendre plus éclatantes. Forme d'émail qui rend transparente, par recuisson, une surface mate.

Goupille. - Fil de métal épouinté servant à retenir et assembler les charnières, mailles ou motifs percés.

Gratte brosse. - Pinceau de fils de verre très serrés pour poncer le métal.

Grattoir. - Outil tranchant dont l'extrémité affûtée sert à gratter, nettoyer ou unifier le métal.

Guillochage. Gravure en creux d'un réseau de traits linéaires ou entrecroisés sur un métal par des machines à guilocher.

Granulation. Technique de décor constitué de minuscules grains d'or appliqués sur le métal

Laminoir. - Outil composé de deux cylindres d'acier rectifiés et polis, tournant l'un au-dessus de l'autre en sens inverse et fixés dans un bâti. L'intervalle qui les sépare se règle, permettant de réduire l'épaisseur d'un plané ou d'une feuille. Il peut être commandé par manivelle ou par moteur électrique.

Lime. - Outil d'acier aux aspérités plus ou moins relevées et régulièrement entaillées qui mord, entame, arrache ou use le métal. Elles peuvent se répartir : d'après la profondeur de leur taille, en grosse bâtarde, demi-douce et douce ; d'après leur forme plate, pointue, carrée ou carrelet, triangulaire ou tiers-point, ronde conique ou queue-de-rat et feuille de sauge.

Lingotière. - Moule en fonte réglable dans lequel on coule les lingots.

Loupe. - Lentille grossissante biconvexe. La " loupe à l'oeil " de l'horloger s'adapte à l'oeil mieux qu'un monocle. Les binoculaires sont ceints sur le front et tout diamantaire a en poche une loupe x 3 ou x 10.

D'autres significations de ce mot signalent un défaut :

- loupe : pierre précieuse que la nature n'a pas achevée :
- loupe de perle : défaut dans les nacres :
- loupe de saphir, de rubis : défaut dans les corindons.

Maillet en bois. - Marteau à tête de bois : mail, mailleau ou cureau, maillet ou mailloche.

Mâle. - Pièce d'acier qui s'ajuste dans une matrice et donne sa forme au métal que l'on y introduit.

Mandrin. - Forme au tige d'acier autour de laquelle on enroule en l'ajustant fil ou plané. De formes variées, ils permettent au chaînier de faire divers modèles d'anneaux avec du fil.

Marteau. - Outil à usages multiples pouvant revêtir plusieurs formes. Se compose d'une table, une panne et un oeil dans lequel entre, en forçant, le manche assujéti par un coin. Il existe des marteaux à sertir, polir, planer et rétreindre.

Masse. - Petite tige d'acier carrée et emmanchée dont le bout plat et creusé permet de ramener le métal sur la pierre en la sertissant.

Matoir. - Ciselet gravé de petits points, qui sert à rendre bruts des fonds de décor

Matrice. - Moule d'acier dans lequel s'est imprimé le décor du poinçon. Bloc de métal gravé en creux permettant, par un procédé de frappe, par l'effet d'un poinçon-contrepartie ou d'injection, la reproduction en série d'un objet.

Mèche. - Tige ou fil d'acier taillé pour percer.

Meule. - Disque de fer, d'acier ou de pierre destiné à aiguiser les corps durs.

Molette. - Roulette gravée pivotant autour d'un axe. Montée sur débitant, elle imprime des décors profonds sur des fils. Pour graver au trait elle roule au bout d'un manche.

Mortier. - Récipient en matière dure dans lequel sont broyées les limailles.

Moufle. - Vase de terre faisant office de four.

Moustache. - Pince, plus ou moins grande, formée d'un même fil tourné, à son pied, en une spire de ressort. Après avoir formé la spire, les deux extrémités du fil s'écartent en s'évasant vers le sommet pour se replier horizontalement et se croiser vers le centre. Elles se redressent ensuite en manière de crocs dans l'axe de l'outil pour retenir une pièce en la pinçant. Au repos, la moustache pince la pièce. Une simple pression sur les deux bras libère celle-ci.

Ognette. - Ciseau de sculpteur.

Onglet. - Sorte de poinçon taillé en onglet qui diffère du burin, taillé en losange. Terme d'orfèvre et aussi de graveur

Onglette à joue. - Outil utilisé par le graveur sur métal précieux pour faire de la taille-douce, en général. Se présente comme une lame d'épaisseur variable ayant deux faces arrondies.

Paillon. - Petit brin ou morceau de soudure découpé à la cisaille.

Palmer. - Secteur à deux extrémités, l'une fixe, l'autre mobile, entre lesquelles est placé l'objet dont on doit mesurer avec précision l'épaisseur. La partie mobile est une vis graduée incrustée au centième.

Papier émeri. - Abrasif.

Peau d'établi. - Pièce de cuir fixée à la place de l'ouvrier sous l'établi et reposant sur ses genoux pour recueillir pierres ou limailles et poussières de métal précieux.

Perceuse. - Moteur électrique suspendu actionnant, par flexible, un mandrin porte-foret, porte-mèche ou porte-fraise, monté sur une pièce à main. Elle peut être commandée, par rhéostat, à la main, au pied ou au genou.

Perloir. - Tige d'acier cylindrique à l'extrémité creusée en demi-sphère et régularisée par un fion pour perler, en demi-perles, des filets recoupés ou pour bouler des griffes.

Perruque en fil de fer. - Galette en fils de fer entrecroisés sur laquelle sont soudés les métaux.

Petit tas. - Morceau de fer plat et poli, ovale, carré ou rectangulaire, sur lequel on peut planer et river.

Pied à coulisse. - Réglet gradué avec un coulisseau permettant de mesurer les épaisseurs.

Pied de biche. - Échoppe à section ovale.

Pierre à dresser. - Abrasif de grains agglomérés qui par usure, sert à rendre planes les plaques de métal.

Pierre à huile. - Pierre du Levant ou d'Arkansas sur laquelle on affûte échoppes, forets, burins, ciseaux et grattoirs.

Pierre de touche. - Morceau de jaspé noir très plat, dur et rugueux, sur lequel on frotte une partie d'un objet pour en vérifier le titrage.

Pince. - Outil de fer composé de deux branches enchâssées en croissant, aux deux-tiers environ l'une dans l'autre et rivées pour permettre un mouvement d'ouverture et de fermeture. Leur extrémité ventrue facilite la préhension. Il en existe pour tous usages, leurs formes sont diverses et variées : bec plat, demi-rond, rond, long bec, camuse, parallèle, coupante de diverses inclinaisons, à coulant, à étirer.

Pinceau à borax. - Pinceau pour enduire les pièces de borax.

Pincette. - Petite pince.

Pistolet. - Chalumeau avec veilleuse où se conjuguent les conduits de gaz et d'air (soufflé ou comprimé) ou d'oxygène.

Planche. - Établi de plusieurs places groupant une équipe d'ouvriers.

Planoir. Marteau à large panne tombant à plomb sur une table bien plate.

Plâtre à modeler. - Sert à fixer des motifs entre eux afin de les souder.

Poignée cimentée. - Manche en bois dont l'un des bouts est garni de ciment sur lequel on fixe la pièce à sertir.

Poinçon. - Le mâle de la matrice : il enfonce son décor dans le bloc d'acier qu'est la matrice.

Poinçon-matrice. - Original d'une médaille, d'une monnaie, qui sert à fabriquer le moule.

Pointe à feu. - Pointe de fer ou d'acier droite ou anglée servant à déplacer sous la flamme, pièces, paillons ou petits éléments de métal.

Pointe à tracer. - Instrument à pointe fine et dure utilisé entaille-douce pour graver.

Pointeau. - A main ou à frappe automatique, il sert à pointer des trous avant de les percer.

Porte-équarrieroir. - Support avec mandrin en nez vissé serrant l'équarrieroir

Porte-scie. - Voir Bocfil.

Presselles. -. Voir Brucelles.

Queue de rat. - Lime ronde et terminée en pointe.

Ramolayé. Mise en relief d'une gravure obtenue à l'aide d'un burin.

Réglé. - Règle graduée très droite pour tirer des traits.

Repoussoir. - «Espèce de ciselet servant à repousser par-dessous les reliefs qu'on avait enfoncés en les ciselant par-dessus.» Diderot.

Rifloir. - Lime douce, détrempée, courbée à son extrémité et retrempée, servant à adoucir des défauts en des coins difficilement accessibles.

Roule goupille. - Voir Porte-équarrieroir.

Roulette à perler. - Petite molette sur le champ de laquelle on grave en creux des demi-sphères, à la manière d'un perloir, et qui, roulant sur un filet de serti, donne le serti perlé.

Sableuse. - Machine à projeter sable fin, billes de verre ou de plastique pour décaper, dépolir ou graver des métaux précieux.

Scie à repérer. - Ensemble composé du blocfil et de sa lame, fil d'acier denté, en général de section rectangulaire.

Taraud. - Tige d'acier filetée au bout pointu et évidé sur les flancs pour laisser passer les copeaux, servant à fileter les logements de vis ou d'écrous.

Tas. - Petite enclume à huit pans en carré dont la queue entre dans le billot pour planer ou travailler de petits ouvrages.

Tenaille. - Outil qui accroche, tient, pince et coupe. Il en existe de toutes formes et grosseurs.

Tiers-point. - Lime poinçon à section triangulaire.

Touchau. - Morceau de métal servant à vérifier le titrage des métaux. -

Touret. - Tour à polir.

Tournette. - Outil composé d'un mandrin axé sur un cadre, pour tourner des cannetilles ou fileter des longueurs de fil, par le jeu d'une manivelle et d'engrenages très démultipliés.

Traçoir. - Voir pointe à tracer.

Trépan. - Voir drille.

Triboulet. - Cône ou tronc de cône en corne, bois, fer ou acier pour former ou forger bagues, bracelets, anneaux ronds, carrés, ovales. De même que les mandrins qui ont donné les mailles.

Triquoise. - Pince coupante. Elle coupe sur le côté comme une pince, ou sur le dessus comme une tenaille.

Trusquin. - Pied à coulisse. Le prolongement du coulissant terminé en pointe permet de tracer à dimension des lignes parallèles au bord.

Tuile. - Sorte de lingotière.

Ecole TANE
Re

LEXIQUE DES TECHNIQUES

Abrasif. - Matériaux utilisés pour user et polir le métal, les pierres précieuses et diverses.

Adoucir. - 1. Action de rendre l'or plus facile à être mis en oeuvre en l'épurant des matières étrangères qui le rendent aigre et cassant. 2. Action d'enlever les marques laissées par la poudre sur le diamant. 3. Action de supprimer les marques laissées par les outils à dents, opération préparant au polissage. (Diderot).

Alliage. - Mélange de deux ou plusieurs métaux soit existant à l'état natif soit obtenus par fusion. Procédé permettant de modifier les propriétés d'un métal par adjonction d'un ou de plusieurs autres.

Aloi. - Alliage des métaux précieux conformes à la loi. Alliage de métaux précieux ordonné par des dispositions légales. On dit bon aloi, mauvais aloi.

Applique. - Décor rapporté sur un bijou ou un objet.

Aviver. - "Donner du vif ou le dernier poli à un ouvrage."

Babul work. - Pièces sphériques convexes et circulaires dont la surface est couverte de grains d'or minuscules : ce travail est exécuté en Inde.

Basanite. - Pierre de touche utilisée pour tester les métaux précieux.

Basse-taille. - Par extension, au XVI^e siècle, émaux transparent recouvrant une gravure en basse-taille : relief descendu dans un fond par des échoppes ou des burins.

Bate. - Bande ou fil de métal qui orne le champ d'un bijou. Elle est indispensable pour éloigner de la peau les culasses des pierres dans un bijou serti.

Battre l'or. - Marteler le métal afin de le transformer en feuilles extrêmement fines. Travail du batteur d'or.

Borax. - Borate de soude servant à braser, souder les métaux. On le trouve aux Indes et en Perse. "Ce sel facilite la réunion des particules métalliques, les fait tomber au fond du creuset et vitrifie les scories et les saletés qui s'y trouvent." Diderot.

Brasage. - En bijouterie, soudure par fusion d'un métal de même titre.

Brunir. - Polir et lisser le métal avec un brunissoir. L'or est bruni avec des pierres sanguines. Le résultat est obtenu par une forte compression des parties que l'on veut brillantes.

Cannetille. - Enroulement d'un fil de métal autour d'un mandrin.

Chaînon. - Anneau composant une chaîne.

Champlever. - Action de creuser le métal. On peut, dans ces creux, loger des pierres ou éventuellement de l'émail.

Chaton. - Support d'une pierre à plusieurs griffes destinées à la sertir.

Ciselure. - Travail exécuté à l'aide de marteaux et ciselets sur l'endroit de la pièce. Cette technique complète celle du repoussé.

Cloison. – Traverses découpées, rapportées ou champlevées qui délimitent un espace.

Cloisonné. - Décor fait de minces bandes de métal soudées sur des plaques métalliques formant des cavités en vue du logement de l'émail ou, éventuellement, de pierres.

Décrasser. - " 1. Action d'épurer les matières lorsqu'elles sont en fusion. 2. Action de nettoyer, décrasser les ouvrages destinés à être soudés. " Diderot. (Voir Adoucir).

Dégrossier-dégrossir. - " Travail de préparation du métal or ou argent, écraser, battre le métal pour l'aplanir et obtenir un lingot, des feuilles, des planes. Faire passer les lingots par les divers trous d'une filière pour les réduire à la grosseur d'un ferret de lacet, d'un fil. " Diderot.

Dorer. - Action d'appliquer de l'or sur les métaux.

Dorure. - L'art d'utiliser l'or en feuilles (dorure à la feuille) ou l'or en poudre et de l'appliquer sur les métaux.

Écrouir. - Rendre le métal plus dense et plus dur par martelage, étirage, laminage.

Électrolyse. - Technique permettant de déposer, par le courant électrique, une couche de métal précieux sur un objet.

Émail. - Matière siliceuse, diversement colorée par des oxydes métalliques qui, ainsi vitrifiée, est rendue inaltérable.

Emboutir. - Creuser, défoncer une plaque de métal pour la courber, l'arrondir, lui donner une forme bombée.

Emmaitement. - Éléments métalliques disposés de telle façon qu'ils permettent d'assurer l'articulation des motifs d'un bijou.

Enchatonner. - Fixer des chatons sur une pièce.

Encraner. - Pratiquer une entaille pour encastrer.

Essai. - Opération de contrôle en vue de déterminer la pureté d'un métal précieux et son titre.

Estamper. - Action de repousser, dans une empreinte ou une matrice gravée ou décorée en creux, par frappe ou par pression d'une contrepartie, un métal plus mou sur son envers pour obtenir, à l'endroit, un motif en relief.

Etirage. - « Action de réduire un lingot en fil extrêmement délié en le faisant passer différentes fois dans des filières toujours moins grandes. » Diderot.

Feuilletis. - Terme de lapidaire. Pourtour de la pierre ou fermeture de jonction de la table et de la culasse.

Filigrane. - Décor à jour ou appliqué. Fils métalliques d'or ou d'argent lisses, torsades, textures et fixés soit entre eux soit sur une plaque par fusion ou soudure.

Fondant. - Terme d'émaillage. Matière fusible que l'on ajoute au métal pour faciliter la soudure. Les principaux fondants sont le borax, le salpêtre et les sels alcali et neutres.

Fondre. - Changer, par l'intervention du feu, un corps solide en une substance liquide.

Fusibilité. - Propriété que certains métaux, minéraux et alliages ont de se liquéfier sous l'action de la chaleur.

Fusion. - Passage d'un corps solide à un corps liquide par l'effet de la chaleur.

Galvanoplastie. - Procédé qui permet à des sels métalliques libérés par électrolyse de se déposer pour recouvrir d'autres surfaces.

Glacis. - Pellicule de couleur transparente posée sur un fond d'autres couleurs pour les harmoniser ou les rendre plus éclatantes. Forme d'émail qui rend transparente, par recuisson, une surface mate.

Grain. - Dans le commerce des perles, unité de poids : 1/4 du carat et 1/20 du gramme. Dans le serti, copeau de métal levé à l'aide de l'échoppe et rabattu en grain sur la pierre pour l'assujettir.

Granulation. - Technique de décor constitué de minuscules grain d'or appliqués sur le métal.

Gravure. - Dessin au trait sur une plaque de métal pratiqué au burin ou à l'échoppe.

Guillochage. - Gravure en creux d'un réseau de traits linéaires ou entrecroisés sur un métal par des machines à guillocher.

Incrusté. - Technique de décoration qui consiste à ajuster et à fixer des morceaux de métal, des pierres dures ou de la pâte de verre dans des alvéoles de même forme que ceux-ci.

Intaille. - Gravure en creux de la surface d'une pierre. L'intaille est une méthode utilisée pour la taille des sceaux.

Laminage. - Réduction d'un bloc métallique en feuilles en le faisant passer dans un laminoir qui lui fait subir une forte pression.

Laque. - Résine, asiatique à l'origine, de couleurs variées, le plus souvent noir, rouge sang ou écaille, appliquée par superposition de couches successives. Elle fut utilisée en France, des 1925, sur métaux précieux.

Limage. - Travail pratique avec la lime.

Liquidation. - Action de séparer par fusion deux ou plusieurs métaux de fusibilité différente.

Mise à jour. - Envers d'un pave. La mise à jour permet de dégager le métal sous les pierres dures, fines, précieuses, transparentes.

Mise en pierre. - Action d'ajuster les pierres précieuses avant de les serti.

Nielle. - Combinaison de cuivre, d'argent, de plomb et de soufre qui, chauffée, donne une matière de couleur acier que l'on coule dans les creux de la gravure d'une plaque de métal.

Nieller. - Couler la nielle dans un champlévé ou une gravure.

Opus interrasile. - Ciselage du métal à l'aide d'un burin, qui forme à lui seul le décor ajouré d'une pièce. Mais, plus souvent, ce décor sert à mettre en valeur des pierres.

Oxydation. - Combinaison d'agents extérieurs : oxygène, azote, hydrogène, etc. avec les métaux lorsque ceux-ci sont soumis à l'action de la chaleur.

Patine. - Matière colorée utilisée pour accuser des reliefs ou donner l'aspect de l'ancien.

Pavé. - Pierres disposées côte à côte.

Poinçonnage. - Inculper sur métal une forme, une figure déterminée, déjà gravée sur poinçon.

Polissage. - Opération qui consiste à rendre plus unie et brillante la surface des métaux et des pierres.

Ramolayé. - Mise en relief d'une gravure obtenue à l'aide d'un burin.

Recuire. - " Rendre l'or plus ductile et plus malléable en le remettant au feu chaque fois qu'il a été écroui par le marteau, l'estampe, l'extension au banc à tirer, à la filière, au ciselet ".

Repercé. - Ajour d'une feuille de métal à l'aide d'une scie et d'une lime, selon un tracé défini. (Voir Opus interrasile).

Repousser. - Manière de modeler le métal. Le travail s'effectue sur l'envers de la pièce, au ciselet et au marteau.

Rétreint. - Travail au marteau visant à repartir l'excédent de métal, à le retasser sur lui-même, pour augmenter son épaisseur en vue d'obtenir un creux profond ou un volume par dessous. Il existe des machines à rétreindre.

Sciage. - Action de couper à la scie le métal.

Serti. - Manière dont une pierre est fixée sur du métal.

Sertir. - Action de fixer une pierre sur du métal.

Signer. - " Obligation faite aux orfèvres et argentiers d'apposer leur poinçon sur toutes choses qu'ils fabriquent ".

Soudure. - Alliage qui permet la jonction de métaux par fusion.

Taille douce. - Gravure à plat faite de traits nets sur un métal.

Ténacité. - Force de résistance des métaux. Aujourd'hui, elle peut être augmentée par des alliages appropriés.

Titre. - Proportion de métal précieux contenu dans un alliage par rapport à son poids total.

Trait. - Dessin constitué seulement par un trait ou un ensemble de traits.

NOTIONS ELEMENTAIRES DE CHIMIE

Physique et chimie : définitions

La **physique** est la science qui étudie les **propriétés générales de la matière, de l'espace, du temps, et établit les lois qui rendent compte des phénomènes naturels.**

Des phénomènes naturels (chaleur, sons, lumière, mouvement des astres...), de tous les objets animés ou inanimés qui peuplent l'Univers, les anciens grecs en ont fait un ensemble qu'ils ont nommé *phusis* : ce qu'on traduit par « nature ».

La science de cette nature est tout naturellement appelée physique.

Vous avez fait de la physique sans le savoir dès votre entrée à l'école primaire, lorsque votre maître ou votre maîtresse vous enseignait que les corps solides se dilatent quand on les chauffe, que l'air invisible que vous respirez est pesant, que la combustion du charbon, du pétrole fournit de l'énergie etc.... Cette prise de connaissance du monde qui nous entoure s'appelait autrefois « la leçon de choses », dans les programmes scolaires : c'est une introduction à la physique des physiciens, qui fait son apparition au VI^e siècle av. J.-C. en Grèce avec les premières observations de Thalès de Milet, qui fut aussi l'inventeur de la géométrie et le premier « philosophe » de l'histoire occidentale.

Le but du physicien :

Lorsqu'un physicien, qu'il se nomme Thalès ou Einstein, étudie la « nature », ou une partie de celle-ci, il ne se contente pas d'observer ou de la contempler.

- à découvrir les *lois* des phénomènes observés
- à donner une explication de ces lois en inventant un *modèle*.

Les Anciens ont mis la charrue avant les bœufs : ils ont voulu expliquer avant de savoir, ils ont proposé des modèles de l'univers avant d'en connaître les lois. Les physiciens « modernes » cherchent d'abord à établir ce qui se passe, et selon quelles lois, ils construisent ensuite un modèle (on dit aussi une théorie) qui se veut explicatif.

Moderne est placé entre guillemets puisqu'il n'est pas si récent : Archimède est considéré comme physicien « moderne » alors qu'il vécut au III^e siècle avant J.-C. et Galilée (1564-1642) est considéré comme le premier physicien des temps modernes.

La **physique** appliquée à la bijouterie-orfèvrerie est finalement la science qui étudie les propriétés générales des corps (grandeur, forme, couleur, masse, dureté...).

→ Ex : phénomène de fusion d'un métal sous l'action d'une source de chaleur puis retour à l'état solide par refroidissement.

La **chimie** est la science qui étudie la constitution atomique et moléculaire des corps, ainsi que leurs interactions.

La **chimie** a pour objet d'étudier les propriétés des corps purs (c'est-à-dire des corps simples ou des combinaisons, à partir de la connaissance de ces propriétés, on peut tirer certaines conclusions quant à la structure atomique et moléculaire des corps étudiés.

En général, les propriétés physiques sont temporaires tandis que les propriétés chimiques sont durables.

Origine des corps

Avec le temps, à force d'observation, de réflexion et d'expériences, les chimistes ont été amenés à conclure que la matière se constitue d'un nombre restreint d'éléments (environ 110) qui sont à la base de la constitution de tous les corps.

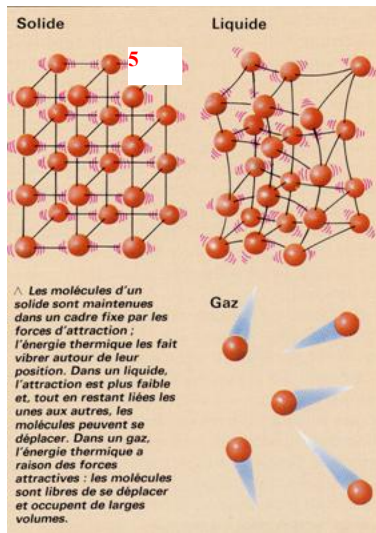


Les états de la matière

Nous les connaissons déjà, ce sont les états **solide**, **liquide** et **gazeux**. Nous allons maintenant comprendre leurs propriétés les plus apparentes en nous référant aux notions d'atomes et de molécule.

Un **gaz** est composé de molécules **séparées** les unes des autres par des vides énormes. Elles sont animées de mouvements désordonnés, effectués à très grande vitesse ; il en résulte de très nombreux chocs des molécules entre elles et des molécules contre les parois du récipient (dans le cas d'un gaz contenu dans un récipient).

On dit que les molécules sont des états dispersés de la matière. Cette dispersion des molécules et leurs mouvements désordonnés rendent compte du fait que les gaz sont compressibles et expansibles ; le petit nombre de molécules par rapport au vide intermoléculaire explique aussi que les gaz aient une faible masse volumique (on rappelle que la mesure volumique d'un corps est la masse d'une unité de volume de ce corps dans le système SI, elle s'exprime en kg/m³).



Les **solides** et les **liquides** se distinguent des gaz en cela que les particules qui les composent (les atomes ou les molécules) sont **condensées**. Elles n'ont pas la « place » de se mouvoir, comme les molécules d'un gaz et, de plus elles maintiennent plus ou moins la cohésion de l'édifice qu'elles constituent.

Il en résulte que les solides et les liquides sont **incompressibles** : ce sont des états condensés de la matière.

Il existe cependant une différence entre l'architecture des solides et des liquides. Les molécules d'un liquide ne sont pas aussi stabilisées que celles d'un solide ; elles peuvent encore se déplacer, « glisser » les unes sur les autres, ce qui n'est pas le cas pour les solides. Il en résulte cette propriété caractéristique des liquides de prendre la forme du récipient qui les contient.

Changement d'état des corps

-

-

- Vous avez déjà fait chauffer un litre d'eau ; lorsque la température de l'eau atteint 100°C, l'eau se met à bouillir et elle se transforme en vapeur d'eau (attention : ça brûle, la vapeur d'eau est elle aussi à 100°C au-dessus de la casserole). Si vous oubliez l'eau sur le feu, elle se transformera intégralement en vapeur et se perdra dans l'atmosphère, à moins que vous ne la recueilliez dans un très vaste réservoir. On dit qu'il y a eu **changement d'état du corps considéré** (ici l'eau). On peut constater, en pesant le corps avant et après le changement d'état que celui-ci s'effectue sans changement de masse mais avec changement de volume.

Définitions

-

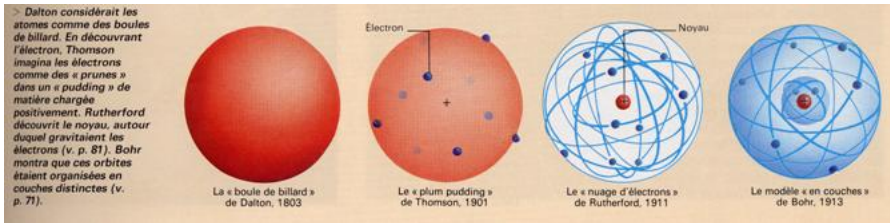
-

- **Alliage** : Combinaison de métaux entre eux ou avec des non-métaux. Les alliages sont adaptés à des usages donnés. De nos jours, les métaux sont très rarement utilisés à l'état pur. On réalise les alliages par mélange de leurs composants à l'état de fusion.

Atome : Défini à l'origine comme la plus petite quantité de matière – homogène et indivisible – qui puisse constituer un corps, l'atome a été redéfini au XX^e siècle comme un assemblage relativement stable de matière, mesurant typiquement 0.1 nm de diamètre, constitué d'au moins deux particules subatomiques (constitutives de l'atome).
Tout atome contient un minuscule noyau (composé de protons chargé positivement et de neutrons de charge neutre) auquel sont associés un certain nombre d'électrons chargés négativement, lesquels, individuellement beaucoup plus petit que le noyau, constituent une hiérarchie d'orbitales qui représentent les niveaux d'énergie électronique de l'atome.

Densité : Rapport entre la masse et le volume d'une substance ou d'un corps donné. Les substances légères par rapport à leurs dimensions ont une faible densité, et vice versa. Les corps de densité inférieure à celle de l'eau flottent sur l'eau, et un ballon gonflé à l'air chaud s'élèvera tant que sa densité moyenne reste inférieure à celle de l'air.

Electron : Particule stable chargée négativement, constituant fondamental de la matière, occupant les orbitales qui entourent les noyaux atomiques. Les propriétés chimiques des atomes et des molécules sont en grande partie déterminées par le comportement des électrons aux orbitales de plus haute énergie.



7

Ion : les atomes sont neutres électriquement puisqu'ils contiennent autant de protons que d'électrons. Lorsqu'un atome perd un électron il perd une charge élémentaire négative et il n'est plus neutre : il est devenu électropositif ; inversement, lorsqu'un atome reçoit un ou plusieurs électrons, il perd sa neutralité électrique et devient électronégatif.

Un élément qui est ainsi devenu électronégatif ou électropositif est appelé un ion.

8

Classification des éléments



Le russe Dimitri **Mendeleïev** fit une contribution essentielle à la chimie du XIX^{ème} siècle.

Il fut le premier à mettre en évidence la nature périodique des éléments en les classant par ordre croissant de masse atomique.

12

Les éléments chimiques sont classés en deux catégories :

- **les métaux**
- **les métalloïdes** (non-métaux et semi-métaux).

Un métal est aisément reconnaissable :

Il est dense, lissant et tinte lorsqu'on le heurte.

Les chimistes, eux, définissent un métal par sa **conductivité électrique**.

La conductivité est le fait des **électrons libres** qui sont une caractéristique de la liaison chimique dans les métaux. Il existe des éléments semi-conducteurs, à la frontière entre métaux et non-métaux (ex : bore et silicium).

Notion de formule chimique

-

Les textes chimiques et alchimiques écrits **avant la fin du XVII siècle** sont parfois difficile à lire en raison de l'absence de langage commun dans cette matière.

Des symboles représentaient les substances et éléments :

14



15



16



17



18



19



Le chimiste suédois Berzelius (1779-1848) introduisit la **notation moderne** dans laquelle un atome d'un élément est symbolisé par l'initiale de son nom, ou les deux premières lettres lorsqu'une confusion est possible : H, hydrogène ; C, carbone ; Cu, cuivre ; Ag, Argent ; Pt, Platine.

Il y a des exceptions (sans l'être vraiment,) : K, Potassium ; N, Azote ; Au, or.

La formule chimique d'un corps est la représentation imagée de sa molécule.

La formule indique le nombre et la nature des atomes constituant la molécule.

<u>Exemple de formules :</u>	Eau	H ₂ O
	Acide sulfurique	H ₂ SO ₄
	Acide chlorhydrique	HCl
	Acide Nitrique	HNO ₃
	Ammoniac	NH ₃
	Chlore	Cl
	Palladium	Pd
	Plomb	Pb

Acide et base

Les acides

Vous connaissez tous l'impression piquante que nous avons lorsque nous mangeons de la salade vinaigrée, des citrons ou des pamplemousses : on dit qu'ils sont acides. Dans les laboratoires de chimie, on se sert de corps qu'on appelle aussi des acides, mais qu'il est déconseillé de goûter : ils ne piqueraient pas, ils brûleraient gravement.

Les acides les plus courants dans les laboratoires, dans différentes industries et bien sûr dans l'atelier de bijouterie sont l'**acide chlorhydrique** et l'**acide sulfurique**. On connaît de nombreuses autres substances qui présentent ce caractère « piquant », on les appelle tous des acides.

Les bases

On appelle ainsi des **substances qui contredisent l'action des acides**.

Par exemple, si l'on verse quelques gouttes d'une solution basique dans un réactif qui a été coloré par un acide, le réactif va retrouver sa couleur première.

On peut ainsi donner une définition « ionique » (donc plus scientifique) des bases : c'est une substance qui, lorsqu'elle est en solution, libère des ions négatifs **OH⁻**.

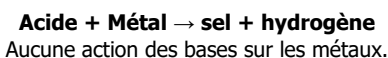
Comme exemple de base courante on peut donner les solutions de soude caustique, l'ammoniaque, l'eau de chaux, l'eau de Javel. On peut aussi mesurer la basicité d'une solution à l'aide du pH : le pH d'une base est toujours plus grand que 7.

Réactions entre les acides et les bases.

Elles sont faciles à prévoir, puisqu'un acide est composé d'un anion A et d'ions H⁺, alors qu'une base est composée d'anions OH⁻ et d'un ion métallique. La réaction est du type suivant :



Action sur les métaux :



Action sur les sels :



LES ACIDES

DEFINITION-RAPPELS-PROPRIETES GENERALES

Vous connaissez tous l'impression piquante que nous avons lorsque nous mangeons de la salade vinaigrée, des citrons ou des pamplemousses : on dit qu'ils sont acides. Dans les laboratoires de chimie, on se sert de corps qu'on appelle aussi des acides, mais qu'il est déconseillé de goûter : ils ne piqueraient pas, ils brûleraient gravement.

Notre idée première concernant les acides est que ce sont des liquides dangereux qui attaquent tout ce qui arrive en contact avec eux.

D'autres substances acides sont bien différentes :

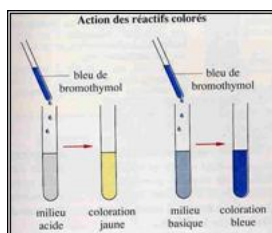
- l'acide **borique**, en pailettes blanches, nacrées douces au toucher, et pas du tout dangereux.
- L'acide **carbonique**, que nous voyons mentionné sur les étiquettes d'analyse des eaux minérales que nous buvons allégrement.
- Acides qui font partie de notre alimentation :
 - acide **citrique** (citons, oranges)
 - acide **malique** (pommes)
 - acide **acétique** (vinaigre)
 - acide **tartrique** (préparation d'aliments en tant acidifiant - eaux gazeuses, desserts...)
- L'acide **formique**, qui se trouve dans le corps des fourmis rouges.

Les acides les plus courants dans les laboratoires, dans différentes industries et bien sûr dans l'atelier de bijouterie sont l'**acide chlorhydrique**, l'**acide sulfurique** et l'**acide nitrique**.

On connaît de nombreuses autres substances qui présentent ce caractère « piquant », on les appelle tous des acides.

Pour reconnaître ces substances, qu'il faut toujours manier avec de grandes précautions, on peut faire deux types d'expériences :

- en verser quelques gouttes dans des produits que l'on appelle des réactifs colorés, et qui portent des noms plus ou moins compliqués ; si la substance est acide, ces réactifs changent de couleur (ainsi la teinture de tournesol est rougie par un acide ; le bleu de bromothymol prend une coloration jaune)



- une autre expérience, qui ne réussit pas toujours, consiste à verser quelques gouttes de la solution étudiée sur un morceau de craie : dans certains cas, vous verrez se former de petites bulles à la surface de la craie, attaquée par la substance inconnue (il y a effervescence, donc un abondant dégagement de gaz carbonique : c'est un acide).

- Verser un peu de poudre de bicarbonate de soude sur la solution. S'il y a effervescence, la solution est acide.



La solution de bicarbonate sert à neutraliser l'action de l'acide sulfurique. C'est important de préparer cette solution avant l'acide, si par exemple, la solution d'acide tombe.

Le bicarbonate est un sel blanc qui se présente en poudre. On le rencontre en pharmacies ou droguerie très facilement.

Un acide est un corps, composé chimique naturel ou artificiel, qui agit sur les bases et sur de nombreux métaux en formant des sels par substitution de l'hydrogène entrant systématiquement dans sa composition par un métal.

L'ACIDE SULFURIQUE

caractéristiques :

- Autres noms : vitriol, esprit de vitriol, huile de vitriol.

- Composition chimique : hydrogène, Soufre, Oxygène

- Formule chimique : H_2SO_4

- Densité : 1,84 à 15°C.

- Point d'ébullition : 338°C

- Consistance visqueuse, pas d'odeur caractéristique.

- Très grande avidité pour l'eau (substance hygroscopique), se mélange en toutes proportions.

L'acide sulfurique, qui était connu des alchimistes du Moyen Âge constitue aujourd'hui dans le domaine industriel l'acide le plus important aussi bien du point de vue des quantités produites que de la diversité de ses utilisations. Dilué dans de l'eau, l'acide sulfurique est un acide fort et oxydant qui se dissocie en deux étapes, selon les équations suivantes:

Parmi les utilisations à grande échelle de l'acide sulfurique, on peut mentionner la fabrication des engrais dits superphosphates, le raffinage du pétrole, certains procédés métallurgiques et la synthèse des colorants, des explosifs, des détergents et divers sels ainsi que d'autres acides.

L'acide sulfurique est employé dans l'industrie en quantités énormes pour de multiples usages. On peut même mesurer la valeur industrielle d'un pays par le tonnage d'acide sulfurique qu'il consomme. Il est depuis le XIXe siècle l'un des composés de synthèse les plus importants de l'industrie chimique. La production mondiale de ce produit est d'environ 160 millions de tonnes par an, dont environ 4 millions en France.

Action sur les métaux :

Etat de l'acide	Au	Ag	Pt	Cu	Hg	Pb	Autres
Dilué et froid	non	non	non	non	non	non	oui
Concentré et froid	non	non	non	non	non	non	non
Concentré et chaud	non	oui	non	oui	non	oui	oui en général

Il faut bien se rappeler que l'acide sulfurique concentré n'a pas du tout les mêmes propriétés que lorsqu'il est étendu d'eau :

- du zinc, du fer, du cadmium plongés dans l'acide concentré ne sont pas attaqués à la température ambiante.
- les mêmes métaux plongés dans de l'acide dilué de 5 à 15 volumes d'eau se dissolvent rapidement (en dégageant de l'hydrogène) et produisent des sulfates de zinc, de fer, de cadmium.

L'acide sulfurique dilué dissout beaucoup d'oxydes métalliques. Par contre, il n'attaque pas le cuivre, ni l'argent, ni l'or, ni l'aluminium.

En chauffant fortement, l'acide sulfurique concentré dissout le cuivre, l'argent et beaucoup d'autres métaux (en dégageant du gaz sulfureux avec une odeur d'allumette brûlée).

Utilisation en bijouterie :

On l'emploie en bijouterie et dans l'affinage des métaux précieux.

Affinage : Opération qui consiste à éliminer les impuretés d'un métal fondu par oxydation ou par liquation (fusion du minerai ou de l'alliage qui contient le métal désiré).

L'acide sulfurique est employé dilué de 9 à 10 volumes d'eau. Ce mélange s'appelle le **déroché**. Il sert à dissoudre le borax et les oxydes métalliques. Le nom de déroché que l'on donne à cet acide dilué vient de ce qu'il enlève la « roche » que figure le borax fondu sur les bijoux et les lingots.

- si l'on chauffe le déroché, il faut éviter de le faire bouillir longtemps car l'eau seule s'évapore et l'acide devient très concentré. A ce moment et à cette température élevée, il peut attaquer le cuivre et l'argent (en dégageant du gaz sulfureux).
- Si l'on emploie un **bac chauffé** en permanence, en plomb, en acier inoxydable, cuivre ou Pyrex, il faut avoir soin de rajouter de l'eau pour compenser les pertes de l'évaporation.
- A force de servir, le déroché se charge d'**impuretés** ; on peut apercevoir quand il est refroidi :
 - ✓ des paillettes brillantes qui sont de l'acide borique
 - ✓ des cristaux bleus qui sont du sulfate de cuivre
 - ✓ de la poudre blanche, sulfates de plomb ou d'argent.

Il faut alors changer l'acide et nettoyer le bac pour y mettre une solution neuve : un déroché sale peut cuivrer ou argenter des bijoux en entier ou en partie, surtout si une pièce d'acier est tombée dans le bain et produit un couple galvanique sur les bijoux.

Pour débarrasser les bijoux de ces cuivrages ou argentures, il faut surtout bien se garder de recuire les objets. Le cuivre et surtout l'argent seraient fixés sur l'or presque définitivement. Il faut plonger les objets dans un bain d'acide nitrique tiède, étendu d'un demi volume d'eau : la couche d'argent ou de cuivre est dissoute rapidement. On peut ensuite continuer le travail normalement.

Quand on mélange de l'acide sulfurique et de l'eau, il y a un dégagement de chaleur considérable (ce qui explique que ce produit est relativement bon marché en raison de la possibilité de récupérer l'énergie calorifique dans le cycle de fabrication). Le liquide peut même bouillir. Il est dangereux de verser de l'eau dans l'acide ; on peut recevoir des gouttelettes d'acide. **Il faut toujours verser l'acide dans l'eau**, les gouttelettes qui rejailliraient seraient alors surtout composées d'eau.

L'ACIDE NITRIQUE

caractéristiques :

- Autres noms : acide azotique, esprit de nitre, eau-forte des anciens graveurs
- Composition chimique : hydrogène, azote, oxygène
- Formule chimique : **HNO₃**
- Densité : 1.42
- Point d'ébullition : 83°C
- Incolore, visqueux, fume à l'air.
- Soluble dans l'eau

action sur les métaux :

Etat de l'acide	Au	Ag	Pt	Pd	Cu	Sn	Autres
Dilué de son volume d'eau	non	oui	non	oui	oui	oui	oui en général

L'acide nitrique dilué de son volume d'eau attaque la plupart des métaux, en particulier : le cuivre, l'argent, le palladium, le fer, le zinc, le cadmium, le plomb, l'étain, le nickel... Des vapeurs rouges se dégagent et il se forme des nitrates d'argent, de cuivre, etc....

Il n'attaque ni l'or, ni le platine.

!!! : Il ne faut jamais mélanger de l'acide nitrique avec du glycérol ou du glycol : cela donne de la nitroglycérine. L'acide nitrique, qui est utilisé dans de nombreuses industries, l'est donc particulièrement dans les industries fabriquant des explosifs et des amorces.

utilisation en bijouterie :

- Il permet de dissoudre le cuivre (**technique du rongé en creux**) qui sert de support interne dans la fabrication des chaînes creuses. Il est souvent nécessaire de faire bouillir l'acide pour dissoudre la totalité du cuivre.
- Les doreurs, argenteurs l'emploient pour le **décapage** des objets en cuivre, laiton, maillechort, avant dorure, argenture, nickelage.
- **Composant pour ¼ de l'eau régale**, utilisée pour le traitement des limailles d'or et de platine.

propriétés physiologiques :

Il se décompose en donnant des vapeurs rouges dites **vapeurs nitreuses** qu'il est dangereux de respirer. Il est dangereux pour les yeux et très toxique.

C'est donc un acide dangereux pour la respiration, la peau et dans une moindre mesure les vêtements.

Même traitement pour incidents et accidents que pour les autres acides soit : lavage + borax + pharmacien ou médecin.

Le danger spécial de cet acide vient du fait que si l'acide est par exemple répandu sur le sol en abondance, il dégage des vapeurs nitreuses en attaquant les papiers, les sciures de bois et métaux qu'il rencontre. Ces gaz sont très malsains à respirer, pouvant provoquer un œdème rapide du poumon chez certaines personnes. Dans les ateliers qui manipulent de grandes quantités d'acide, il est prudent d'avoir des masques à gaz à disposition.

L'ACIDE CHLORHYDRIQUE

caractéristiques :

- **Autres noms** : acide muriatique, esprit de sel
- **Composition chimique** : hydrogène, chlore
- **Formule chimique** : **HCl**
- **Densité** : 1.26. Fume à l'air, soluble dans l'eau, odeur piquante.

action sur les métaux :

Etat de l'acide	Au	Ag	Pt	Cu	Zn	Al	Autres	Cd	Fe	Sn
Concentré ou dilué	non	non	non	non	oui	oui	oui en général	oui	oui	oui

L'acide chlorhydrique concentré ou étendu d'eau possède à peu près les mêmes propriétés vis-à-vis des métaux que l'acide sulfurique.

Ne jamais chauffer de l'acide chlorhydrique sans l'étendre d'au moins son volume d'eau.

utilisation en bijouterie :

Dans l'industrie, l'acide chlorhydrique est employé à différents usages et spécialement dans le décapage de certains métaux.

En bijouterie, il est employé

- Étendu de son volume d'eau, à chaud, pour **enlever les soudures à l'étain** de certains bijoux.
- Pour **préparer des mélanges d'acides** pour donner la couleur de l'or fin aux ors rouges, roses ou jaunes.
- On l'emploie en mélange pour composer **l'eau régale**

propriétés physiologiques :

C'est un acide dangereux pour la respiration, la peau ou les vêtements, mais dans une moindre mesure que l'acide sulfurique. Même traitement en cas d'accidents.

L'ACIDE FLUORHYDRIQUECaractéristiques :

- Composition chimique : hydrogène, fluor
- Formule chimique : **HF**
- A quelques ressemblances avec l'acide chlorhydrique, également d'odeur piquante.

Action sur les métaux :

Etat de l'acide	Au	Ag	Pt	Cu	Pb	Autres métaux
Attaque	non	peu	non	peu	peu	très vivement en général

Il n'attaque ni l'or, ni le platine et très peu le cuivre, l'argent et le plomb.

Les autres métaux sont presque tous attaqués assez vivement, avec dégagement d'hydrogène et formation de fluorures.

Utilisation en bijouterie :

La propriété spécifique de l'acide fluorhydrique est d'attaquer le verre et le quartz. Aussi le conserve-t-on dans des bouteilles caoutchouc, gutta, Téflon, polyéthylène ou plastique.

Il est utilisé

- pour la **gravure du verre**, pour la **dissolution des émaux** sur les bijoux avant l'application d'un nouvel émail.
- pour enlever les **plâtres qui se sont vitrifiés** lors de la fonte à cire perdue du platine et en général des alliages à haut point de fusion.

propriétés physiologiques :

Extrêmement dangereux par les brûlures qu'il produit sur la peau et qui cicatrisent très difficilement : des brûlures un peu étendues peuvent entraîner l'amputation d'un membre. Il attaque l'os sans que l'on ressente de brûlures. Il est également malsain d'en respirer les vapeurs. Il faut toujours porter des lunettes et surtout une double épaisseur de gants spéciaux.

Traitement **immédiat** comme pour les autres acides et se faire soigner par un médecin spécialiste d'urgence. En attendant neutraliser avec une solution à 5% de triéthylamine.

L'EAU REGALEcomposition :

L'eau régale s'appelle également l'eau royale car elle dissout l'or le « roi de métaux ».

Il s'agit d'un mélange d'acide nitrique + acide chlorhydrique.

On peut la trouver sous deux formes :

Concentrée : 1 volume d' HNO_3 + 4 volumes d' HCl

Diluée : 1 volume d'eau régale + 4 volumes d'eau

réaction de fabrication :

Il se produit un dégagement de deux gaz (chlore et dioxyde d'azote) très nocifs d'où la nécessité de travailler sous une hotte. Le chlore gazeux augmente la pression dans le récipient lequel peut exploser. Ne jamais le fermer !

Propriétés:

L'agent actif de l'eau régale est le **chlore** : tous les métaux sont transformés en chlorures.
L'eau régale est très volatile, ne jamais la préparer en avance.
En général, les bijoutiers l'utilisent diluée.

Elle dissout tous les métaux.

actions particulières sur les métaux précieux :

Concentrée	Dissout tous les	métaux
Diluée	A froid	Au et Ag (Au rouge et gris facilement, rose, jaune vert moins)
	A chaud	Pt

Il faut un litre d'eau régale pour dissoudre 400 g d'or ou 250 g de platine.

LA CAPILLARITE

Phénomène de capillarité :

Phénomène de tension superficielle qui se manifeste par l'ascension des liquides dans les tubes fins. La hauteur d'ascension dépend de la nature du liquide (avec le mercure, on observe une dépression capillaire) et de la section intérieure du tube : elle est d'autant plus grande que le tube est plus fin. La surface du liquide prend la forme d'une calotte (le ménisque), concave ou convexe suivant que le liquide mouille ou non les parois du tube.

Cela revient à dire que c'est une phénomène d'attraction ou de répulsion entre deux corps. Il se manifeste entre des corps de faible dimension.

Exemple de capillarité :

- la cire monte dans la mèche d'une bougie
- l'huile monte dans le drain pour lubrifier
- l'eau monte dans un tube à condition qu'il soit très fin

⇒ **Capillarité attractive**

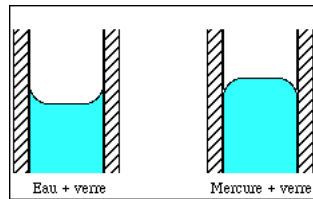
- le mercure lui ne mouille pas le verre

⇒ **Capillarité répulsive**

Dans les tubes en U de faible section (< 5 mm), contenant un liquide, il existe d'une part, des forces de cohésion entre les molécules du liquide, et d'autre part, des forces d'adhésion entre les molécules du liquide et celle du tube.

- **Premier cas :** Si les forces d'adhésion sont supérieures aux forces de cohésion, on dit que le liquide mouille les parois du tube. Exemple : eau + verre, le ménisque ainsi formé est concave.

- **Deuxième cas :** Par contre, les forces de cohésion sont supérieures aux forces d'adhésion, le liquide ne mouille pas les parois du tube. Exemple : mercure + verre, le ménisque formé est convexe.



Exemple d'utilisation en bijouterie :

- **Brasage**

- Attraction très forte entre un métal propre non oxydé et la brasure en fusion (la brasure « court »).
- Enlever un excédent de brasure accidentel ; on chauffe plus que le bijou une tige en contact avec la tache et la soudure grimpe le long de la tige.
- Risques dans le cas de fabrication de chaînes creuses ; la brasure court si vite qu'elle risque de souder toute la fente du maillon qui empêchera de ronger le cuivre.



Le soudage à l'étain est une sorte de collage de deux éléments très jointifs, entre lesquels la soudure en fusion s'infiltre par capillarité. Par exemple, c'est la technique utilisée pour souder les tubes de cuivre.

- **Elaboration d'alliages**

Dans les cas d'un or rouge (or + cuivre), si le cuivre est oxydé lors de la fonte, il a une capillarité répulsive pour l'or. Le mélange se fait donc mal, on obtient un lingot ayant des inclusions de cuivre.

- **Fontes de récupération de métal**

Dans ces cas, la capillarité est source de problèmes.

Les sels employés pour la fonte (carbonate de soude, salpêtre en fusion), grimpent sur les parois des creusets et peuvent même passer à l'extérieur, donc ne plus remplir leur fonction de fondant et aussi salir le four. Il ne faut donc jamais trop remplir les creusets.

MATERIAUX DIVERS

Bore, borax et acide borique :

Ces produits sont utilisés en bijouterie comme flux de brasage.

Pendant le brasage et la fusion, ces produits forment un verre qui protège le métal du contact avec l'air. Ensuite, il faut l'enlever à l'acide sulfurique dilué (déroché) car ces flux sont agressifs pour les outils qu'ils vont oxyder si on utilise une lime ou une scie par exemple pour enlever la roche.

Flux : Substance qui a pour but de protéger le métal contre l'oxydation et de dissoudre ceux qui se forment pendant un chauffage.

Exemple de flux :

Collobore : mélange d'eau et de borax, utilisé lors de la soudure, afin de favoriser la fonte du métal qui en est imprégné. Utilisé aussi lors du brasage.

Le Bore :

C'est un élément assez abondant dans la croûte terrestre (38^{ème} rang) et représente 0,01% en masse. Le bore est un métalloïde. C'est un oligo-élément nécessaire à la croissance des plantes et un composé nutritionnel important pour les vertébrés car il contribue à la formation de l'os. Le corps pur n'existe pas dans la nature, le bore se trouvant toujours sous forme de composés.

Le bore est un solide **crystallisé, noir brillant, dur et cassant**. Il est presque aussi dur que le diamant, et utilisé sous forme de carbure pour faire des abrasifs (meule, trépan).

Traditionnellement, le bore pur est préparé sous forme de poudre.

Utilisations

Dans la métallurgie :

- Allié aux aciers, il améliore nettement les caractéristiques à haute température
- Agent désoxydant et dégazéifiant. Ce corps est très avide d'oxygène. C'est un réducteur énergétique qui décompose beaucoup d'oxydes métalliques.

Bore + Oxygène → Acide Borique

<i>masse volumique (en kg.m⁻³)</i>	2340
<i>température de fusion</i>	2079 °C
<i>température d'ébullition</i>	4000 °C

Les formes naturelles comprennent l'acide borique et les borates (borax).

L'Acide Borique

- Formule chimique : BO_3H_3
- L'acide borique a un pH de 4 en solution aqueuse saturée (acide faible).
- très soluble dans l'eau chaude :
 - 1l d'eau à 15°C dissout 35g d'acide borique
 - 1l d'eau à 100°C dissout 350g d'acide borique
- A 185°C, il se décompose en eau et en oxyde de bore.

Utilisations :

- Il possède des propriétés antibactériennes et antifongiques, aussi est-il employé comme antiseptique.
- Il sert dans l'industrie nucléaire, du fait de sa capacité à absorber les neutrons, pour le contrôle et la régulation d'urgence des réactions.

Utilisations en bijouterie :

- **fondant** pour fontes délicates (or gris par exemple) ou de précision. Il est moins « mobile » que le borax (ne coule pas dans la lingotière). Très utile pour l'or.
- Pour produire la **flamme verte** non oxydante.

Le Borax (ou borate de soude)

Existe sous deux formes : le borax ou tincal ou borax 10 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), minéral exploité aux États-Unis et dans la colémanite (aussi appelé borax 5) ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), exploitée en Turquie.

Propriétés :

- Il fond vers 700 °C en donnant un verre de couleur caractéristique. C'est un sel incolore, facilement cristallisé en gros cristaux, mais que l'on trouve dans le commerce en petits cristaux ou en poudre.

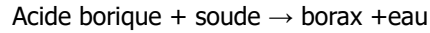
- Il contient plus de 50% d'eau et il se « boursoufle » sous l'action de la chaleur avant de se liquéfier. Ceci peut être gênant lors du brasage car les paillons risquent de se déplacer.

- Il fond lorsque l'eau s'est évaporé en prenant un aspect vitreux. A rouge il devient liquide comme l'eau.

Origines - Fabrication :

Le **borax** se rencontre dans la nature, surtout dans quelques bassins où il se dépose par évaporation. Il est exploité aux USA, en Turquie et en Inde.

On le fabrique à partir de l'acide borique :



Utilisations:

- Les borates, dont le borate de sodium ou borax, sont aussi utilisés dans :
 - l'industrie du verre, de la céramique, des émaux,
 - la fabrication de cosmétiques, peintures, teintures,
 - le traitement du cuir et du bois,
 - entre dans la composition de verres spéciaux (Pyrex).

Comme :

- engrais
- herbicides, insecticides
- retardateurs de combustion

Utilisation en bijouterie :

Le borax peut dissoudre la plupart des oxydes métalliques. Il sert au décapage des métaux à braser.

Dans les fontes de métal :	Il empêche l'oxydation du métal Il empêche les oxydes formés de se dissoudre dans le métal.
Dans les opérations de brasage :	Il dissout les oxydes qui empêcheraient la brasure de couler Il empêche l'oxydation.
Manipulation acides :	A utiliser en cas de brûlures après rincage, sur les plaies.

Alun :

- Formule chimique : **$KAl_2(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$**

- Classe chimique : **Sulfates**. Les aluns sont des sulfates (sels) doubles hydratés de métaux. Les plus simples sont ceux formés par des sulfates d'aluminium et de potassium.

- Date de découverte : 1951

Propriétés :

- L'alun forme d'énormes cristaux mais il est **vendu en poudre**.
- l'alun est très **soluble** dans l'eau chaude :
100 ml d'eau à 10°C dissolvent 10g d'alun.
100 ml d'eau à 100°C dissolvent 350g d'alun.
- l'alun **fond vers 90°C** dans son eau de cristallisation :
L'eau s'évapore, le liquide s'épaissit, il devient visqueux et en refroidissant il donne une masse vitreuse et dure.

Utilisations en bijouterie :

→ **Garnissage de bijoux creux** pour permettre de travailler sur un bijou (cintrage, ciselure) sans le déformer.

Opérations :

1. Chauffage : bijou + alun + eau. L'eau s'évapore, l'alun pénètre dans les creux et il s'épaissit.
2. Refroidissement : le mélange durcit, on retire le bijou avant la prise totale, on le refroidit à part.
3. Travail sur le bijou
4. Chauffage avec de l'eau : l'alun se dissout de nouveau.

→ **Mise en couleur chimique de l'or** : opération désormais remplacée par la dorure galvanique.

Procédé : attaquer le métal par une eau régale faible (alun+sel marin+salpêtre) afin de donner la couleur de l'or fin aux alliages.

→ **Déroché** : peut remplacer l'acide sulfurique afin de dissoudre le borax

Salpêtre :

Le salpêtre a tiré son nom de son origine naturelle. Au VIII^e siècle, les savants l'appelaient, pour rappeler qu'il est extrait des pierres, sel petrae, c'est-à-dire sel de pierre. On l'extrait, en effet, de certaines pierres, à la surface desquelles il se produit naturellement. Le salpêtre, à l'époque de la nomenclature chimique, fut placé parmi les sels et nommé plus tard nitrate de potasse ou azotate de potasse. Le salpêtre se trouve sur les murs humides, à la surface desquels il forme de petites aiguilles blanchâtres, d'une saveur froide et piquante.

- Formule chimique : **KNO_3**

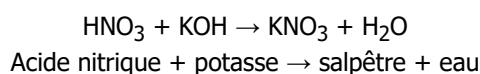
- c'est un sel cristallisé extrêmement **soluble** dans l'eau bouillante :

100 ml d'eau à 20°C dissout 30 g de salpêtre.
100 ml d'eau à 100°C dissout 180 g de salpêtre.

- composition : radical de l'acide nitrique NO_3 + métal potassium

-
-

- fabrication :



- propriétés chimiques :

A 500°C il se décompose en dégageant de l'oxygène
Le salpêtre est donc un **oxydant**.

- utilisations en bijouterie :- Opérations d'affinage :

Le salpêtre (oxydant) est fondu avec l'alliage dans un creuset réfractaire. Il oxyde alors tous les bas métaux (plomb, étain, etc....) qui se séparent de l'alliage.

L'or et l'argent ne sont pas attaqués par le salpêtre.

Les oxydes formés sont ensuite dissout par le borax.

- Traitement des déchets, balayures.

On effectue un grillage préalable pour réduire les matières carbonées (bois, plastiques, graisses...)

Les matières sont ensuite mélangées avec du salpêtre (cf. affinage).

- sécurité : **attention aux acides !!****Acide sulfurique + salpêtre → acide nitrique**

Donc risque de dissoudre le cuivre et l'argent, attention au déroché !

Acide chlorhydrique + salpêtre → eau régale

Donc risque de dissoudre l'or

Carbonate de soude :Propriétés :

- C'est un sel qui a de multiples usages, et se présente sous différentes formes.

- On l'obtient à partir du sel de mer en utilisant l'action du gaz carbonique en milieux aqueux. Le sel obtenu est calciné et se transforme en poudre blanche

- Fond vers 800°C

- Nocif pour la peau

- fortement chauffé, il ronge les creusets en terre (on peut les percer donc faire attention au dosage, y ajouter du borax qui équilibre cette action.

- Fondu avec de la silice ou des argiles, il donne des verres fusibles qui peuvent dissoudre les oxydes des métaux.

Utilisation en bijouterie :

- **fontes de récupération des balayures** : le carbonate scorifie les matières silicieuses.

- dans les **essais de cendres des métaux précieux**. Le carbonate fluidifie les matières étrangères et permet le rassemblement des métaux précieux.

Soufre :

- Le soufre forme 0,06 % du poids de la croûte terrestre jusqu'à 20 Km de profondeur. Il fait partie des métalloïdes. C'est le dixième élément le plus abondant de l'Univers.

- Le soufre est un corps simple qui se rencontre dans la nature à l'état solide (soufre natif), souvent près des volcans. Il est inodore et insipide. C'est un mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

- Corps chimique de densité 2.

- Point de fusion : 115°C.
- Se présente soit en poudre, soit en volumes.
- Substance jaune clair.
- Il brûle dans l'air (avide d'oxygène) en donnant du gaz sulfureux (SO₂) toxique.

- Il a une grande affinité pour les métaux. Il donne avec les métaux (sauf pour l'or) des sulfures qui chauffés laissent échapper le soufre et les métaux sont oxydés.

Utilisation en bijouterie :

- On utilise le soufre dans les fontes de récupération. Les sulfures formés sont chargés d'éliminer le fer ; le plomb, cuivre, étain etc.... qui disparaissent dans les fondants.
- Le soufre est nuisible aux propriétés mécaniques des alliages d'or (surtout l'or gris, le nickel étant très avide de soufre).
- faire attention aux gaz utilisés pour exécuter les fontes (gaz désulfurés comme le propane par exemple.).

LE CARBONE

GENERALITES

Si l'oxygène est considéré comme l'élément fondamental du vivant, cet élément serait bien isolé sans le carbone, qui constitue la pièce maîtresse de la chimie de la vie sur la Terre. Ainsi, le dioxyde de carbone, un des composés carbonés les plus importants, même s'il ne représente que 0.03 % de l'atmosphère, joue un rôle essentiel dans le processus de photosynthèse des plantes.

Sur Terre, le carbone existe à l'état de corps simple et à l'état combiné; relativement peu abondant dans l'écorce terrestre (0.2 %), il est en revanche le constituant essentiel de la matière vivante. En effet, le carbone participe à la formation d'une quantité considérable de combinaisons moléculaires : environ 94 % des composés chimiques inventoriés (environ sept millions) ont l'élément carbone dans leur composition; le carbone est d'ailleurs si important qu'une branche essentielle de la chimie se consacre à son étude: la chimie organique.

PROPRIETES CHIMIQUES

Le carbone participe à la formation d'une quantité considérable de combinaisons moléculaires: environ 94 % des composés chimiques inventoriés (environ sept millions) ont l'élément carbone dans leur composition.

Point de fusion: 3 500 °C
Point d'ébullition: 4 800 °C

LE CARBONE EST UN COMBUSTIBLE

- Le carbone « brûle », il se combine à l'oxygène de l'air, en dégageant une forte chaleur.

La combustion du carbone peut donner deux gaz :

- Le gaz carbonique CO₂
- L'oxyde de carbone CO

Nota : le gaz carbonique est un asphyxiant, l'oxyde de carbone est un poison pour le sang.

LE CARBONE ET LES METAUX

- Les composés binaires du carbone peuvent être :

- très réactifs avec les métaux, les carbures métalliques (comme les carbures de sodium, de magnésium et d'aluminium)
- peu réactifs (comme les carbures des métaux de transition, tels ceux de titane et de niobium).

Le carbure d'hafnium possède sans doute le point de fusion le plus élevé qui existe, soit 3 890 °C. Les carbures de bore, qui rayent le diamant, et de silicium – le carborundum –, sont des substances inertes et très dures utilisées comme abrasifs et sur les outils de coupe.

Le carbone se dissout dans certains métaux, le fer par exemple (cas des aciers spéciaux).

Il est employé dans la fusion des métaux :

- ⇒ pour empêcher l'oxydation
- ⇒ pour réduire les oxydes formés.

ETUDE DE LA FLAMME D'UN CHALUMEAU

Une flamme est un gaz incandescent, pour qu'un corps brûle avec une flamme, il faut qu'il soit gazeux, ou en partie vaporisé.

Dans une flamme si la combustion est complète, cette flamme est incolore, car les produits de la combustion (vapeur d'eau et gaz carbonique) sont entièrement gazeux.

Si la combustion est incomplète, une partie du carbone ne brûle pas, elle contient donc des particules solides en suspension, la flamme est visible (elle éclaire) et peut dégager du noir de fumée.

Dans ce dernier cas, la flamme est **réductrice** car elle contient du carbone libre et elle est pauvre en oxygène.

Au contraire, dans le premier cas il y a excès d'oxygène, le carbone n'existe plus dans la flamme, elle est **oxydante**.

Le chalumeau de bijoutier donne une flamme fournie par la combustion du gaz, cette combustion est plus ou moins intense grâce à l'oxygène de l'air qui est soufflé avec plus ou moins de puissance. Il importe de manœuvrer la flamme judicieusement et avec précision, elle va de la nappe molle jusqu'au dard puissant et fin.

En fonction des opérations à effectuer, le bijoutier doit être capable de doser le mélange air-gaz de façon à obtenir un travail correct tant au point de vue solidité qu'au point de vue de l'aspect.

Plus la flamme est molle, plus elle est réductrice.

Plus elle est dure et sifflante, plus elle est oxydante.

Flamme réductrice : c'est le cas où le carbone qu'elle contient ne brûle pas entièrement = flamme molle .

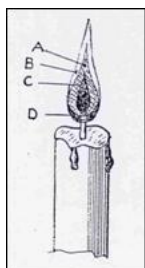
Flamme oxydante : c'est le cas où l'oxygène est en excès, le carbone est entièrement brûlé = flamme dure .
--

La partie la plus chaude d'une flamme est son extrémité, c'est là que s'achève la combustion du carbone.

Point le plus chaud = extrémité de la flamme

On peut étudier le mécanisme de la flamme en prenant par exemple la flamme d'une bougie. La matière fondue qui monte dans la mèche est décomposée par la chaleur ; les gaz combustibles qui résultent de cette décomposition constituent la partie obscure C, la température de cette partie est peu élevée, faute d'oxygène. Dans l'enveloppe A, la combustion commence mais comme il y a un excès de combustible, l'hydrogène brûle d'abord et porte à incandescence le carbone libéré. C'est la partie la plus lumineuse.

enfin, la couche extérieure, la plus chaude de la flamme est incolore en la partie **B** où l'oxygène abonde ; la partie **D** de la couche extérieure est colorée en bleu, c'est la combustion de l'oxyde de carbone et aussi de méthane.



L'OXYDATION DES METAUX

L'oxydation

Une **oxydation** peut être une **réaction au cours de laquelle un atome ou une molécule fixe de l'oxygène**



CuO

CuO₂

ou une **réaction au cours de laquelle une molécule perd de l'hydrogène et où il se forme de l'eau.**

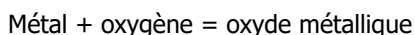
Cependant, il ne s'agit que de cas particuliers de réactions d'oxydation où l'oxygène joue le rôle d'oxydant. La conception moderne d'oxydation englobe toutes **les réactions où il y a échange d'électrons**, entre une particule qui perd des électrons et une autre particule (appelée un oxydant) qui gagne des électrons; l'oxydant peut être de l'oxygène ou toute autre particule chimique capable d'accepter des électrons.

Expériences :

- Du magnésium passé à la flamme donne un résidu blanc
- Sur du cuivre laissé dans un four se forme une croûte noire qui se brise en paillettes au moindre frottement.
- Du fer chauffé au rouge et martelé produit des étincelles (paillettes noirâtres, cassantes).
- De l'aluminium frotté avec du mercure se recouvre de longs filaments blancs qui tombent en poudre.

Interprétation :

Les quatre métaux ont « brûlé », c'est-à-dire absorbé l'oxygène de l'air.



La plupart des métaux ont de l'affinité pour l'oxygène, ils se combinent plus ou moins facilement avec lui.

Les métaux précieux n'ont aucune affinité pour l'oxygène, ni à l'air ambiant, ni au feu.

L'or, le nickel, le chrome, les aciers avec lesquels on fabrique des « couteaux inoxydables », conservent leur brillant à l'humidité : se sont les **métaux inoxydables**.

A l'air humide, le zinc et le plomb deviennent grisâtres. Comme le fer, ils s'unissent donc à l'oxygène : ils s'oxydent. Mais la couche grisâtre est mince et, sous elle, le zinc et le plomb ne se creusent pas. C'est parce que cette pellicule grisâtre forme une couche protectrice qui empêche l'air d'arriver jusqu'au métal. L'oxyde métallique formé protège donc le métal contre une oxydation en profondeur. Cela permet par exemple d'utiliser le zinc pour fabriquer des gouttières.

Pour l'aluminium et l'étain, la pellicule formée est si mince que ces métaux se ternissent à peine : se sont des **métaux inaltérables**.

Problèmes posés par l'oxydation

Les métaux précieux inoxydables sont très souvent alliés à des métaux oxydables (du cuivre par exemple). Ceci explique le fait que l'oxydation joue un rôle important dans le travail de l'alliage.

En brasage :

Il est très difficile de réaliser un brasage sur des métaux oxydés qui empêchent la brasure fondue de « mordre » sur le métal.

Lors d'une fonte (réalisation d'un alliage par exemple) :

Il ne faut jamais mélanger des métaux oxydés, dans ce cas il est très difficile de réaliser un produit homogène.

Dans le domaine du polissage, l'oxydation ternit les surfaces et peut même modifier les couleurs de l'alliage.

Comment éviter ou supprimer une oxydation ?

Pour souder :

Recouvrir les pièces d'acide borique ou de borax.

Utiliser une flamme réductrice

Souder à la flamme verte (procédé qui incorpore de l'acide borique dans la flamme souvent utilisé pour la fonte sous pression de l'or gris, très sensible à l'oxydation).

Pour fondre :

Ne pas oublier de mettre en présence des métaux non oxydés.

Ajouter aux métaux en fusion des corps réducteurs afin d'obtenir un mélange homogène

Pour supprimer une oxydation :

Utiliser les acides qui peuvent dissoudre les oxydes métalliques en donnant un sel métallique plus de l'eau.



En utilisant un corps réducteur (capable d'enlever l'oxygène d'un oxyde et de rendre le métal pur.

Comment s'oxydent les alliages d'or et d'argent ?

Il existe deux circonstances où les métaux précieux doivent être portés à température relativement élevée (entre 600 et 800°C) au cours de leur travail.

- d'abord, lorsqu'ils ont été durcis par écrouissage et qu'il s'agit de leur rendre leur malléabilité pour pouvoir continuer à les déformer sans difficulté (recuit).
- enfin, au cours des opérations de brasage.

Très souvent, ces opérations sont effectuées sans précaution particulière, à l'air, et le métal se recouvre d'une couche d'oxyde. Dans le cas d'un alliage d'or, cet oxyde peut être enlevé par décapage dans une déroche acide et on constate alors que sa couleur est parfois modifiée. L'or rose par exemple est devenu jaune. Avec l'argent d'orfèvrerie 1er titre, on voit apparaître des taches sombres sur le métal, les taches de feu. Avec d'autres alliages d'argent, les phénomènes peuvent revêtir d'autres aspects. Quelle est la nature profonde de ces phénomènes ? Comment éviter et corriger leurs effets ?

Avant toute chose, disons quelques mots du phénomène physique qui confère à l'oxydation les divers aspects qu'elle peut présenter, le phénomène de diffusion.

La diffusion dans un solide est la propriété que possèdent les atomes constituant ce solide de se déplacer. On l'observe particulièrement bien dans le cas des alliages. S'il existe des régions de titres différents, les atomes se déplacent des régions où leur concentration est la plus élevée vers les régions où leur concentration est moindre.

Par exemple, si on argente par électrolyse un objet en or fin et qu'on le chauffe, on observe au bout de peu de temps un changement radical d'aspect. Le métal argenté blanc est devenu vert. Il s'est formé en surface un alliage or-argent : des

atomes d'argent ont pénétré dans l'or et ils ont été remplacés par des atomes d'or qui progressaient dans la direction opposée. Le même phénomène se serait produit si deux alliages de titres différents avaient été plaqués l'un sur l'autre. La diffusion tend à homogénéiser les alliages.

L'oxydation d'un métal est la transformation de ce métal en oxyde par réaction avec l'oxygène, le plus souvent celui de l'air. Si on chauffe du cuivre à l'air, il se recouvre d'une couche d'abord rouge d'oxydure (CuO_2), puis noire d'oxyde (CuO). L'or et l'argent fins par contre ne changent pas de teinte. Ils ne réagissent pas avec l'oxygène de l'air pour former un oxyde. Le cas de l'argent est cependant particulier car il peut dissoudre l'oxygène qui diffuse peu à peu de la surface exposée à l'air vers l'intérieur.

Donc, l'or n'est pas oxydable alors que le cuivre s'oxyde facilement. Lorsqu'on chauffe à l'air un alliage or-cuivre, ce sont d'abord les atomes de cuivre de la surface, en contact direct avec l'oxygène de l'air, qui se transforment en oxyde. L'oxyde de cuivre n'est pas du cuivre. La surface de l'alliage présente donc une concentration nulle en cuivre dès le premier temps de l'oxydation. Le phénomène de diffusion entre alors en jeu dans le métal, les atomes de cuivre se déplaçant de l'intérieur où ils se trouvent à la concentration initiale, vers la surface où ils sont aussi consommés pour former l'oxyde. Il y a une véritable aspiration de cuivre de l'intérieur vers la surface, les atomes les plus vite aspirés étant les plus proches de la surface.

En somme, si on arrête l'opération et qu'on effectue une coupe de l'alliage or-cuivre, on peut observer :

- sur la surface une couche d'oxyde,
- la surface elle-même exempte de cuivre libre
- au-dessous de la surface une concentration croissante en cuivre jusqu'à la valeur initiale qu'on retrouve à une certaine profondeur, trop éloignée de la surface pour avoir été affectée par la diffusion.

Si le métal, dans cet état, est déroché, c'est-à-dire si on élimine la couche d'oxyde, la surface présentera l'aspect correspondant à sa composition, c'est-à-dire l'aspect de l'or fin.

Avec un alliage or-argent-cuivre, un or rose à 750/000, par exemple, le phénomène présente la même allure : le cuivre s'élimine en surface par formation d'oxyde. Si on décape, l'aspect est celui d'un alliage décuivré, c'est-à-dire jaune. Si on polit, on enlève par abrasion la couche superficielle appauvrie en cuivre et on retrouve l'alliage rose initial.

Pour éviter le changement de teinte, il faut éviter de « sortir » le cuivre des couches superficielles par oxydation, il faut donc opérer dans une atmosphère privée d'oxygène.

Dans l'industrie, on utilise des fours de recuit spécialement conçus, avec des atmosphères protectrices formées d'azote, de mélange d'azote et d'hydrogène, ou de gaz carbonés.

Plus simplement on peut enfermer les pièces dans des coffrets en fer contenant des copeaux de fonte qui fixent l'oxygène présent avant le cuivre. Dans les opérations de soudage, on peut utiliser des flux, tels le borax ou l'acide borique ou, mieux encore, des chalumeaux alimentés par des gaz chargés de composés gazeux de l'acide borique (flamme verte). Il se forme ainsi sur la pièce, partout où elle entre en contact avec la flamme, une mince couche protectrice d'acide borique fondu.

L'argent avons-nous dit constitue un cas à part puisqu'il peut dissoudre l'oxygène. Lorsque de l'argent fin est chauffé, à l'air, son aspect ne change pas mais en fait il s'enrichit en oxygène, qui chemine peu à peu de la surface vers l'intérieur par diffusion. Dès lors, dans le cas des alliages d'argent chauffés à l'air, des alliages argent-cuivre, par exemple, deux diffusions, dans des directions opposées sont possibles : diffusion du cuivre de l'intérieur vers la surface, diffusion de l'oxygène de la surface vers l'intérieur.

Si la vitesse du cuivre est plus grande que celle de l'oxygène, il se forme une couche superficielle d'oxyde. Si la vitesse de l'oxygène est plus grande, il pénètre dans l'alliage où il oxyde le cuivre. C'est le phénomène d'oxydation interne. Si on observe au microscope une coupe de ce métal oxydé, on voit nettement les grains d'oxyde formés (fig.2).

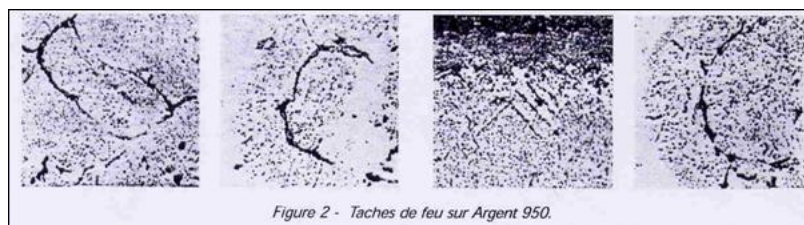
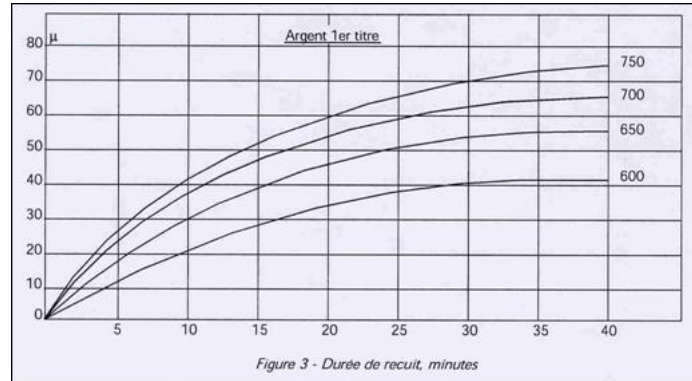


Figure 2 - Taches de feu sur Argent 950.

Extérieurement, l'argent a pris une teinte sombre, il s'est créé une « tache de feu ».

La vitesse de diffusion du cuivre est d'autant plus grande que sa concentration est elle-même plus grande. C'est donc sur les alliages riches en cuivre, comme par exemple sur l'argent à 835 ‰, que l'on observe la formation de couches noires d'oxyde de cuivre. Par contre, les taches de feu, par oxydation interne, apparaissent sur les alliages plus dilués comme l'argent premier titre. Nous avons rassemblé les résultats des observations de Cookson Clal sur le sujet sous forme de courbes qui donnent les profondeurs de pénétration de l'oxygène, donc des profondeurs des taches de feu, en fonction du temps et de la température (fig.3).

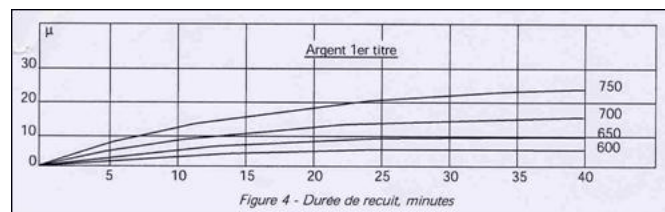


On voit par exemple que le chauffage de l'argent 1er titre à l'air, à 750°C pendant 10 minutes, provoque la formation d'une tache de 42 microns, soit 0,042 mm d'épaisseur.

Contre les taches de feu de l'argent 1er titre, il y a un remède et deux palliatifs.

Le remède est d'éviter l'oxydation par l'emploi d'une atmosphère ou d'une protection convenable et nous renvoyons à ce qui a été dit au sujet des alliages d'or. Le premier palliatif est de masquer la tache de feu par un dépôt galvanique d'argent fin, le second est d'enlever le métal par polissage, mais on sait ce qu'une telle chirurgie a de pénible pour l'orfèvre et mutilant pour l'objet.

Les taches de feu arrivent aussi à se former dans les alliages d'argent qui s'oxydent par formation d'une couche d'oxyde. En effet, on observe le même phénomène que dans les alliages d'or, c'est-à-dire un appauvrissement du métal en constituant oxydable sous la surface. Par exemple, l'argent deuxième titre se recouvre par oxydation d'une couche d'oxyde de cuivre mais les régions sous-jacentes voisines du métal s'appauvrissent en cuivre et, dès lors, il est possible à l'oxygène d'y pénétrer et de donner lieu au phénomène d'oxydation interne. Aussi, après décapage, n'est ce pas la belle surface de l'alliage initial qui risque de se présenter, mais une surface terne. La figure 4 montre la profondeur de pénétration de l'oxygène dans l'argent deuxième titre recuit à l'air, en fonction de la température et de la durée de recuit. On voit que la vitesse de croissance des taches de feu dans cet alliage est quand même plus faible que dans l'argent 1er titre.



Mentionnons ici un autre aspect du phénomène précédent. Soit un alliage deuxième titre qui a été oxydé et décapé. Il est donc recouvert d'une couche d'argent fin où sont occlus des grains d'oxyde de cuivre. Cette couche se comporte vis-à-vis de l'oxygène comme une couche d'argent fin où l'oxygène peut se diffuser très vite. Si on procède à un nouveau recuit de ce métal décapé, qu'une couche d'oxyde n'isole pas au contact direct avec l'oxygène de l'air, celui-ci commence par diffuser très vite dans la couche superficielle jusqu'à ce qu'il parvienne à l'alliage riche, situé juste en dessous, où l'oxygène ne peut diffuser. Il se forme alors une couche d'oxyde, en sandwich entre l'alliage peu ou pas décuivré et la couche superficielle décuivrée. Le métal apparemment, reste blanc mais il suffit de très peu de chose pour que la couche d'argent fin se décolle, pèle, et découvre la couche noire qu'elle masquait.

Les phénomènes d'oxydation peuvent donc revêtir bien des aspects. Vu leur importance pratique, ils font l'objet d'études scientifiques très poussées et de gros volumes leurs sont déjà consacrés. Ici, nous avons simplement décrits ces phénomènes d'une manière simplifiée, pour donner une image concrète de ce qui se passe dans des cas qui nous sont familiers et pour aider ainsi à résoudre ainsi les petits problèmes quotidiens.

LES METAUX

INTRODUCTION

Les métaux peuvent se classer en deux catégories :

- les **métaux purs** : fer, cuivre, nickel, plomb, or, argent, platine...
- les **métaux alliés** (ou alliages) : fonte, bronze, laiton, or jaune, argent 925...

Il est rare que les métaux se trouvent à l'état pur (état **natif** dans le sol). On le rencontre généralement à l'état de **minéral**, c'est-à-dire mélangé avec :

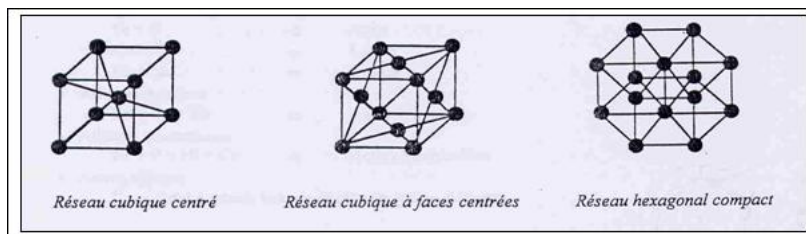
- des métalloïdes (corps non métallique ex : soufre)
 - d'autres métaux
 - de la gangue (substance stérile).

Les minerais extraits du sol sont soumis à des traitements mécaniques, chimiques que l'on appelle des opérations métallurgiques. A la suite de ces traitements, on parvient à isoler le métal pur.

Structure des métaux :

Structure amorphe : le métal est composé d'un ensemble de molécules disposées de manière plus ou moins anarchique. Cette structure est caractérisée par de faibles liaisons intermoléculaires.

Structure cristalline : des atomes sont alignés de manière quasi parfaite sur des droites parallèles. Cette structure présente de fortes liaisons intermoléculaires et une grande compacité. Pour les métaux cette structure présente principalement trois types de mailles :



LES ALLIAGES

Définitions :

Allier : (Lat. alligare : lier). Combiner (des métaux). Allier le cuivre et l'étain, par exemple.

Alliage : Résultat d'une combinaison de métaux. Le bronze est un alliage.(cuivre + étain).

Un alliage est un corps composé, formé d'un métal au moins et d'éléments d'additions.
C'est le résultat d'une combinaison à l'état liquide (une **fusion**).

L'industrie utilise peu les métaux purs mais emploie de nombreux alliages dont les propriétés mécaniques sont meilleures que celles des métaux pur

Structure des alliages :

Approche quantitative :

Alliages **binaires** : alliages de deux éléments

Ex :

Fe + C = Acier

Cu + Sn = Bronze

Alliages **ternaire** : trois éléments

Ex :

Cu + Zn + Ni = Maillechort

Alliages **quaternaires** : Quatre éléments

Ex :

Fe + C + Ni + Cr = Aciers inoxydables

Autres alliages : ils peuvent contenir beaucoup plus de quatre éléments.

Approche qualitative :

Alliages **ferreux** $\Rightarrow$ métal de base : le **fer**

Ex :

- Les **fontes** : alliages de fer et de carbone obtenus dans des hauts fourneaux.

- Les **aciers** : alliages de fer et de carbone obtenus à partir de l'affinage la fonte (diminution de la teneur en carbone jusqu'au niveau souhaité) dans des fours spéciaux.

- Les **aciers spéciaux** : alliages, très nombreux, de fer, de carbone et d'autres métaux purs (ex : nickel, chrome, etc....)

Alliages **cuvreux** $\Rightarrow$ métal de base : le **cui**vre

Ex :

- les **bronzes** : alliage cuivre + étain.

- les **laitons** : alliage cuivre + zinc

- le **maillechort** : alliage cuivre + zinc + nickel

(Le maillechort ne doit plus s'utiliser en atelier depuis le 21 janvier 2001, date d'application de la directive européenne sur le nickel. En effet, le nickel est un élément largement présent dans notre environnement quotidien. Il présente cependant un danger. En contact avec la peau, il provoque des dermatoses de contact auprès des personnes sensibles)

Alliages d'**argent** $\Rightarrow$ métal de base : l'**argent**

Ex :

- L'**argent 925** : argent + cuivre

- **Brasure** argent : argent + laiton + cuivre.

Alliages d'**or** ⇒ métal de base : l'**or**

Ex :

- l'**or rouge** : alliage or + cuivre
- l'**or jaune** : alliage or + cuivre + argent
- l'**or vert** : alliage or + argent
- l'**or rose** : alliage or + cuivre + argent

DENSITE DES METAUX

Densité : Rapport de la masse d'un certain volume d'un corps à la masse du même volume d'eau (corps de référence généralement utilisé).

Exemples de densité (par rapport à l'eau)

Liquides

Eau de mer	1.03
Eau	1

Substances

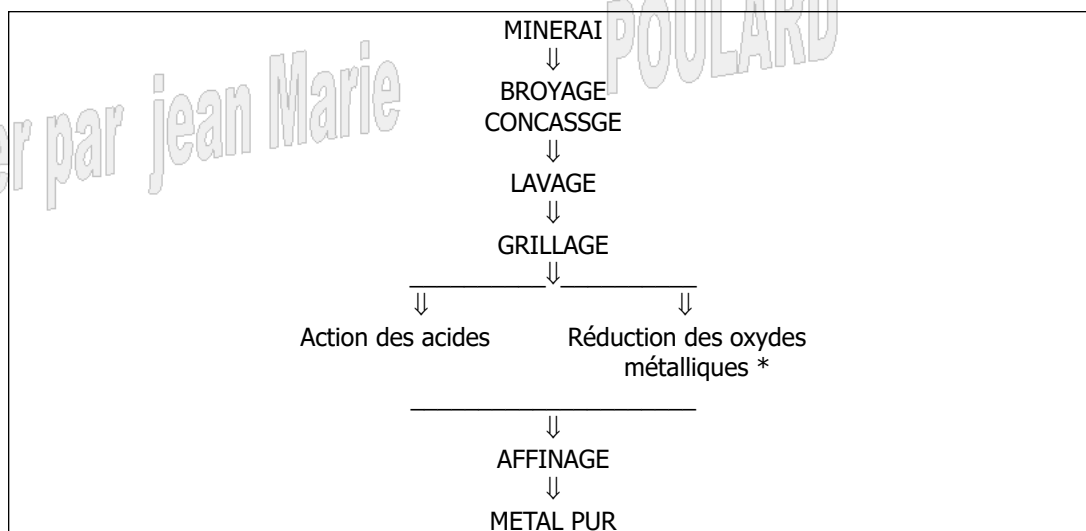
Diamant	3.51
---------	------

Métaux et alliages

Argent fin	10.5
Platine fin	21.45
Or fin	19.32
Cuivre	8.96

OPERATIONS METALLURGIQUES

Nous pouvons schématiser les principales opérations le plus souvent pratiquées :



* Fixer l'oxygène par le charbon



Minerai de fer

LES METAUX NOBLES

On désigne ainsi les métaux appartenant à un groupe de **8 métaux** - or (Au), argent (Ag), ruthénium (Ru), rhodium (Rh), palladium (Pd), osmium (Os), iridium (Ir), platine (Pt) - et connus, comme l'or et le platine, pour leur grande inertie chimique et leur inaptitude à se combiner à l'oxygène.

L'or, l'argent et le platine existant à l'état natif il furent connus très tôt, par opposition aux autres métaux, associés au platine dans le minerai et appelés de ce fait platinoides (Pt-Ru-Rh-Pd-Os-Ir).

Propriété principale :

Le caractère dominant des 8 métaux nobles est leur résistance à l'action des agents chimiques, qui résulte de la structure électronique même de leurs atomes.

Applications :

Les applications des métaux nobles en dehors de la bijouterie et des produits de luxe en général sont très nombreuses.

En voici quelques exemples :

- La grande inertie à l'oxydation justifie une résistance de contact constante, d'où l'emploi important des métaux nobles en électrotechnique et en électronique.
- La résistance à la corrosion à haute température permet l'emploi du Pt avec Rh et Ir dans l'industrie verrière pour l'élaboration de verres, de cristaux, de fibres de verre pour le renforcement ou l'isolation.
- Leur grande stabilité thermoélectrique les fait utiliser comme éléments sensibles pour la mesure de température (thermomètre à résistance de Pt, thermocouples).

LES PROPRIETES MECANIQUES DES METAUX

La **plasticité** des métaux :

Lorsque la force appliquée au solide dépasse la limite d'élasticité, force et allongement ne sont plus proportionnels, et le solide ne retrouve plus sa forme et ses dimensions initiales après suppression de la force. Le solide s'est alors déformé plastiquement. La plasticité, ou l'aptitude à la déformation sans rupture, croît souvent avec la température: cette propriété permet le forgeage du fer au-dessus de 500 °C.

La fusibilité :

Propriété que possèdent les métaux de passer de l'état solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur. La température à laquelle se produit cette transformation s'appelle « le point de fusion ».

Domaine d'intérêt : pièces de fonderie, soudage.

La fluidité :

Propriété que possède un métal en fusion de remplir correctement un moule de façon à reproduire le plus fidèlement possible un modèle.

Domaine d'intérêt : moulage de pièces.

La malléabilité :

Propriété que possèdent certains métaux de se laisser réduire en feuilles minces ou de se déformer à chaud ou à froid sous l'action de pression régulière ou de chocs.

Domaine d'intérêt : laminage, forgeage, emboutissage.

La ductilité :

Propriété qui permet à certains métaux de se laisser étirer, à chaud ou à froid, en fils. Plus le métal est ductile mieux le fil peut être étiré.

Domaine d'intérêt : tréfilage industriel, tirage à la filière.

La soudabilité :

Propriété qui permet à certains métaux de se souder à chaud et d'obtenir des assemblages non démontables.

La ténacité :

Résistance qu'offrent les métaux aux efforts de formation tels que traction, compression, cisaillement, flexion, torsion.

La Dureté d'un métal:

Est sa capacité à résister à la déformation. On la détermine au moyen d'essais normalisés en mesurant la profondeur de l'empreinte faite par un poinçon.

C'est la résistance qu'il oppose à la pénétration.

L'ARGENT

C'est l'un des métaux les plus anciennement connus. Il semble cependant que sa découverte soit postérieure à celle des deux autres métaux de la même famille chimique : l'or et le cuivre. Dès la première dynastie égyptienne, vers 3500 avant J.-C., sa rareté, son blanc très pur et son inaltérabilité le faisaient employer comme monnaie, sa valeur étant supérieure à celle de l'or.

Des œuvres graphiques anciennes en Asie Mineure et sur des îles de la Mer Egée nous montrent que l'homme a appris à séparer l'argent du plomb aux environs de 3000 avant J.C.

Le nom scientifique "argent" vient du latin "argentum" qui dérive du mot grec "arguros" qui signifie "blanc étincelant" ou "blanc clair".

Les alchimistes du Moyen-Age ont consacré l'argent, à cause de son magnifique éclat, à la déesse de la lune (Luna). Le tout premier symbole pour ce métal était par conséquent une demi-lune.

Propriétés physiques et chimiques de l'argent

Symbole chimique : Ag. L'argent cristallise dans le système cubique. La maille élémentaire est CFC.

Élément : n°47

Masse atomique : 107.88

Densité : 10.45

Point de fusion : 960.5°C, la température d'ébullition est voisine de 2000°C.

Malléabilité : très bonne, juste en dessous de l'or. On peut le réduire en feuilles de 3 microns (0.003 mm) qui laisse tamiser une lumière bleue.

Dureté : de 2.5 à 3 sur l'échelle de Mohs, sensiblement égale à celle du cuivre. C'est un métal relativement mou. Sa dureté est notablement augmentée par l'addition de petite quantité de cuivre.

Ductilité : très bonne, juste en dessous de l'or. Avec un gramme d'argent, on peut réaliser un fil de 2600 mètres.

Couleur : blanche, c'est le plus brillant des métaux.

Ténacité : moyenne 16.5 dan/mm²

Conductibilité thermique : la meilleure des métaux

Conductibilité électrique : id.

Inoxydabilité : à l'état pur, inaltérable à l'eau et à l'air. Cependant, il noircit lentement par suite de traces d'hydrogène sulfuré. Poli, l'argent a un grand pouvoir réfléchissant.

Les métaux : Le plomb, l'étain l'attaquent en fusion. Le mercure à froid, ainsi que le sodium.

Les acides : L'acide nitrique le dissout à froid, le sulfurique ne l'attaque que concentré et bouillant. L'acide chlorhydrique est presque sans action, même à chaud. L'eau régale le dissout.

Il est précipité par le chlorure de sodium ou par l'acide chlorhydrique sous forme de chlorure d'argent.

Il est noirci par le soufre.

Par ses propriétés physiques, l'argent se rattache surtout à l'or et au cuivre et, par ses propriétés chimiques, au palladium.

Le rochage

Un phénomène très important est la solubilité des gaz dans l'argent et en particulier de l'oxygène.

A l'état liquide, la solubilité est extraordinairement élevée puisqu'au voisinage de sa température de fusion l'argent peut dissoudre 25 fois son volume d'oxygène.

C'est vraisemblablement l'argent qui, de tous les métaux fondus, peut dissoudre le plus d'oxygène.

Au voisinage de sa température de fusion, la solubilité à l'état liquide est 40 fois supérieure à la solubilité à l'état solide. Il en résulte qu'en se solidifiant, l'argent libère l'oxygène dissout. Il dégage alors brusquement lors de sa solidification l'entière partie d'oxygène absorbée et provoque la formation de cratères en surface du métal. C'est le phénomène de rochage. On évite ce phénomène en faisant refroidir très lentement l'argent que l'on vient de fondre, également au moyen de désoxydant, par exemple le cuivre.

Les titres

1^{er} titre : 925 ‰

2^{ème} titre : 800 ‰

Utilisation

Les utilisations de l'argent sont nombreuses, surtout au niveau monétaire, industriel et artisanal.

On peut particulièrement citer :

- Miroirs

L'argent est un des meilleurs réflecteurs pour la lumière et il est en même temps raisonnablement résistant à la corrosion. Pour la fabrication de miroirs de bonne qualité, on applique une mince couche d'argent pur sur une plaque en verre.

- Batteries

- Fabrication d'encre indélébile

- Emulsions photographiques
- Pièces de monnaie, bijoux

Des pièces de monnaie en argent sont fabriquées à partir d'alliages contenant de 40 à 90 % d'argent. La plupart du temps, à cause de la dureté requise de la matière, on ajoute du cuivre. L'argent est facile à travailler.

Des bijoux et des objets de joaillerie sont réalisés à partir d'alliages en argent ou à partir de métaux moins nobles qui sont argentés par la suite.

Des bijoux plus coûteux sont réalisés en argent et sont munis d'une mince couche de rhodium (rhodiés).

La teneur des pièces de monnaie et des bijoux en argent (et d'autres objets en argent) est indiquée en proportions pour 1000. Une teneur de 925 - fréquemment utilisée pour des bijoux - signifie que l'alliage contient de l'argent à concurrence de 92,5 %.

L'OR

Propriétés physiques de l'or pur

- **Couleur** : jaune vif foncé

- **Densité** : 19.32 à 20°C

- **Dureté** : très faible, de l'ordre de celle du plomb. A l'état recuit, sa dureté Mohs est de 2.5.

- **Malléabilité** : excellente, l'or est le plus malléable des métaux.

- **Ductilité** : extrême c'est sans doute sa propriété la plus étonnante, puisqu'en étirant un gramme d'or, on peut obtenir un fil de 3 Km de long (grâce à la technique du tréfilage). En aplatissant ce même gramme d'or, on peut aussi réaliser une feuille de 1m2 d'une extrême finesse (ces feuilles sont souvent utilisées pour les dorures décoratives). Une once (31.1g) peut donner une feuille de 28m2.

- **Ténacité** : bonne, 18.800 kg au cm².

- **Inoxydabilité** : parfaite à toutes températures.

- **Inaltérabilité** : ce qui fait son charme et ce qui est sans doute à l'origine de l'incomparable fascination qu'il suscite, c'est que ce métal est inaltérable à l'état pur (24 carats ou 1000/1000è), c'est à dire qu'il ne s'oxyde, ni ne se ternit. L'or de bijouterie peut cependant "brunir", mais cette altération est le fait des métaux avec lesquels l'or est allié.

- **Température de fusion** : 1064,43°C, l'or fondu émet une lumière verdâtre. Bout à 3080°C.

- **Conductibilité électrique** : excellente, 80% de celle de l'argent. Excellent conducteur électrique, l'or est désormais présent dans les circuits imprimés des ordinateurs. Il peut aussi devenir un très bon rempart contre les rayonnements solaires, c'est pour cela qu'on le pulvérise sur les visières des casques d'astronautes, les vitres des Air-Bus et des TGV. Cette utilisation récente de l'or a fait apparaître une nouvelle générations de chercheurs d'or, qui récupèrent le précieux métal sur les appareils hors service.

- **Conductibilité thermique** : presque égale à celle de l'argent qui possède la plus forte conductibilité thermique.

Propriétés physiques des alliages d'or les plus courants.

Carat	Composition %		Couleur	Densité	T° de fusion
	Argent	Cuivre			
24	-	-	Jaune	19.32	1064
22	5.5	2.8	Jaune	17.9	995-1020
	3.2	5.1	Jaune intense	17.8	964-982
21	4.5	8.0	Jaune-Rose	16.8	940-964
	1.75	10.75	Rose	16.8	928-952
	-	12.5	Rouge	16.7	926-940
18	16.0	9.0	Jaune pale	15.6	895-920
	12.5	12.5	Jaune	15.45	885-895
	9.0	16.0	Rose	15.3	880-885
	4.5	20.0	Rouge	15.15	890-895

Températures de recuit recommandées

Alliage	Température de recuit	Couleur
Or pur, 24 carat	200	Noir
21 - 22 carat	550 - 600	Rouge très sombre
18 carat	550 - 600	Rouge très sombre
14 carat	650	Rouge sombre
Or blanc (palladium)	650 - 700	Rouge cerise mat
Or blanc (nickel)	700 - 750	Rouge cerise
Argent 925	600 - 650	Rouge sombre

Effet du choix du refroidissement sur les ors 18 carats après un recuit à 650°C.

Composition, % poids			Dureté HV	
Or	Argent	Cuivre	Refroidissement lent à l'air	Plongé dans l'eau
75	25	-	56	56
75	22	3	90	88
75	17	8	138	136
75	12.5	12.5	160	160
75	8	17	170	165
75	3	22	196	177
75	-	25	242	188

Propriétés chimiques :

La résistance de l'or aux attaques chimiques est excellente, mais l'eau régale le dissout ainsi que le chlore, l'eau de Javel, le mercure et les cyanures (cyanures alcalins en présence d'air).

Les alliages d'or au dessus de 750 millièmes résistent très bien aux acides et aux agents oxydants de la vie courante (atmosphère, transpiration, produits culinaires ou d'entretien domestiques).

Sous l'influence du courant électrique, il peut être attaqué par divers sels.

Les principaux sels d'or sont :

-
-

- le chlorure d'or :

Obtenu par action de l'eau régale sur l'or fin et évaporation.

Cristaux jaunes ou masse brune selon les conditions de préparation.

Très soluble dans l'eau et l'éther

La solution tache la peau en violet pourpre

Utilisé pour préparation de certains bains de dorure et en photographie.

- le cyanure d'or :

Généralement associé avec le cyanure de potassium

En sel double d'or et de potassium

Sel blanc, poison violent

Soluble dans l'eau

Très utilisé pour les bains de dorure galvanique.



Le titre :

Proportion de métal précieux dans un alliage. Il s'exprime en millièmes (appellation légale) ou en carats (appellation plus habituelle mais qui ne doit plus être employée)

L'or natif (ou or fin) est de l'or pur, c'est-à-dire qu'il ne contient pas d'autres métaux. Il est titré à 1000/1000e (24 carats). Les lingots d'or sont en or fin 9999/10000e.

A l'état naturel, l'or est trop malléable pour pouvoir être utilisé en bijouterie, il faut alors l'allier à d'autres métaux.

L'appellation "or" est réservée aux titres de 1000/1000 à 750/1000.

L'or 916/1000e. (22 carats) et 833/1000e. (20 carats) sont utilisés pour des techniques dentaires ou dans l'industrie, ainsi que pour la réalisation de monnaies, médailles commémoratives.

En France le pourcentage usuel en bijouterie est de 75% d'or pour 25 % de métaux consolidant (On parle alors d'OR 750 (18 carats)).

Depuis 1993, on peut cependant trouver sur le marché français des bijoux contenant un pourcentage d'or fin inférieur à 75% (exemple 33% d'or (8 carats))

Dans ce cas, la législation exige qu'on parle alors d'alliages d'or (Loi 94.6 promulguée en date de 04/01/94 et entrée en vigueur rétroactivement le 13/12/93).

L'or fin est titré comme étant à 24 carats.

Un bijou titrant 18 carats contient donc 18 parts d'or soit 75 % d'or fin.

L'or à 18 carats = 750 millièmes

L'or à 14 carats = 583 millièmes

L'or à 9 carats = 375 carats

	Carats	Millièmes	% Or
Or et alliages d'or	24	1000	100
	22	916.7	91.67
	18	750	75
	14	583.3	58.3
	10	416.7	41.67
	9	375	37.5

Les alliages d'or :

L'or s'allie à beaucoup de métaux mais le nombre des alliages utilisés est assez restreint. On note cependant à l'heure actuelle l'apparition d'un certain nombre d'alliages nouveaux à usage industriel ou décoratif.

La couleur des alliages d'or est très variable et parfois une faible addition d'un métal étranger change considérablement la teinte.

Au 750	Ag 250	Verdâtre	
Au 600	Ag 400	Vert d'eau	
Au 750	Ag 50	Cu 200	Rose

Au 860	Pd 140			Blanc
Au 998	Hg 2			Blanc
Au 920	Zn 80			Jaune-vert
Au 800	Fe 200			Gris-bleu
Au 780	Al 220			Violet-pourpe
Au 750	Cu 35	Ni 165	Zn 50	Gris

L'effet du ratio cuivre/argent sur la couleur

Type	Or % poids	Argent %	Cuivre %	Colours
22 ct	91.6	8.4	-	Jaune
	91.6	5.5	2.8	Jaune
	91.6	3.2	5.1	Jaune intense
	91.6	-	8.4	Rose
18 ct	75.0	25.0	-	Vert jaune
	75.0	16.0	9.0	Jaune pale
	75.0	12.5	12.5	Jaune
	75.0	9.0	16.0	Rose
	75.0	4.5	20.5	Rouge
14 ct	58.5	41.5	-	Vert pale
	58.5	30.0	11.5	Jaune
	58.5	9.0	32.5	Rouge
9 ct	37.5	62.5	-	Blanc
	37.5	55.0	7.5	Jaune pale
	37.5	42.5	20.0	Jaune
	37.5	31.25	31.25	Jaune intense
	37.5	20.0	42.5	Rose
	37.5	7.5	55.0	Rouge

En résumé :

OR JAUNE : Or + (argent dominant + cuivre)
 OR ROSE : Or + (argent + cuivre dominant)
 OR ROUGE : Or + (cuivre uniquement)
 OR GRIS ou BLANC : Or + (nickel + palladium dominant)

L'or gris ou blanc est toujours rhodié (recouvert d'une couche de métal rare, le rhodium), pour éliminer les reflets jaunes et lui donner un aspect brillant et blanc. D'autres nuances existent, moins courantes en bijouterie, et principalement utilisées en décoration :

L'alliage d'or "vert" (Or+argent)

L'alliage d'or "bleu" (Or+fer ou cobalt)

L'alliage d'or "rosé tendre" (Or+argent+cuivre+cadmium)

L'alliage d'or "violet" (Or+aluminium).

Les malléabilités de ces divers alliages sont très différentes et conditionnent les possibilités de leurs emplois pratiques.



LE PLATINE

Propriétés physiques et chimiques

- **Couleur** : Blanc-Gris

- **Symbole** : Pt

- **Densité** : 21.45

- **Dureté** : Bonne, 4.3 sur l'échelle de dureté Mohs.

- **Malléabilité** : Bonne

- **Ductilité** : Très bonne, venant après l'or et l'argent

- **Ténacité** : 31 daN/mm²

- **Inoxydabilité** : inoxydable à toutes températures, il se soude facilement.

- **Température de fusion** : 1771°C, ébullition : 3827°C

- **Conductibilité électrique** : bonne

- **Conductibilité thermique** : bonne

- **Les métaux** : le plomb, l'étain et le bismuth l'attaquent. Le mercure n'a aucune action.

- **Les acides** : Nitrique, chlorhydrique, sulfurique sans action. Seule l'eau régale à chaud l'attaque.

Le platine est l'un des métaux **les plus denses et les plus lourds**. Hautement malléable, tendre et élastique, le platine est extrêmement résistant à l'oxydation et à la corrosion à de hautes températures. C'est un très bon conducteur d'électricité et un puissant agent catalyseur. Le platine se dissout uniquement dans une solution d'eau régale. Ce métal précieux possède une couleur blanche argentée et ne se ternit pas.



Le platine est un métal rare et coûteux qui est apprécié pour certaines de ses propriétés qui le rendent unique. Notamment, ses propriétés chimiques et physiques spécifiques sont d'une utilité essentielle dans de nombreuses et diverses applications. Il est connu comme un métal **écologique**.

Etat naturel

Le platine est considéré comme un métal précieux. Dans la nature, il n'est jamais seul.

Il est très souvent allié à d'autres métaux tels que le fer, cuivre, chrome, or, argent, zinc etc... mais surtout avec 5 métaux qui forment une famille appelée « **la mine du platine** ».

Les platinoïdes sont le **platine (Pt)**, le **palladium (Pd)**, le **rhodium (Rh)**, le **ruthénium (Ru)**, l'**iridium (Ir)** ainsi que l'**osmium (Os)**. Le platine et le palladium en sont les principaux représentants.

Le platine est très rare à l'état natif (sous forme de grains irréguliers). Il se trouve disséminé dans la roche, souvent dans des terrains composés de silicate de magnésium et de manganèse (terrains anhydres).

Certains minerais de nickel donnent dans leurs résidus un peu de platine après traitement.

Titre

950 millièmes, 900 millièmes et 850 millièmes sont les titres légaux.

Alliages

Avec de l'iridium pour le rendre plus rigide (systèmes divers et queues de broche)
Avec du palladium pour le rendre plus malléable

Avec du cuivre pour un usage courant

Fonte en atelier

A cause de son point de fusion élevé, le platine ne peut être fondu avec un chalumeau air gaz. Il faut un chalumeau oxhydrique
On ne doit jamais graisser les robinets de la bouteille d'oxygène: risque d'explosion.

Pour fondre le platine, on emploie en général des briques réfractaires de diverses formes et profondeurs, dans lesquelles on dispose des morceaux de platine à fondre, on n'utilise pas de borax il faut du verre pilé ou de la silice
Cette fonte est dangereuse pour la vue à cause de sa haute température. **Il ne faut jamais manipuler le chalumeau sans de fortes lunettes noires.**



Au début de la fonte et surtout pour les limailles, il faut une flamme assez molle (mais bleutée) et l'approcher progressivement pour ne pas provoquer de projections.

LA MINE DU PLATINE

INTRODUCTION

Le platine est accompagné le plus souvent dans la nature de métaux aux propriétés voisines qu'on appelle les **platinoïdes** ou les **métaux de la mine du platine**.

Ce sont le palladium, le rhodium, l'iridium, le ruthénium et l'osmium auxquels les chimistes attribuèrent pour symboles **Pd, Rh, Ir, Ru** et **Os**, celui du platine étant **Pt**. Pour pouvoir utiliser ces métaux qui n'apparaissent le plus souvent que sous forme de « poudres » appelées « mousses » ou « éponges » il fallait parvenir à élaborer des pièces compactes. Les techniques de fusion traditionnelles échouèrent, impuissantes qu'elles étaient à fournir les températures très élevées nécessaires, et les métallurgistes durent inventer des procédés et des appareils nouveaux comme le chalumeau oxyhydrique par exemple.

Aujourd'hui, par suite de leurs propriétés uniques et malgré des prix très élevés, les platinoïdes sont essentiellement dans l'industrie et seule leur rareté vient limiter le développement des leurs utilisations.

Les platinoïdes ont des propriétés chimiques très voisines, ce qui rend d'ailleurs leur séparation très difficile. Leur caractère le plus apparent est leur **inaltérabilité**. Le platine notamment peut être chauffé même au delà de son point de fusion sans qu'à aucun moment sa surface se ternisse. Ce sont des métaux réfractaires puisque leurs points de fusion vont du 1554°C pour le palladium à 3056°C pour l'osmium.

Certaines propriétés Permettent de rapprocher deux à deux les platinoïdes :

- Le Ru et l'Os sont des corps très durs et cassants
- Le Rh et l'Ir sont difficiles à travailler
- Pt et Pd sont par contre des métaux extrêmement ductiles et malléables. Ils se prêtent particulièrement bien à l'obtention des fils fins et de bandes laminées minces.

I -L'OSMIUM

L'osmium (symbole Os) fut découvert en 1803 en même temps que l'iridium. C'est un métal très rare, de couleur bleu, blanc et d'une grande dureté. Il fond vers 2700 °C et bout vers 5 027 °C.

Découverte en 1803 par Tennant. Son nom vient du grec odeur en raison de l'odeur de ses sels, en effet, le peroxyde a une odeur très forte. L'osmium, de densité 22.57, est, avec l'iridium, l'un des deux éléments les plus denses qui existent; cependant, il n'est pas possible de déterminer avec certitude lequel des deux est le plus dense.

L'osmium est principalement utilisé pour fabriquer des alliages très durs et inaltérables avec d'autres platinoïdes. C'est un métal très difficile à travailler. Sa dureté fait qu'il sert parfois dans les pointes de stylo.

On le rencontre parfois comme impureté sous forme d'amas dans l'or. Il forme alors un point qui rend le bijou fini impossible à polir.

Seul le chalumeau à hydrogène atomique inventé en 1920 par le physicien américain Irving Langmuir permet d'atteindre une température de 3 300 °C et de fondre de l'osmium.

Il est attaqué par la plupart des acides, la potasse et l'eau de Javel.



Osmium-Gonqo Bocco-Brazil

II -LE PALLADIUM

Le palladium (symbole Pd,) est un métal gris-blanc, qui fut isolé pour la première fois, en 1803, par Wollaston, à partir d'un minerai de platine. Son nom vient du fait que sa découverte coïncide avec celle de l'astéroïde Pallas.

Parmi les platinoïdes, c'est celui qui possède le point de fusion le plus bas (1 552 °C) et la densité la plus faible (de 12.02 à 20 °C). Très ductile et malléable, il se travaille aussi bien à froid qu'à chaud. Il ne s'altère pas à l'air, ni à l'eau à température ordinaire, mais se dissout dans l'acide sulfurique ou nitrique et dans l'eau régale.

Métal rare et précieux, on le trouve principalement dans les minerais du platine, de l'or, de l'argent et, à des teneurs beaucoup plus faibles, dans certains minerais du cuivre et du nickel; dans l'extraction et l'affinage de ces métaux, le palladium est obtenu comme sous-produit.

Les principaux producteurs sont les pays de l'ex-URSS et l'Afrique du Sud. Moins coûteux, il est souvent employé à la place du platine, dans certains types de contacts électriques ainsi que dans les circuits imprimés puisque c'est un très bon conducteur de l'électricité. Enfin, allié avec l'or pour former « l'or blanc ». Certains alliages utilisés pour les prothèses dentaires renferment également du palladium.

A froid il se travaille comme le platine ou l'or. Il peut être estampé ou embouti plus facilement que l'or.

Ex d'alliage :

Or gris palladié 18ct : 750‰ Au, 150‰ Pd, 50‰ Ni, 50‰ Cu

C'est le principal usage du Pd en bijouterie, ce qui permet de donner une belle couleur aux alliages d'or gris tout en les rendant malléables.



III -L'IRIDIUM

L'iridium (symbole Ir) fut découvert par S. Tennant en 1803 dans les résidus insolubles résultant de la dissolution de minerais de platine dans de l'eau régale. On le trouve dans la nature à l'état métallique dans des alliages avec d'autres métaux nobles (surtout le platine et l'osmium).

Son nom vient du grec iris (arc-en-ciel) en raison de la couleur de ses sels.

C'est un métal très rare, très dur, peu ductile, peu malléable, qui se travaille à blanc (1 200 °C). Il est impossible à travailler au dessus de 30% d'alliage. De couleur gris-blanc, il fond à 2 410 °C et bout à 4 130 °C. L'iridium est parmi les éléments les plus denses qui existent sur la Terre et a une densité de 22.4.

Il est très résistant à la corrosion et ne se dissout pas dans les acides, même à l'eau régale (a été découvert comme résidu insoluble dans l'eau régale après dissolution du platine). Toutefois, l'iridium peut être attaqué par une solution de perchlorate de sodium dans de l'acide chlorhydrique concentré à 250 °C.

Industriellement, l'iridium ainsi que d'autres métaux de la famille du platine sont obtenus comme sous-produits à partir de l'extraction et de la production du cuivre, du nickel et du platine.

L'iridium est principalement utilisé dans des alliages avec le platine (platine iridié) employés à diverses fins, en bijouterie (plus de la moitié de l'Ir extrait est utilisé par les métiers de la bijouterie et de l'orfèvrerie), dans la fabrication de pointes de stylos ou de plumes, de vis en chirurgie et de contacts électriques. Une utilisation historique fut le mètre-étalon, composé d'un alliage renfermant 10 % d'iridium et 90 % de platine.

Un faible pourcentage d'Ir rend l'or cassant.

Il a un effet durcissant dans les alliages. En bijouterie, on utilise par exemple le platine iridié pour confectionner des épingles pour broches et clips (5% maximum d'Ir) des axes et des ressorts.



IV -LE RUTHENIUM

Dur et cassant, il résiste à l'eau régale.

Le ruthénium fut ainsi baptisé en 1844 par le russe Klaus, en hommage à son pays Son nom vient du nom latin de la Russie (Ruthénie), pays ou il fut découvert.

Très peu utilisé, Il entre comme élément d'alliage du platine pour le durcir. Dans certains pays, il est aussi utilisé avec le Pd pour faire des apprêts.

Peu oxydable.

Résiste bien à la corrosion.

Point de fusion : 2309°C

Densité 12.4



V -LE RHODIUM

Son nom vient du grec Rhodos, rose.

Le rhodium (symbole Rh) fut découvert en 1803 par Wollaston dans un minerai de platine. C'est un métal très rare, la production mondiale étant de l'ordre de 3 t/an. Bon conducteur de l'électricité et très résistant à la corrosion, le rhodium a une couleur blanc argenté; il fond à 1966 °C et possède une densité de 12.41 (à 20 °C).

Il est principalement utilisé dans des alliages de platine et de palladium afin de les durcir, alliages qui ont des emplois variés (thermocouples, contacts

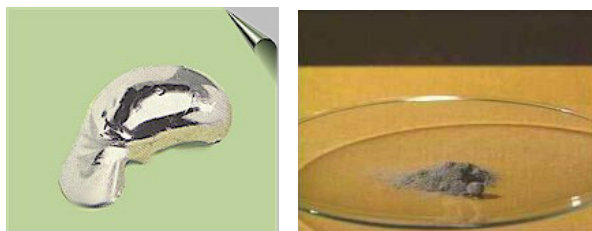
Une fine couche de rhodium obtenue par **rhodiage** sur une surface possède une réflectivité et une dureté très élevées; de telles surfaces sont utilisées dans certains instruments d'optique (matériaux couvrants des miroirs de projecteurs) et en bijouterie.

Malléable, il résiste à l'eau régale et aux autres acides forts.

Les bains de rhodiage permettent de protéger l'argent sans trop en modifier la couleur. On l'utilise aussi pour couvrir le laiton, le bronze, le maillechort (modèles pour fonte à cire perdue) ... ainsi que l'or gris.

Il faut faire attention à l'essai au toucheau qui serait faux si l'on avait soin de gratter les pièces avant l'essai.

Le rhodiage des ouvrages en or est autorisé après contrôle.



ANNEXE I : ETAT NATUREL ET PREPARATION

Les platinoïdes se trouvent à l'état natif, disséminés dans une roche mère appartenant à des terrains anciens, habituellement sous forme de petits grains constituant ce que l'on appelle la mine de platine. La constitution moyenne de cette roche, exprimée en masse, est :

- 85 % de platine,
- 7.85 % de fer,
- 4.5 % d'iridosmine (ou osmiridium, alliage naturel d'iridium et d'osmium),
- 1.4 % d'iridium,
- 0.3 % de palladium,
- 0.3 % de ruthénium
- 0 à 3% de rhodium
- des traces d'or et de cuivre. On les trouve encore dans d'autres minerais comme la sperrylite (PtAs_2), la coopérite (PtS), la braggite ($[\text{Pt}, \text{Pd}, \text{Ni}]_3\text{S}$), la laurite, etc. Ils accompagnent les minerais de nickel et de cuivre, en particulier de Sudbury (Canada), sauf l'osmium.

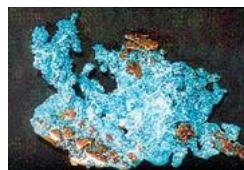
La mine de platine est exploitée en Colombie, au Transvaal, dans l'Oural.

Les traitements de la mine de platine et du minerai de Sudbury sont complexes. On fait intervenir l'amalgamation pour séparer l'or, la dissolution dans l'eau régale à chaud (**mélange de deux parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide chlorhydrique**), laquelle ne dissout ni le ruthénium, ni le rhodium, ni l'iridium (qui sont séparés par dissolution des métaux dans le plomb, suivie de réactions variées), la formation de chloroplatinate d'ammonium (dont la calcination fournit le platine) et de complexe aminé du palladium. L'osmium et l'iridium restent mélangés sous forme d'un alliage appelé improprement osmiure d'iridium, analogue à l'iridosmine naturelle.

LE CUIVRE

Propriétés physiques et chimiques

- Couleur : Rouge Rose. Avec l'or, le seul métal naturellement coloré.
- Présence moyenne dans l'ensemble de l'écorce terrestre : 55 g à la tonne.
Présence dans les organismes vivants : 1 à 10 milligrammes par kg.
- Température de fusion : 1083°C
- Température d'ébullition $\approx$ 2300°C
- Symbole : Cu
- Densité : 8.96
- Malléable, très ductile. Le cuivre est un métal extrêmement ductile. Non allié, il n'y a pratiquement pas de limite à son travail à froid. Le cuivre et les alliages cuivreux se laminent facilement en tôles, se martèlent en feuilles très minces et s'étirent en fils extrêmement fins. Ils se prêtent particulièrement bien à la déformation à chaud.
- Bon conducteur de chaleur et d'électricité. Le meilleur conducteur de l'électricité et de la chaleur après l'argent
- L'air n'attaque pas le cuivre mais l'air humide le transforme en vert-de-gris.
- L'acide nitrique l'attaque violemment, en donnant du nitrate de cuivre (vapeurs très nocives).
- L'acide sulfurique concentré chaud attaque le cuivre en donnant du sulfate de cuivre.
- Les acides chlorhydrique et fluorhydrique sont sans action sur le cuivre à température ordinaire.
- Aptitude à la constitution d'alliages : La plupart des éléments sont solubles dans le cuivre, et peuvent constituer avec lui des alliages dont certains ont des applications d'un intérêt considérable. On peut introduire dans le cuivre jusqu'à 100 % de nickel, 40 % de zinc, 25 % d'étain et 15 % d'aluminium. Le domaine d'application des alliages de cuivre et en particulier du laiton est immense.
- Résistance à la corrosion : le cuivre et ses alliages ne sont pas attaqués par l'eau ni par un grand nombre de produits chimiques. On met cette propriété à profit pour faire des tuyaux en cuivre ou des récipients et conteneurs pour de nombreuses industries. La robinetterie est en laiton ou en bronze. Les toitures en cuivre défient le temps
- Usinabilité et traitements de surface : Le cuivre n'a pas en lui-même une grande aptitude à être usiné. En revanche, certains de ses alliages, et tout particulièrement le laiton ont d'excellentes capacités d'usinabilité et notamment aux grandes vitesses. Le cuivre et ses alliages se prêtent très bien à la plupart des traitements de surface
- Soudabilité : Le cuivre et ses alliages se soudent bien, qu'il s'agisse de soudage autogène, de soudure électrique, de brasage ou de soudage à l'étain.
- Esthétique : C'est, avec l'or, le seul métal nettement coloré (l'or de bijouterie contient d'ailleurs jusqu'à 15 % de cuivre). La couleur naturelle du cuivre est rose saumon, mais il apparaît souvent rouge par suite de son oxydation superficielle ; cette couleur est recherchée en décoration de même que la couleur jaune du laiton, qui se révèle plus ou moins soutenue suivant le pourcentage de zinc contenu.
- Amagnétisme : Le cuivre est amagnétique. Cette propriété lui vaut de nombreuses applications, en tout premier lieu dans l'horlogerie.



En bijouterie :

Il sert à faire le doublé, le croix, les mandrins pour tourner les anneaux de chaîne

Il sert également à fabriquer les alliages d'or rouge et rose, l'argent 1^{er} titre, le bronze, le laiton....

Le laiton

On désigne sous le nom de laiton, des alliages de cuivre et de zinc en proportion variable. Leur couleur varie du blanc avec 44% de zinc, au rouge avec 10% de zinc.

Laiton 1^{er} titre : Cu=70%

Laiton 2^{ème} titre : Cu=50%

Sa masse volumique est de 8,5 g/cm³. La température de fusion est de 900°. Il est malléable et ductile à froid jusqu'à 30% de zinc.

Ce sont des alliages à base de cuivre et de zinc, contenant entre 5 et 45 % de ce dernier.

On peut trouver d'autres éléments d'addition qui visent à lui conférer certaines propriétés particulières. L'élément d'addition le plus courant est le plomb.

Le laiton est l'alliage de cuivre le plus fabriqué. Ses nombreuses qualités de base sont à l'origine de la grande étendue de ses applications.

De tous les alliages de cuivre, les laitons sont ceux qui présentent la plus grande facilité d'emploi.

Ils peuvent être utilisés sous toutes les formes de demi-produits, et leur mise en œuvre peut être opérée par tous les procédés : moulage, matriçage, décolletage, emboutissage, usinage, etc...

Le laiton est par excellence l'alliage du décolletage, c'est-à-dire de l'usinage de pièces sur tour automatique, et du matriçage, qui consiste en une déformation à chaud d'un lopin de métal par pression instantanée dans une matrice.

De plus, il peut recevoir tous les traitements de surface.

On peut classer les laitons en 3 grandes catégories :

Les laitons simples : On appelle laitons simples -ou binaires-, ceux qui ne renferment que du cuivre et du zinc. Au fur et à mesure que la teneur en zinc augmente, la température de fusion et la conductibilité électrique du métal diminuent, tandis que ses qualités de résistance mécanique et de dureté s'améliorent.

Les laitons au plomb : Ils contiennent environ 40 % de zinc et 1 à 3 % de plomb.

Les laitons au plomb présentent une aptitude à l'usinage supérieure à celle de tous les autres alliages industriels. Le plomb, pratiquement insoluble dans les laitons, est disséminé en fins globules qui provoquent une bonne fragmentation des copeaux dans les opérations de décolletage ; il intervient également comme lubrifiant, en raison de son bas point de fusion. Dans les opérations de matriçage, le laiton au plomb subit des déformations plastiques parfois très complexes, qui s'opèrent facilement grâce à son excellente malléabilité à chaud.

Les laitons spéciaux : Ils sont obtenus par l'incorporation d'un ou de plusieurs éléments d'addition comme l'étain, l'aluminium, le manganèse, le nickel, le fer, le silicium ou même l'arsenic, à l'effet d'améliorer certaines propriétés, en particulier leurs caractéristiques mécaniques. Ils contribuent en même temps, dans la plupart des cas, à l'augmentation de leur résistance à la corrosion. Les laitons spéciaux sont donc très nombreux. Les nuances les plus chargées en éléments spéciaux sont généralement utilisées sous forme de pièces moulées ou forgées.

Maillechort

L'origine provient du nom de deux ingénieurs lyonnais Maillet et Chorier qui mirent au point cet alliage. Sa composition moyenne est de 62% de cuivre, 20% de zinc, 18% de nickel. Son aspect est blanc et sa masse volumique de 8,7g/cm³.

Fond vers 1050°C.

Le maillechort est pratiquement inoxydable, il est malléable, ductile, dur et tenace.

Il est attaqué par l'acide nitrique dilué, le vitriol chaud l'attaque lentement.

Ils allient à une couleur agréable une facilité de travail comparable à celle des laitons, avec, cependant, des caractéristiques mécaniques légèrement supérieures. Les maillechorts sont très utilisés en orfèvrerie et décoration (plats, couverts, boîtiers de montre...)

Usages du maillechort :

Fabrication d'instruments de mesure et d'optique, de résistances, de rhéostats. Utilisé en horlogerie, en serrurerie, décoration, instruments de musique, téléphone, électronique...



En orfèvrerie argentée, il est pratiquement le seul alliage utilisé avec le laiton.

En bijouterie, il sert à fabriquer des maquettes, des modèles et des petits outils.

Bronze

Alliage de cuivre et d'étain avec une proportion minimum de 65% de cuivre. Il est plus résistant que le cuivre mais moins malléable. Cet alliage a une grande aptitude au moulage et se travaille bien à l'outil.

Les bronzes sont essentiellement des alliages de cuivre et d'étain, bien que le terme bronze soit appliqué parfois, mais improprement, à d'autres alliages cuivreux.

La teneur en étain des alliages industriels est comprise entre 3 et 20 %. Aux teneurs plus élevées, les bronzes deviennent de plus en plus fragiles et sont alors réservés à des emplois très particuliers, comme la fabrication des cloches par exemple, qui contiennent 20 à 25 % d'étain.

En raison de leur excellente aptitude au moulage, les bronzes sont beaucoup utilisés comme alliages de fonderie. Ils possèdent d'autre part une excellente résistance à la corrosion et un bon coefficient de frottement, leur assurant une grande résistance à l'usure et des caractéristiques mécaniques élevées.



Aluminium (Al)

L'aluminium est un métal mou, léger, mais résistant avec un aspect argent-gris mat, dû à une couche mince d'oxydation qui se forme rapidement quand on l'expose à l'air et qui empêche la corrosion de progresser. À la différence de la plupart des métaux, il est utilisable même s'il est oxydé en surface. On peut même dire que sans cette couche d'oxyde, il serait impropre à la plupart de ses applications.

L'aluminium a une densité environ trois fois plus faible que celle de l'[acier](#) ou du [cuivre](#) ; il est malléable, [ductile](#) et facilement usiné et moulé. Il possède une excellente résistance à la corrosion et une grande longévité. Il est également non magnétique et ne provoque pas d'étincelles. C'est le deuxième métal le plus malléable et le sixième le plus ductile.

LE Mercure (Hg)

Gisements

Le mercure ne se trouve pas à l'état pur. Il est généralement associé à du soufre ("le cinabre").

Propriétés physiques:

- Seul métal liquide à température ordinaire.
- Couleur: blanc argent brillant quand il est pur.
- Densité : 13,6
- Solidification : -39° C (apparence de l'étain).

Propriétés physiologiques:

- ☠ Métal très toxique par ses vapeurs.
- ☠ Maladie provoquée: l'hydrargyrisme (tremblements nerveux, empoisonnement du sang et des organes vitaux).
- ☠ Contact prolongé avec la peau, le mercure pénètre dans le corps.

Propriétés chimiques:

- Facilement attaqué par l'acide nitrique, donne nitrate de mercure.
- L'eau régale l'attaque vivement en donnant du chlorure mercurique.
- L'acide chlorhydrique dilué et le déroché n'attaquent pas le mercure.
- Le mercure ne s'oxyde pas à l'air sec, mais se recouvre à l'air humide d'une couche d'oxyde qui s'épaissit avec le temps.
- Le mercure mélangé avec des poussières, graisses, dégraisants, est difficile à rassembler.

LE Nickel (Ni)

Découvert en 1751, en tant qu'élément chimique, il ne fut utilisé sous forme de métal que vers 1860. Actuellement, la consommation mondiale est considérable il est utilisé en dépôt électrolytique, en alliage cuivreux ou ferreux.

Propriétés physiques et chimiques:

- Métal blanc légèrement jaunâtre, très ductile et malléable.
- Il est l'un des métaux les plus tenaces. Il est magnétique comme le fer.

- Sa densité est 8,8
- son point de fusion est de 1.455 degrés.
- Les acides sulfurique et chlorhydrique attaquent très peu le nickel.
- L'acide nitrique l'attaque et le transforme en nitrate.
- L'eau-régale l'attaque et le transforme en chlorure.

Usages du nickel

Il est surtout utilisé sous forme d'alliage à cause de sa grande résistance chimique et mécanique.

- En bijouterie fantaisie, il sert sous forme d'alliage (inox, inconel, etc.) à fabriquer des briquets, stylos, montres, plaques, etc.
- En bijouterie or, il n'est utilisé que sous forme d'alliage d'or gris



LE Plomb (Pb)

Métal connu depuis des millénaires, les Romains en faisaient des tuyaux de canalisation, sans doute à cause de sa facilité de formage.

Propriétés physiques et chimiques:

- Couleur: gris-bleu
- Densité : 11,3
- Point de fusion: 327 degrés
- Le plomb est mauvais conducteur de chaleur, par contre il fond très facilement.
- Le plomb n'est pas attaqué par l'acide pur concentré (déroche en plomb pour les bijoutiers).
- Les acides chlorhydrique et fluorhydrique sont sans action sur le plomb à température ordinaire.
- L'acide nitrique dilué de son volume d'eau, attaque violemment le plomb
- Le plomb absorbe les rayonnements radio-actifs.

Usage du plomb en bijouterie:

Le plomb sert surtout à emboutir des pièces. Il sert à fabriquer des mâchoires pour les étaux. Il faut faire très **attention**, car si des particules de plomb restent sur l'or au moment du recuit, elles pénètrent dans l'or et rendent ce métal cassant



Il faut se méfier des oxydes de plomb qui sont toxiques pour l'homme.

Le plomb fondu a la propriété de dissoudre la plupart des métaux (sauf le fer). Cette propriété est extrêmement précieuse car elle permet d'effectuer l'essai à la coupelle (essais de titrage de l'or).

LE Zinc (Zn)

Le zinc n'est connu en Europe que depuis le 12ème siècle. Son travail est délicat, car il se cristallise à température ambiante, il ne faut pas recuire le zinc à plus de 150 degrés (voir recuit au savon). Il se soude facilement à la soudure d'étain-plomb.

Propriétés physiques et chimiques:

- Métal blanc-bleuâtre, densité : 7,2
- Point de fusion 419 degrés.
- Dureté intermédiaire entre le fer et l'aluminium,
- Ductilité voisine de l'aluminium.

Le zinc est un métal peu oxydable à l'air sec, mais à l'air humide il se recouvre d'une fine couche d'oxyde qui le protège d'une profonde corrosion. Il est attaqué par les acides nitrique, chlorhydrique, sulfurique.

L'acide chlorhydrique donne du chlorure de zinc, qui sert à fabriquer l'eau à souder.

Les alliages classiques:

- + A) Les maillechorts (Cu-Zn-Ni) : Inoxydable-->Décoration, orfèvrerie, etc
- + B) Les cupro-nickel (Cu-Ni) : Grande résistance à la corrosion
- + C) Les aciers inox (Chrome-Fe-Ni) : Inoxydable-->Marine, orfèvrerie, etc
- + D) Les invar (Ni-Fe) : Coefficient de dilatation nul
- + E) Platinite (Ni-Fe) : Coefficient de dilatation=au verre
- + F) L'inconel (Chrome-Ni) : Inoxydable-->Résistances électriques
- + G) Alliage d'or gris (Au-Cu-Zn-Ni) : Peu utilisé actuellement (trop dur)

Utilisations

La principale utilisation du zinc est la [galvanisation](#) des aciers : le dépôt d'une mince couche de zinc en surface de l'acier le protège de la corrosion. La galvanisation consomme 47 % des volumes de zinc utilisés dans le monde. L'acier galvanisé est utilisé dans l'automobile, la construction, l'électroménager, les équipements industriels, ...

Le [laiton](#), alliage de cuivre et de zinc et le [bronze](#), alliage de cuivre et d'étain auquel on ajoute parfois du zinc, consomment 19 % du zinc.

L'étain (Sn)

Métal blanc brillant, il ne s'oxyde pratiquement pas à l'air, même humide, **mais** chauffé au rouge l'étain se transforme en poudre jaune pâle (poison violent).

Le froid le transforme en étain gris, mais vers moins quarante degrés il se pulvérise en poudre grise.

Propriétés physiques et chimiques:

- Densité: 7,3
- Point de fusion: 232°C.
- Malléabilité excellente.
- Dureté: un peu plus grande que le plomb.
- Il est attaqué par les lessives alcalines (soude, javel, etc.).
- Il est attaqué vivement par l'acide nitrique, l'acide sulfurique chaud, lentement par l'acide chlorhydrique.

Usages de l'étain:

Il est utilisé sous forme d'alliages très durs, à bas point de fusion: caractères d'imprimerie, noyaux de moulage, boutons, bijoux fantaisie etc.;

Soudures diverses: plomberie, électricité, électronique, ferblanterie.

En alliage avec le cuivre: bronze (cloches, coussinets, etc.).

Etamage du fer.

Il est utilisé en orfèvrerie (vase, théières, plats, bougeoirs, etc.).

Il est utilisé en bijouterie fantaisie (alliage), broches, bracelets, bagues, bijoux haute couture.

➤ Avec l'or il donne des alliages fusibles et cassants sans intérêt pratique 1/ millième d'étain rend un lingot (1 Kg) d'or intravaillable

Il ne faut jamais utiliser de soudures à base d'étain sur les bijoux en or ou argent

Dans certains cas, on est obligé d'utiliser la soudure à l'étain: rapport d'une applique émaillée, souder une lunette de montre, souder une applique de perle, mais attention car cette soudure est fragile, et ne se voit pas toujours l'ors d'une réparation.

Pour effectuer une soudure à l'or sur un bijou déjà soudé à la soudure d'étain, il faut absolument enlever toutes trace de soudure d'étain:

- Par grattage, limage etc. (attention: utiliser de vieilles limes réservées à cet usage).
- Par immersion, (plusieurs heures dans un bain d'acide chlorhydrique dilué chaud).
- Vérifier qu'il n'y ait plus une trace d'étain, avant de souder à l'or.

ANTIMOINE

[Dureté Mohs](#) 3
[Masse volumique](#) 6,697
[Température de Fusion](#) 631 °C

Température d'ébullition 1380 °C

Découverte : Longtemps confondu avec ses composés il est possible que le moine bénédictin Valentine l'ait préparé en 1492.

C'est un [métalloïde](#) de couleur métallique. Il ne ternit pas à l'air à température ambiante et [conduit](#) mal la chaleur et l'électricité. L'antimoine est présent dans de nombreux minéraux, souvent allié au [plomb](#), sous forme d'[oxyde](#) ou de [sulfure](#).

Histoire

L'antimoine est un [élément natif](#) ; il est connu depuis le [IV^e millénaire av. J.-C.](#), notamment des [Babyloniens](#).

Ce nom vient du grec anti + monos, pas seul (cet élément a toujours été trouvé avec d'autres métaux). On retrouve ensuite au Moyen Âge le nom latin *antimonium*, cet élément étant bien connu des alchimistes de l'époque. Une légende explique l'origine de ce nom par une succession de décès survenus au Moyen Âge parmi les moines effectuant des travaux de recherche sur ce corps ou auxquels l'alchimiste [Basile Valentin](#) l'administrerait.

À noter l'utilisation du mot grec *stimmis* qui désignait, sous l'Antiquité, un sulfure d'antimoine noir connu maintenant sous le nom de stibine. Les femmes utilisaient alors ce minerai comme fard à cils. C'est Pliny l'Ancien qui aurait ainsi baptisé ce minerai du nom [latin](#) de *stibium* (à l'origine du symbole Sb).

Minerais

L'antimoine se trouve le plus facilement sous forme de sulfure combiné ou non avec d'autres métaux. Bien que plus rarement, on le trouve également sous forme d'[oxyde](#).

Utilisation

Ses composés ont été utilisés pour guérir des maladies cutanées et parasitaires.

- composant d'[alliages](#) de plomb (dont il augmente la dureté) servant à la fabrication :
 - de caractères d'[imprimerie](#) ;
 - de plaques d'[accumulateurs plomb-acide](#) (5%) ;
 - des alliages pour [soudure](#) plomb-antimoine-étain (environ 80%, 15% et 5%) ;
 - des « plombs » des [cartouches](#) de chasse.
- composant d'alliages [antifriction](#) à base de [plomb](#) ou d'[étain](#) (voir [Matériaux utilisables pour le frottement](#)).
- sous forme d'[oxyde](#) , il diminue la propagation des flammes dans les [matières plastiques](#).



Alliages de l'antimoine. - Aujourd'hui, on ne se sert plus guère de l'antimoine métallique que pour durcir l'étain qu'on doit convertir en couverts, ou le plomb avec lequel on fabrique les caractères d'imprimerie. Le plomb serait trop mou et ne pourrait supporter l'effort de la presse, l'antimoine seul serait trop cassant. Leur union fournit un métal parfait pour cette application. .

Caractères distinctifs. - Oxydes et acide de l'antimoine. - L'antimoine métallique est d'un blanc argentin avec reflets bleuâtres; il possède un éclat très vif; il est surtout remarquable par son tissu essentiellement lamelleux et par sa friabilité. Lorsqu'on le chauffe au contact de l'air, il s'oxyde très facilement et répand des fumées blanches qui se condensent sur les corps froids en jolis petits cristaux blancs et brillants, qu'on appelait jadis *fleurs argentines*, *fleurs* ou *neige* d'antimoine

Le chrome

Le **chrome** est un [élément chimique](#) de [symbole](#) Cr

Son [étymologie](#) vient du [grec](#) *chroma* signifiant couleur, car les composés du chrome sont différemment colorés.

Numéro atomique	24
Masse volumique	7,19 g.cm ⁻³
Température de Fusion	1875 °C
Température d'ébullition	2672 °C
Dureté Mohs	7,5

Découverte :

Découverte en 1797 par Vauquelin, qui l'isole l'année suivante

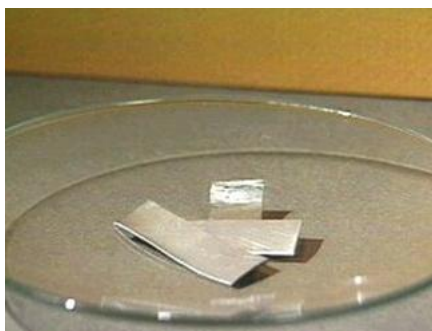


Utilisation

Utilisations du chrome:

- En [métallurgie](#), pour améliorer la résistance à la corrosion, et rajouter un fini brillant :
 - Comme constituant d'alliage (par ex. dans l'acier inoxydable)
 - dans le plaquage au chrome ([chromage](#))
 - dans l'aluminium anodisé
- Comme catalyseur dans certaines réactions d'hydrogénation, mais aussi sous la forme tricarbonylée comme groupement activateur d'un benzène, ce qui permet de nombreuses transformations chimiques pour donner naissance à des composés naturels.
- Les sels de chrome sont utilisés pour donner une couleur verte au verre
- Les chromates et les oxydes sont utilisés dans les colorants et les peintures. Au début du [XIX^e siècle](#) le chromate de plomb, d'un jaune vif, bien opaque et résistant à la lumière, est utilisé comme [pigment](#), ses couleurs vont du jaune vert au jaune orangé mais ont l'inconvénient d'être toxiques.

TITANE



Numéro atomique

22

Masse volumique

4,51 g.cm⁻³

Température de Fusion

1660 °C

Température d' ébullition

3287 °C

Découverte :

Par Gregor en 1791. Nommé par Klaproth en 1795

Les matières premières : le titane.

Le Titane n'est pas rare. Il est le 7ème métal le plus abondant sur la terre. On le trouve principalement sous quatre formes de minerais: le leucoxène, le rutile, l'ilmenite et les scories. Composé de 54% à 90% de TiO₂ en masse, 95% du Titane est utilisé sous forme de TiO₂ dans l'industrie du papier et des papiers pour le blanchiment.

Dans un premier temps, le minerai est transformé par un procédé de chloration puis réduit par réaction avec du magnésium, (procédé KROLL). On obtient alors "l'éponge de titane". Beaucoup d'études se concentrent sur cette phase pour en réduire les coûts.

1. Propriétés Physique de base

Caractéristiques physiques remarquables du titane :

- Sa masse volumique est environ 60 % de celle de l'acier.
- Sa tenue à la corrosion est exceptionnelle dans de nombreux milieux tels que l'eau de mer ou l'organisme humain.
- Ses caractéristiques mécaniques restent élevées jusqu'à une température d'environ 600°C et restent excellentes jusqu'aux températures cryogéniques.
- Sa transformation en demi-produits et en pièces de formes différentes par les techniques usuelles (forage, emboutissage, filage, coulée, soudage, usinage, etc.) est raisonnablement aisée.
- Il est disponible sous des formes et des types de produits très variés : lingots, billettes, barres, fils, tubes, brames, tôles, feuillard.
- Il est non magnétisable.
- Son coefficient de dilatation, légèrement inférieur à celui de l'acier, est moitié moins que celui de l'aluminium.

Autres utilisations

- Son côté inerte et sa couleur agréable en font un métal courant pour les bijoux de [piercing](#).
- Il est parfois utilisé comme [catalyseur](#).
- Il est utilisé en [génie civil](#) comme matériau de recouvrement. Ses propriétés à la corrosion mais surtout sa faculté, par anodisation thermique, à se couvrir d'une couche d'oxyde extrêmement résistante, pouvant prendre toutes les couleurs de l'[arc-en-ciel](#), en font un matériau de choix (exemple du [musée Guggenheim](#) à [Bilbao](#)).

Zamak

Le **zamak** est un alliage de [zinc](#), d'[aluminium](#) et de [magnésium](#) et parfois de [cuivre](#). Son nom est un [acronyme](#) des noms [allemands](#) des métaux qui le composent : Z pour Zink (zinc), A pour Aluminium, MA pour Magnesium (magnésium) et K pour Kupfer (cuivre).

Les proportions moyennes pour la réalisation de l'alliage sont de 95 % de zinc, de 4 % d'aluminium, de 1 % de cuivre et d'environ 0,03 % de magnésium. Son point de fusion est d'environ 400° C. C'est un alliage résistant et facile à travailler. Il ne s'oxyde pas et est idéal pour le [moulage](#) sous pression car il a une très bonne [fluidité](#). Il est utilisé dans l'automobile, la petite construction mécanique, le jouet et la bimbeloterie.

Bonne résistance à l'essence, l'huile moteur, les alcools, le trichlorethylene et l'eau froide.

Corrosion rapide à l'eau de mer.

Le Zamak dans l'industrie

Prototypage rapide

Le prototypage rapide de pièces en Zamak se fait selon le procédé de coulée sous vide dit "à cire perdue". À partir d'un fichier 3D de la pièce (step, iges, natif...) le prototypiste oriente la pièce dans l'espace afin d'optimiser sa réalisation et envoie ce fichier vers une machine de prototypage rapide (modelage à jets multiple, frittage de poudre, stéréolithographie) qui va créer la pièce en cire.

Cette pièce est légèrement retravaillée (à la main) par le prototypiste qui va y ajouter "l'entonnoir" et, en fonction de la typologie de la pièce, des événements, avant de la mettre dans une cuve que l'on remplit de plâtre. Après une cuisson de quelques dizaines de minutes à 120° C qui permet un durcissement et un séchage du plâtre, ainsi que l'évacuation de la cire, le moule ainsi obtenu est introduit dans une machine de coulée sous vide. Le moule est dans la partie basse, le Zamak (Ilzro 12) est dans une cuve chauffante située dans la partie supérieure. Fermeture de la machine, le vide est fait (cela permet d'avoir un remplissage optimum de l'empreinte), puis coulée du Zamak par gravité.

Après refroidissement le moule est cassé, est la pièce récupérée. La finition (ébavurage, mise à la cote) est faite à la main.

LE DOUBLE OR LAMINE LE PLAQUE OR GALVANIQUE

I. LE DOUBLE OR LAMINE

Introduction

C'est une technique qui a été inventée au début du XIXème siècle

La fabrication se déroule de la manière suivante: on part d'un alliage d'or dosé très minutieusement; celui-ci est laminé, puis découpé pour obtenir un disque. Son poids et ses dimensions sont très précisément calculés, car ils détermineront en fin d'opération le titrage exact de la matière finale obtenue. Le disque d'alliage d'or est estampé puis étiré, afin d'obtenir un tube sans joint d'une certaine longueur, et de 4 à 5 cm de diamètre. Après plusieurs opérations de nettoyage, on introduit dans ce tube un cylindre massif de l'alliage qui constituera le métal de base. La soudure des deux éléments s'effectue sous pression et sur toute la surface de contact dans un four spécial. L'ensemble, tube d'alliage et cylindre de métal, indissolublement uni, est laminé puis tréfilé afin d'obtenir des fils ronds de quelques millimètres de diamètre, ou des profils de forme spéciale (drageoir, par exemple).

Ces différentes "phases" de fabrication nécessitent un soin et une précision extrêmes; et notamment l'utilisation d'outils ultra polis afin de ne pas endommager la couche d'or, de lui conserver son aspect brillant et toutes ses propriétés physiques.

Définition

C'est un fil de 1mm à quelques mm de diamètre recouvert d'une couche d'or allié très homogène.

Fabrication

L'or allié au titre et à la teinte choisis est laminé. On découpe des disques (flans) qui seront emboutis à l'aide de presses, par diverses passes, en tubes creux d'alliage d'or appelés timbales. Un barreau d'alliage (monel, maillechort...) entouré de brasure d'argent est introduit et chauffé dans la timbale jusqu'au point de fusion de la brasure. On obtient un cylindre plein de 40mm de diamètre et de 40mm de haut. Le bloc sera ensuite laminé et tréfilé jusqu'à la section souhaitée.

LE PLAQUE OR GALVANIQUE

Le procédé consiste à fabriquer dans un alliage commun (cuivre, bronze...) une pièce et à la plonger dans un bain électrolytique d'or. La pièce est fixée à la cathode et l'or de l'anode, par la solution, se dépose régulièrement sur la surface de la monture.

L'électrolyse s'effectue en trois phases principales correspondant à trois intensités:

- Une phase d'amorce du dépôt à forte intensité.
- Une phase de dépôt proprement dit à une intensité moindre.
- Une phase d'affinage à faible intensité pour obtenir du revêtement la meilleure apparence possible.

Le plaquage sera développé dans le chapitre 11.1 « les traitements de surface ».

AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Doublé or

- a) Avantages : Qualité et dureté de l'alliage, bonne adhérence du revêtement.
- b) Inconvénients : Usinage délicat, raccordements pas toujours aisés étant donné les différences de teintes et d'épaisseur de la couche de doublé.

Plaqué or galvanique

- a) Avantages : Régularité de teinte, usinage aisé.
- b) Inconvénients : Adhérence et homogénéité de la couche sont incertaines, la résistance aux chocs et à la corrosion sont moyennes.

Pour les personnes vivant dans des milieux corrosifs ou à température élevée qui entraînent une forte sudation, pour les clients souffrant de certaines pathologies de la peau (érythrodermie...), il sera préférable d'opter pour le doublé or.

Le Vermeil

On appelle VERMEIL de l'argent massif recouvert d'une fine couche d'or 5 microns minimum

Le Vermeil est une appellation classée par la garantie de métaux précieux, il est réglementé au niveau des [douanes](#).

Il est constitué de deux métaux uniquement: l'argent 925 ‰ ou or 750 ‰ minimum ; aucun autre métal ne doit être ajouté pour garantir l'appellation vermeil.

Ce n'est pas un placage, mais un traitement moléculaire de l'argent avec l'or qui le rend jaune, inaltérable et résistant. Comme l'or, il ne donne pas d'allergie, il est supérieur à l'argent et est plus coûteux.

Le vermeil reste néanmoins un traitement et non un métal pur, comme l'or ou l'argent.

Autrefois très utilisé en coutellerie et en bijouterie pour sa résistance, il a été abandonné à cause de son prix de revient trop élevé.

Les premiers objets en vermeil furent réalisés par les Incas avec des procédés particulièrement compliqués et primitifs, ils réussirent à réaliser ce traitement moléculaire de combinaison or particulière en surface.

LE PLAQUE OR LAMINE FIX

En 1829, François Savard crée une société pour exploiter une nouvelle technique de fabrication des bijoux dont il est l'inventeur.

Depuis cette date, après plus de 150 ans d'activité ininterrompue, la société Bijoux Fix (cf. site internet de la société), continue de fabriquer suivant le même procédé une gamme complète de bijoux.

Voici les différentes phases de cette fabrication :

On pose d'abord sur un alliage de base (Chrysocal) une ou deux feuilles d'or. L'ensemble est alors placé à haute température -800°C- sous une presse qui l'écrase fortement (1t/cm²) afin d'imbriquer étroitement les molécules des deux métaux (figure 1). Cette première opération permet d'obtenir un plané qui peut être doublé (or sur une face) ou triplé (or sur les deux faces). C'est à partir de ces planés que sont exécutés tous les bijoux en plaqué or laminé Fix.

La fabrication se poursuit dans divers ateliers :

Le plané est d'abord laminé entre des cylindres d'acier poli afin de lui donner l'épaisseur souhaitée (figure 2).

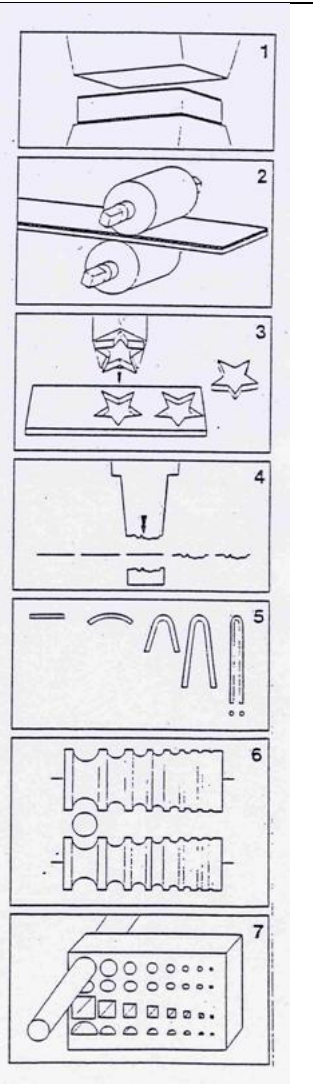
Il peut être ensuite simplement découpé au moyen d'un outil pour obtenir une pièce définitive (figure 3).

Il peut être aussi d'abord découpé, puis estampé dans une matrice qui contient en creux le dessin qui apparaîtra en relief sur la pièce (figure 4). On détoure alors la pièce avant d'en achever la finition.

La fabrication des fils s'effectue dans l'atelier de tréfilerie. La première phase consiste à transformer un plané en forme de disque en tube. Cette opération s'effectue au moyen de plusieurs emboutissages successifs (figure 5). La pièce est ensuite étirée afin d'obtenir un tube creux revêtu d'or extérieurement.

Ce tube est ensuite tréfilé sous des laminoirs à gorge (figure 6), puis dans des filières (figure 7) jusqu'à l'obtention du diamètre et de la forme souhaités.

Le titre de la couche d'or qui recouvre un bijou en plaqué or laminé Fix est de 750/1000. Son épaisseur varie selon les risques d'usure des pièces et atteint couramment 100 microns.



Créer par Jean Marie

POULARD

LE Fer

Fer (du latin ferrum, «fer»), élément métallique blanc argenté, de symbole Fe, magnétique et malléable.



Historique

Le fer métallique est connu depuis les temps préhistoriques. Il était utilisé dans les objets décoratifs et dans les armes. Le spécimen le plus ancien existant encore est un ensemble de perles en fer oxydé trouvé en Égypte et datant d'environ 4 000 ans av. J.-C. Le terme archéologique âge du Fer correspond à la période où le fer était très employé à des fins utilitaires (voir Métal, art du). Les procédés modernes de traitement du fer apparurent en Europe centrale au milieu du XIV^e siècle av. J.-C.

Propriétés

Le fer pur a une dureté comprise entre 4 et 5, il est mou, malléable et ductile. Il est facilement magnétisable aux températures ordinaires, mais difficilement lorsqu'il est chauffé; vers 790°C, ses propriétés magnétiques disparaissent. Le fer pur fond vers 1 540°C, bout vers 2 750°C, a une densité de 7,86 .

En présence d'acide nitrique concentré, le fer forme une couche d'oxyde qui le passive, c'est-à-dire qui l'empêche de réagir avec des acides ou toute autre substance. Cette couche d'oxyde protectrice peut être facilement enlevée en frottant le métal ou par tout autre moyen mécanique. Le métal retrouve alors sa réactivité.

Minerais de fer

Le fer métallique existe à l'état libre en peu d'endroits, notamment à l'ouest du Groenland. On le trouve également dans les météorites, en général allié au [nickel](#).

Le métal est largement présent dans certains composés chimiques. C'est le 4^e élément le plus abondant dans la croûte terrestre. Proche de l'[aluminium](#) par ses propriétés, c'est le plus abondant des métaux. Le principal minerai de fer est l'hématite, , dont il existe deux variétés : l'hématite rouge, ou oligiste, et l'hématite brune, ou limonite. La pyrite, minerai de fer sous forme de sulfure, n'est pas traitée comme les autres minerais de fer, le fer étant difficile à séparer du [soufre](#). De petites quantités de fer sont présentes sous forme combinée dans les eaux naturelles, les plantes et le sang.

Utilisations et production

Préparé par l'électrolyse d'une solution de sulfate ferreux, le fer pur a des applications limitées. Le fer commercial contient toujours de petites quantités de [carbone](#) et d'autres impuretés qui modifient ses propriétés physiques. Ces dernières peuvent être considérablement améliorées par un ajout de [carbone](#) ou d'autres éléments pouvant former un alliage avec le fer.

Le fer est surtout utilisé après traitement chimique. Il s'agit du fer forgé, de la fonte et de l'acier. Le fer commercial pur est utilisé dans la production de feuilles de métal galvanisées et d'électroaimants. Des composés contenant du fer sont utilisés en médecine pour le traitement de l'anémie, c'est-à-dire lorsque la quantité d'hémoglobine, ou le nombre de globules rouges dans le sang, est trop faible. On trouve également le fer dans les fortifiants.

Utilisations en bijouterie

En alliage d'or bleue : 750°/oo Au 250°/oo Fe

TRAITEMENTS THERMIQUES

La trempe : pour une meilleure résistance

La trempe donne une meilleure résistance au matériau. Les caractéristiques de résistance ou de dureté sont améliorées au détriment de la ductilité du métal.

Une trempe s'effectue après un traitement thermique à relativement haute température. Elle consiste en un refroidissement rapide fait en trempant la pièce dans un liquide généralement à température ambiante.

Le but de la trempe dans les alliages d'or est de figer la structure de haute température en freinant de façon drastique la vitesse de mouvement des atomes (on estime que la vitesse est ralentie 10 fois tous les 50°C). Comme la solubilité diminue quand la température diminue, on garde à la température ambiante la teneur de la solution solide qui existait à la température à laquelle on se trouvait avant de tremper.

Le refroidissement rapide auxquelles sont soumises les pièces crée des différences de température entre les divers points. Il en résulte des contraintes.

Le refroidissement est plus rapide en surface qu'au centre. La couche superficielle se contracte et comprime le cœur de la pièce alors que le centre s'oppose à cette contraction et le met en tension. Si les contraintes dépassent la résistance à la rupture il y a fissuration. On appelle ces fissures tapures (fissure dans une pièce métallique provoquée par un refroidissement rapide) de trempe. Il est obligatoire de faire un recuit de détente (à 150-200°C) qui va relâcher ces contraintes. Pour les basses teneurs en or, on risque la casse de la pièce au bout d'un certain temps (quelques mois) car la corrosion est favorisée par les contraintes. Si les pièces ont des épaisseurs différentes en différents points, il peut y avoir des déformations.

Les milieux de trempe se caractérisent par leur aptitude à absorber les calories.

Par ordre décroissant on a :

L'eau (la plus « sèche »), l'eau chaude, l'huile (douce, employée pour l'acier rapide), l'alcool, l'air comprimé (pour aciers spéciaux), l'air ambiant.

Pour les aciers :

Dans les aciers (alliages de fer contenant du carbone jusqu'à 1.7%), il se produit au refroidissement des transformations complexes qui diffèrent selon la vitesse de trempe. Le résultat est qu'un acier trempé est durci.

La température de chauffe ainsi que le mode de refroidissement dépendent de la nature de l'acier ainsi que de l'usage auquel il est destiné.

Au cours de la trempe, l'acier s'est transformé, on peut le constater par l'examen d'une cassure ; sur l'acier non trempé on aperçoit nettement de petits cristaux brillants accolés les uns aux autres, tandis que sur le même acier trempé on constate que les grains sont devenus très fins (peu visibles à l'œil nu).

Plus l'acier contient de carbone, plus il est durci par la trempe, l'acier doux n'est pas un acier trempant.

Pratique de la trempe :

Chauffage :

Il doit être conduit avec soin lentement d'abord jusqu'au rouge naissant puis activé jusqu'à température voulue à ce stade, éviter la surchauffe et ne pas laisser longtemps la pièce dans la source de chaleur.

Refroidissement :

Il s'effectue au moyen de bain. La nature du bain permet un refroidissement plus ou moins rapide. Ce bain est choisi en fonction de la dureté à obtenir et de la qualité de l'acier à traiter.

Le revenu : pour un compromis dureté - ductilité

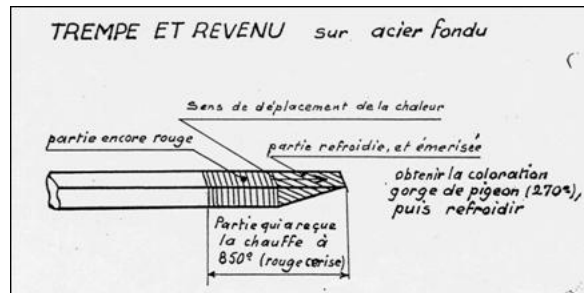
Le revenu est un traitement thermique qui suit la trempe.

Une pièce d'acier n'est que très rarement utilisée à l'état simplement trempé car elle est souvent plus dure que nécessaire. De plus, elle est très fragile, car elle est le siège de contraintes mécaniques importantes...

Le but du revenu sera d'améliorer les caractéristiques de ductilité, au détriment, bien sûr, de la résistance.

Les différentes méthodes :

- l'auto revenu** : se pratique en se servant de la chaleur arrière de l'outil dont seule l'extrémité a été refroidie dans le bain. La chaleur arrière se déplace lentement vers l'extrémité, on constate ce déplacement par les colorations non lumineuses successives et progressives, quand la couleur désirée arrive à l'extrémité de l'outil on refroidit totalement la pièce. La coloration type pour l'acier fondu est « gorge de pigeon » soit 270°C. Pour bien évaluer la coloration, la partie trempée doit être débarrassée de sa calamine (oxyde qui apparaît à la surface d'une pièce métallique fortement chauffée) à l'aide de papier émeri.
- Revenu par une source auxiliaire de chaleur**
 - l'outil ayant été complètement refroidi, on expose la partie trempée au dessus d'un brasier ou d'une flamme jusqu'à coloration désirée.
 - on rougit un bloc de métal, l'outil est exposé sur cette source de chaleur.
- Fluides de revenu**, ou la pièce est déposée, sables chauds, bains de sels ou de plomb fondus, bains d'huile chaude.



La cémentation

La cémentation est une opération chimique qui consiste à faire absorber du carbone par l'acier ; il suffit pour cela de chauffer la pièce à cémenter en présence d'un corps pouvant abandonner du carbone.

Ce carbone se combine avec le fer et la surface du métal devient un acier très carburé qui, par trempe, acquiert une grande dureté.

Seul le fer à l'état stable à chaud étant capable de dissoudre du carbone, l'opération doit de ce fait s'exécuter à haute température (900 à 950 °C environ).

La cémentation s'emploie sur des pièces dont l'âme doit conserver une certaine élasticité, alors que la surface doit avoir une grande dureté.

Le traitement des aciers après cémentation se différencie des autres classes d'acier, dans ce sens qu'il faut tenir compte que l'opération de cémentation est pour toute la pièce un chauffage prolongé à haute température ; or, une telle opération est préjudiciable au métal en raison de la cristallisation grossière qu'elle développe. Il faut aussi ne pas perdre de vue que qu'une pièce cémentée est composée de deux aciers au carbone très différents : l'âme de la pièce demeure un acier extra-doux, tandis que la couche cémentée est un acier très carburé. C'est ce qui nécessite cette étude distincte du traitement des aciers cémentés.

Autres traitements mécaniques :

Filage : allonger une masse pour la transformer en la poussant à chaud à travers une filière en la poussant sous l'action d'une presse de forte puissance.

Emboutissage : on enfonce un poinçon dans une matrice sur un flan ou une bande.

Estampage ou matriçage : on produit la forme cherchée par choc à froid ou à chaud d'une masse entre deux pièces constituant les estampes ou les matrices. Les matrices sont fixées (fixées à la masse tombante) ou libres.

Forgeage : on donne une forme à une masse métallique chaude à l'aide d'un marteau ou pilon.

Repoussage : on pousse le métal sous forme de flan mis en rotation pour qu'il vienne épouser une forme qui est la reproduction de la pièce à fabriquer.

Traitement de durcissement pour les ors à 0,750 (18 carats)

Or 0,750	Température °C	Temps de traitement	Dureté vickers *	
			avant traitement	après traitement
Or jaune	280°	60 minutes	Ecroui HV : 225 Recuit HV : 150	HV : 340
Or rose	280°	60 minutes	Ecroui HV : 240 Recuit HV : 160	HV : 340 à 440
Or rouge	280°	60 minutes	Ecroui HV : 240 Recuit HV : 165	HV : 480
Or blanc	450°	60 minutes	Ecroui HV : 350 Recuit HV : 220	HV : 280
Or gris palladier	Aucun traitement pour les alliages au palladium		Ecroui HV : 280 Recuit HV : 180	HV : /

CALCULS DES TITRES

Masse métal fin = MF

Masse totale = Mt

Titre = T

- $T = (MF / Mt)$
- $MF = (Mt \times T)$
- $Mt = (MF / T)$

Exemple: Pour mettre 10gr d'or fin en or à 750‰ (18K)

$Mt = MF / T$

- $10 \text{ Grs} / 0.750 = 13.33 \text{ Grs}$

Pour les alliages = 250 ‰ or Rose Cu = 90 ‰ Arg = 160 ‰

- $13.33 - 10 = 3.33 \text{ Grs d'alliage}$

$Mf = Mt \times T$

- En cuivre
 $13.33 \text{ Grs} \times 0.090 = 1.19 \text{ Grs}$

- En Argent
 $13.33 \text{ Grs} \times 0.160 = 2.13 \text{ Grs}$

Après traitement de mes 100 grs de brouilles Or j'ai obtenue 45 grs d'Or fin
Quel titre était mon lingot ?

Mt = 100 grs
Mf = 45 grs
T = ?

$$T = Mf / Mt$$

$$45 / 100 = 0.450\text{‰}$$

Convertir 68 grs Or jaune de 375 ‰

Lingot de 68 grs à 375 ‰ or jaune

On calcul tout d'abord la masse d'or fin

	Poids	‰
Mt	68	375
Mf	25,5	
Alliage	42,5	

$$Mf = Mt \times T$$

$$68 \times 0,375 = 25,5$$

Alliage
Argent = 21,25 grs
Cuivre = 21,25 grs

Le transformé en or rose 750‰

Or = 750‰
Argent = 90‰
Cuivre = 160‰
L'argent étant la plus petite proportion on ne rajoute pas de métal pour celui-ci

	Poids	‰
Mt	236,11	1000
Argent	21,25	90
Cuivre	37,78	160
Mf	177,08	750

$$Mt = Mf / T$$

$$Mt = 21,25 / 0,90 = 236,11$$

$$Mf = Mt \times T$$

$$\text{Cuivre} = 236,11 \times 0,160 = 37,78$$

$$\text{Or} = 236,11 \times 0,750 = 177,08$$

$$\text{Masse or fin à rajouter } 177,08 - 25,5 = 151,58$$

$$\text{Masse de cuivre à rajouter } 37,78 - 21,25 = 16,53$$

L'électrolyse

L'électrolyse est le phénomène inverse du phénomène de la pile. Il s'agit d'un phénomène non spontané; forcé.

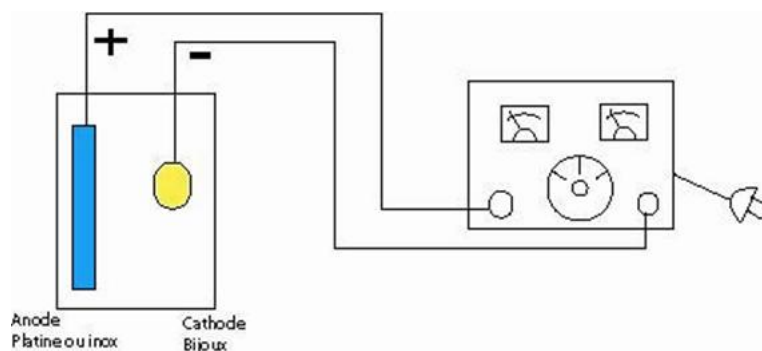
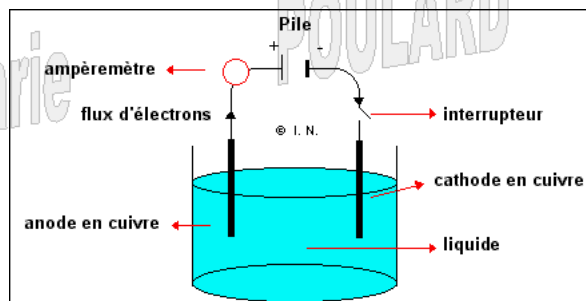
Il faut, grâce à un apport d'énergie électrique extérieure, forcer la réaction chimique non spontanée.

En électrolyse, de l'énergie électrique est transformée en énergie chimique.

applications :

- purification de métaux (qui sont sous forme de sels)

- plaquage des bijoux en plaqué or
- purification du cuivre à haut niveau



BAIN DE RHODIAGE

Méthode

Les pièces ayant été polies

- Nettoyage chimique avec ou sans ultra—sons
- Dégraissage électrolytique, la pièce reliée au pôle moins.
- Rinçage eau courante
- Rinçage eau déminéralisée additionnée de 2 à 3 % en volume d'acide sulfurique
- Rinçage eau déminéralisée
- Rhodiage

Paramètre de travail

Très important Introduire les pièces sous courant (c'est à dire régler l'appareil sur 1 volt avant d'introduire la pièce dans le bain (s'il n'y a pas de voltmètre sur l'appareil, tourner légèrement le potentiomètre vers la droite).

Température Ambiante : Ce bain peut travailler à chaud 40°

Réglage de courant :

- Bagues, solitaires : 0,4 à 0,6 A par pièce sous 2,5 volts
- Clips, pendentifs : 0,8 à 1,2 A par pièce sous 2,5 volts
- Gourmettes, porte—montres : 2,5 à 3 A par pièce sous 2,5 volts

Temps : 30 secondes à 1 minute30

Agitation : Impérative et par accoups pour éliminer les bulles d'hydrogène à la pièce.

Anode : Titane platiné ou platine la surface au moins égale à celle de la pièce à rhodier

ENTRETIEN

Lorsque le bain est sale, ajouter une cuillerée à café de charbon actif par litre de bain, laisser décanter 2 à 3 heures. Ensuite filtrer sur papier filtre ou filtre à café.

Remarque : Au fur et à mesure de l'utilisation du bain, sa teinte s'éclaircit c'est l'appauvrissement en métal.

BAIN USAGE :

Le bain usagé contient encore du rhodium. Le redonner au laboratoire pour traitement. En aucun cas, il ne devra être rejeté à l'égout sans avoir été neutralisé.

LES TRAITEMENTS DE SURFACE ET DECORATION

Les traitements de surface ont pour rôle essentiel de modifier la surface du métal afin d'en changer l'aspect, le relief, la couleur...

Ex :

- le polissage rend une pièce brillante
- le sablage rend une pièce mate...

C'est généralement une modification effectuée uniquement en surface. Il existe cependant d'autres méthodes de décoration du métal qui nécessitent une déformation du métal (emboutissage), ou l'insculption de relief (gravure, ciselure...).

Dans la plupart des cas, il s'agit de métiers bien distincts les uns des autres, utilisant des machines ou des techniques très différentes.

Liste des principaux procédés de traitement ou de décoration du métal avec quelques utilisations courantes ainsi que les professions utilisant ce procédé. Il existe encore de nombreux moyens permettant de traiter ou de décorer les surfaces métalliques mais ils font plus partie de l'industrie mécanique.

(Type : décoration en profondeur ou traitement de surface)

Procédés	Type	Principe de base	Professions
Ciselure	Déco	Décoration à l'aide de ciselets	Luminaire, orfèvrerie, bijouterie...
Gravure	Déco	Taille décorative dans la masse	Armoiries, lettre, impression, acier...
Etincelage	Tr/sur	Décousinage électrique des matrices	Graveur, automobile, bijoutier, orfèvre...
Emailage	Tr/sur	Ajout de matière en surface	Emailleur, bijoutier, horloger...
Cémentation	Tr/sur	Durcissement de l'acier, par ajout de carbone	Outilleur, mécanicien...
Nituration	Tr/sur	Durcissement de l'acier, par fluide.	Outilleur, mécanicien...
Anodisation	Tr/sur	Coloration de l'aluminium	Bijouterie fantaisie, luminaire, cycle...
Mise en couleur	Tr/sur	Coloration de l'or	Bijoutier, héraldiste, graveur, orfèvre...
Electrolyse	Tr/sur	Ajout d'une fine couche de métal	Bijouterie, orfèvrerie, électronique...
Déverdi	Tr/sur	Prépolissage de l'or par électrolyse	Bijoutier, graveur, ciseleur...
Sablage	Tr/sur	Jet de sable projeté sur les pièces	Bijoutier, graveur, orfèvre...
Patine	Tr/sur	Vieillessement artificiel du métal	Bronze, orfèvrerie, bijouterie...
Niellage	Tr/sur	Noircissement des fonds	Restauration de bijoux et orfèvrerie...
Granulation	Tr/sur	Ajout de grains d'or en surface	Procédé de décoration ancien...
Photogravure	Tr/sur	Reproduction d'image sur le métal	Bijouterie, médaille, électronique...
Diamantage	Déco	Facettage mécanique et décoratif	Bijouterie, optique, horlogerie...
Lapidage	Déco	Facettage mécanique et décoratif	Bijouterie, optique, horlogerie...
Damasquinage	Déco	Incrustation d'un filet d'or	Armurerie, sellerie, coutellerie...
Polissage	Tr/sur	Faire briller le métal par abrasion	Bijouterie, mécanique, orfèvrerie...
Vernissage	Tr/sur	Ajout de vernis ou de résine	Bijouterie fantaisie, gravure, horlogerie...
Etamage	Tr/sur	Ajout d'étain en surface	Protection alimentaire, électronique...
Galvanisation	Tr/sur	Ajout de zinc en surface	Accastillage, outillage, mécanique...
Brunissage	Tr/sur	Polissage par frottement	Dorure, bijouterie, orfèvrerie...
Ramollayé	Déco	Mise en relief à la lime	Bijouterie, gravure, ciselure...
Perlé	Déco	Former une rangée de perles	Sertisseur, bijoutier, travail du bronze...
Guilloché	Déco	Gravure mécanique	Guillocheur, émailleur...
Gravure laser	Déco	Gravure et découpe au laser	Outillage, graveur, médaille...

Les patines :

La patine est une décoration naturelle et imprévue provoquée par les intempéries, après de nombreuses années. Cette technique s'utilise aujourd'hui par des attaques chimiques qui doivent respecter une couleur naturelle et tenace. La patine s'utilise principalement sur le cuivre, le bronze et l'argent.

La mise en couleur :

Ce procédé a pour but de modifier la couleur des alliages d'or en surface. Par ce moyen, il est possible de modifier la couleur sur certaines parties du bijou, en utilisant un vernis épargne, après traitement, puis en ne polissant que les parties devant retrouver la couleur d'origine. Les couleurs obtenues sont généralement d'aspect mat satiné.

La mise en couleur est particulièrement utilisée, sur les gravures héraldiques, sur les médailles et parfois sur les broches ou des pendentifs.

Quelques procédés :

- jaune clair = faire bouillir les pièces dans de l'acide borique, puis les chauffer à rouge, ensuite dérocher les pièces. Effectuer plusieurs fois ces opérations de façon à obtenir le jaune souhaité.
- Ocre jaune = rougir les pièces, puis les plonger rapidement dans de l'acide chlorhydrique.
- Pour la gravure en intaille = chauffer la pièce après avoir mis dessus un sel oxydant.
- Il existe dans le commerce des sels prêts à l'usage de plusieurs couleurs.

Le sablage :

Il a pour but de satinier la surface du métal, voir même de la rendre rugueuse.

Le principe de fonctionnement est simple, un mélange d'air et de sable est propulsé en jet puissant sur la pièce, ce qui lui donne un aspect satiné et rugueux.

La pression d'air est réglable, le sable est récupéré dans un bac récupérateur. La partie sablage est protégée de tout risque de projection, et la manipulation se fait à l'aide de gants incorporés.



Le plaquage et la dorure par électrolyse :

Ces procédés font partie d'un cours à part, déjà vu cette année.

Anodisation :

Ce procédé est utilisé pour donner une coloration de surface aux alliages à base d'aluminium. Ce procédé est surtout utilisé pour la décoration, la bijouterie fantaisie et dans l'industrie du cycle et de l'automobile (jantes en alliage de couleur).

Le principe de base est d'oxyder les pièces en aluminium de façon à rendre la surface poreuse, ensuite ces pièces sont placées dans des bains électrolytiques de façon à les couvrir d'une couche colorée, à l'aide d'oxydes métalliques contenus dans ces bains.

Ce procédé est utilisé également sur l'or et l'argent depuis peu de temps.

Le brunissage :

Opération effectuée par les doreurs à la feuille et parfois par les polisseurs en orfèvrerie, elle consiste à frotter une agate polie ou une brunissoir (sorte de tige aux bords arrondis et d'un poli parfait). En bijouterie il peut être utilisé pour affiner et durcir les queues de broche tout en les faisant briller.



Le déverdi :

Prépolissage électrochimique, dans des bains de cyanure d'or.

Le polissage :

Abrasion du métal avec des pâtes de plus en plus fines jusqu'à l'obtention d'un brillant parfait. Le polissage se fit à l'aide d'un tour, brosses, feutres, etc...

○ LE POLISSAGE ○

○ Le matériel ②

○ Les produits

Disques toile coton centre carton
 Ø 80, 100, 120, 150, 200 mm
Disques shirting (toile sans apprêt)
 Ø 100, 120, 150 mm

Disques peau de chamois
 90 x 20
 100 x 20
 120 x 20
 150 x 20

CHARBONS A POLIR

Disques FB6
 Brosse circulaire Ø 100 x 25 mm
 Scotch Britt lamelle grain moyen fin et très fin

Brosses circulaire en laiton frisé
 pour la dorure et la mise en couleur.
 Ø 100 mm 4 rangs

Gratte-bosses en verre filé
 Fil 8/100
 Fil 10/100
 Fil 12/100

MISE en COULEUR

Abrasifs Joko en poudre, en flacon de 50 g ou boîte de 1 kg
 Rubis 120, pour métaux précieux
 Alumine 150, pour finition

PRODUITS A POLIR

EMERI VORNEX «DIALUX»
 Rouge de Paris «DIALUX»
 Jaune de Paris «DIALUX»
 Vert de Paris «DIALUX»
 Gris de Paris «DIALUX»
 Blanc «DIALUX»
 Bleu «DIALUX»
 Bleu A POLIR
 POLIMAX «DIAMANT»
 POLIMAX «SAPHIR»
 TRIPOLI AGGLOMÉRÉ

PATE «ROSA»
PONCE EN POUDRE
POTÉE D'EMERI EN POUDRE

Pour dégrossir et commencer le polissage
 Pour poli vif au tour
 Tripoli aggloméré
 Pour avivage du platine
 Pour poli vif platine et chrome
 Pour avivage très fin de tous métaux
 Pour avivage de tous métaux
 En pain de 0,850 kg environ
 Pour l'or et ses alliages
 Pour l'acier, le nickel, le chrome
 En pain de 0,750 kg environ
 Pour le cuivre, le maillechort, les métaux précieux
 Polissage de tous métaux en une seule opération
 Extra-fine pour polissage
 Tous grains en stock.

Abrasifs en pains rectangulaires de 100 g

FEUTRES POUR POLIR

Diamètre	Epaisseur
B 40 mm	10 mm
C 50 mm	12 mm
D 60 mm	12 mm
E 80 mm	15 mm
F 100 mm	20 mm

Meulettes
 Lentilles noires ou vertes

CAOUTCHOUC ABRASIF

AUGETTE

Porte brossette pinceau

Porte meulettes

Porte foret Ø 2,35

Porte meule

MANDRIN UNIVERSEL
 Serrage 0 à 6

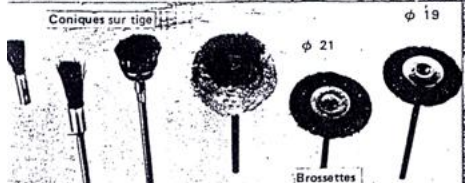
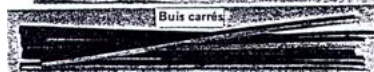
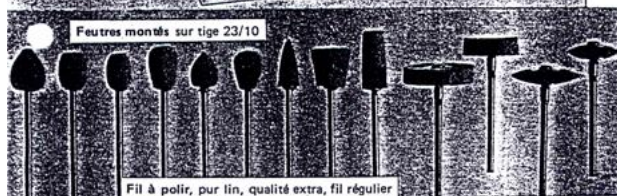
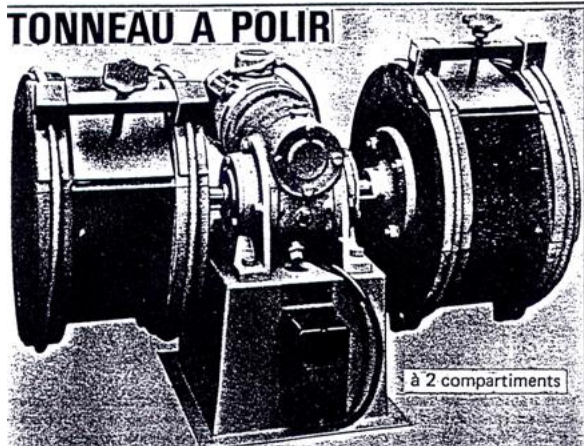
QUEUE DE COCHON

Porte meule
 Ø 10 - ép. 10
 avec rondelle pour disque - alés. 30

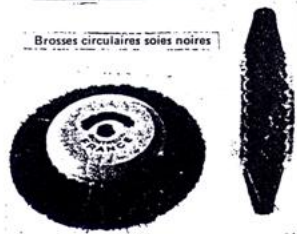
Brosses circulaires coton

Disque meule
 Ø 60 mm
 Ø 70 mm
 Ø 90 mm

TONNEAU A POLIR



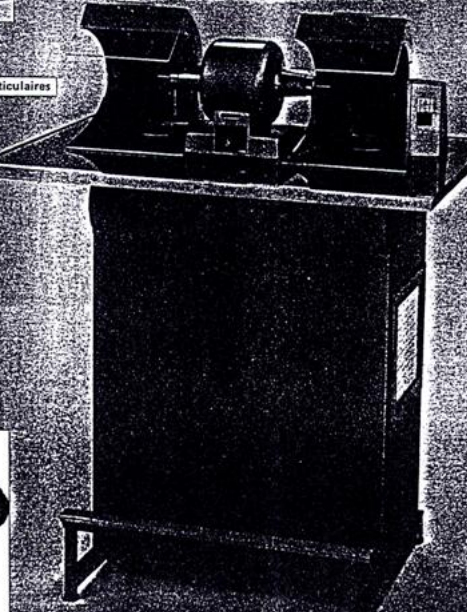
- LE POLISSAGE ○
- Le matériel ①
- Les produits



Soies penchées 1 rang ϕ 50 mm
 2 rangs ϕ 62 mm
 3 rangs ϕ 55 mm
 3 rangs ϕ 60 mm
 4 rangs ϕ 80 mm
 Soies droites 5 rangs ϕ 62 mm



TABLE DE POLISSAGE

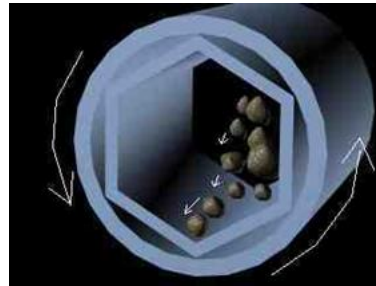
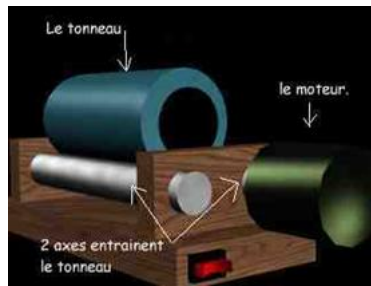


Le tonneau à polir MINI trouve son application optimale dans les secteurs de la bijouterie, de l'orfèvrerie, de l'optique et du traitement des surfaces métalliques pour les opérations d'ébavurage, polissage et brillantage.

Le principe de travail est le mouvement rotatif de la partie en verre et le conséquent frottement des pièces avec particules abrasives ou polies, selon le travail à obtenir. Cette méthode de traitement des surfaces permet des résultats optimaux avec des coûts de acquisition et de gestion très réduits.

Le principe du tonneau à polir est très simple et on peut fabriquer soi-même une machine.

En fait, deux axes parallèles tournent dans le même sens à une vitesse réduite. On pose sur les deux axes un récipient (le tonneau) qui va tourner sur lui-même, entraîné par les 2 axes. On met dans le récipient les pièces à polir, de l'eau du produit vaisselle et un peu d'ammoniaque pour faire briller, des billes ou de la céramiques. On ferme hermétiquement le tout et on fait tourner le moteur pendant le temps nécessaire.



Vernis et résine de couleur :

Le vernissage se fait surtout dans la bijouterie fantaisie, sur le cuivre, l'aluminium. Il permet une tenue plus forte aux attaques chimiques de la vie courante (transpiration, humidité, vapeurs, etc...).

Les vernis sont de plus en plus performants et demandent une maîtrise et parfois nécessitent des mélanges précis et rapides. A base de résine, ils sont parfois chargés de colorants.

En bijouterie or, les résines de couleur sont employés sur les stylos, les briquets, les montres, les poudriers, les boutons de manchettes, etc...

Décoration en profondeur

Ces procédés ont pour but de décorer le métal mais plus en profondeur, voire même par déformation ou taille du métal.

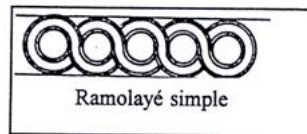
Décoration manuelle :

Il est possible d'effectuer soit même un traitement de surface plus ou moins profond à l'aide de nos outils habituels.

- au marteleur, en jouant sur l'affutage de la pointe.
- avec une fraise, une fissure, une scie...
- avec une meulette, un disque à séparer, une mouche...

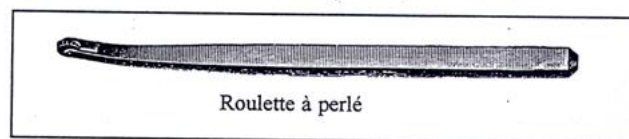
Le Ramolayé :

Décoration imitant les entrelacs en trompe l'œil, formés à l'aide de limes, d'échoppes ou de ciselets.



Le perlé :

Se fait à l'aide d'une petite roulette appelée « mille grains » que l'on appuie fortement sur les filets de sertis afin de sculpter une rangée de petites perles ou avec des petits ciselets.



Perloirs

Le guillochage :

Le guillochage consiste à graver des traits réguliers, parallèles, entrecroisés, droits ou ondulés, sinusoidaux ou en cercle concentriques, gravés mécaniquement sur la surface du métal, pour décorer des bijoux, cadrans et boîtes de montres, orfèvrerie. Il ne reste que quelques guillocheurs pour exécuter ces travaux très spécifiques.

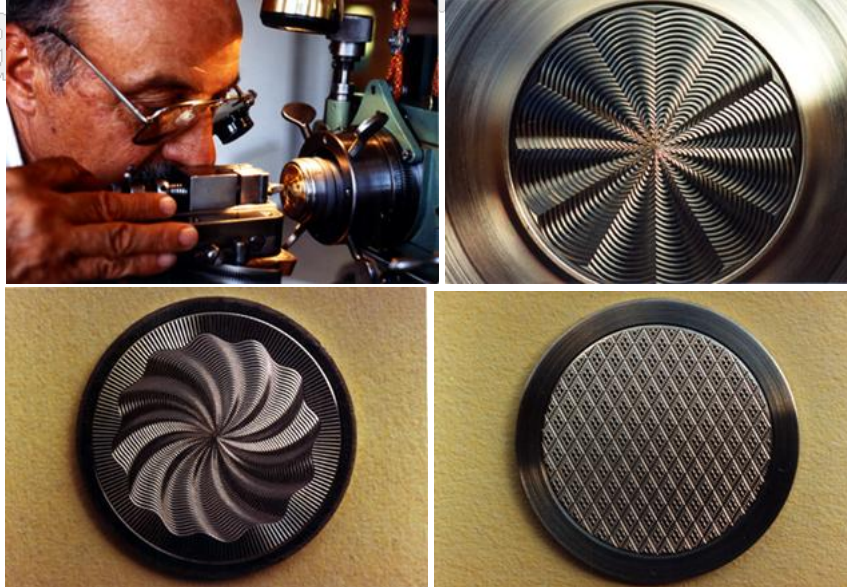
Le guillochage peut aussi être pratiqué sur d'autre matériaux, comme la céramique et le bois par exemple.

Si le gravage est en principe assez bien connu par tous, il n'en n'est pas de même du guillochage.

Deux types de machines servent de base à cette technique selon qu'il s'agisse de créer des traits droits ou circulaires.

Dans le premier cas, l'utilisateur s'assoit devant une machine dite à ligne droite, dans le second il manœuvre [le tour de guillochage](#). Dans la main gauche, le guillocheur tourne une manivelle, de la main droite, il actionne un chariot mobile muni d'un burin qui grave l'or, le platine ou le laiton.

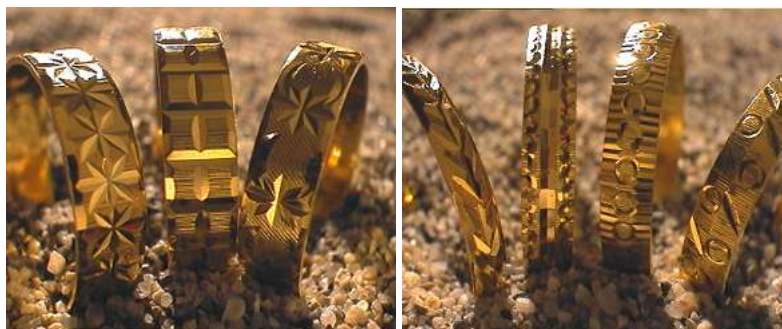
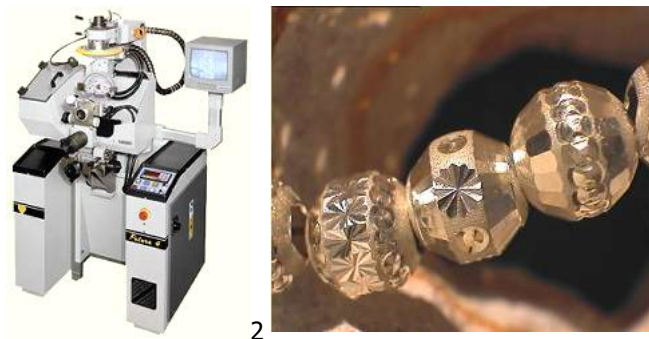
L'infinité des possibilités des dessins acquis provient du jeu que les artistes décident de choisir parmi l'entrecroisement complet ou partiel de lignes droites ou de courbes d'une largeur variant entre 0.1 et 0.5 mm. Les traits ainsi obtenus sont de l'ordre de 3 à 4 centièmes de millimètre de profondeur, même pas l'épaisseur d'un cheveu d'où le recours à deux instruments indispensables: les lunettes et le "microscope".



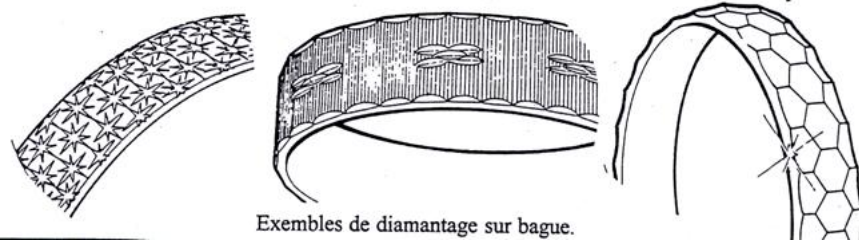
Le diamantage :

Sorte de gravure en surface qui se fait à l'aide d'un diamant monté sur une tête rotative, pilotée par un ordinateur. Ce procédé permet de facetter une surface avec un rendu brillant.

Le diamantage est utilisé sur les lunettes, les entourages de montres, les alliances, les médailles, etc...



Créer pal



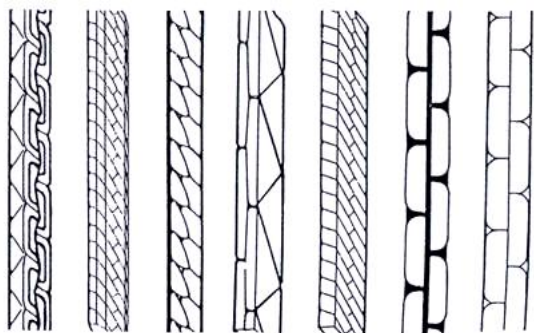
Exemples de diamantage sur bague.

Le lapidage :

Même principe que le diamantage mais le diamant est remplacé par une tête en carbure de tungstène.

Matricage des chaînes :

Dans la bijouterie industrielle, il existe des machines permettant la décoration de chaîne. Elles fonctionnent sur le principe du matricage, qui va imprimer un motif décoratif sur la chaîne. Le matricage se fait également sur le fil, sur le plané, ce qui permet d'obtenir par exemple des fils de bâtage plus esthétiques.



Exemple de motifs obtenus

La photogravure :

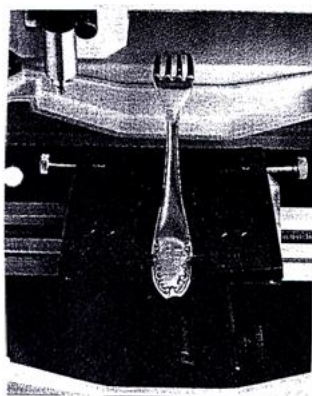
Procédé permettant le transfert d'une photographie sur une plaque de métal.

Principe :

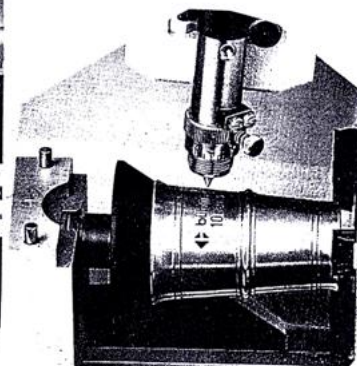
La plaque de métal est sensibilisée par un vernis photosensible à base de bromure d'argent (comme le papier photographique). Ensuite, l'image est projetée sur la plaque sensibilisée, cette plaque est ensuite attaquée par un révélateur spécial qui ne détruit que les parties ayant été fortement éclairées, ce qui libère le métal partiellement en laissant apparaître l'image avec toutes ces nuances. Cette plaque de métal est passée ensuite à l'acide qui attaque seulement les parties mises à nu, ce qui laisse apparaître une image.

La gravure mécanique au diamant :

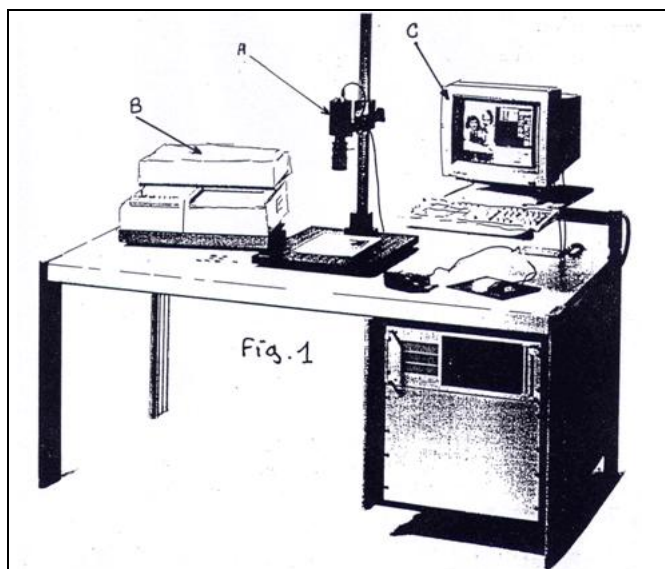
Depuis longtemps le diamant est utilisé pour tracer ou graver simplement en frottant un diamant taillé sur une plaque de métal (procédé du pantographe). Ce procédé peut être informatisé ce qui permet toutes sortes de dessins, frises, etc...



Gravure sur une surface bombée



Gravure sur forme arrondie



Ensemble complet de gravure assistée par ordinateur (GAO) :

A : appareil de prise de vue, pour saisir des images, du texte...

B : Machine à graver pilotée par l'ordinateur (diamantage ou fraisage)

C : Ordinateur complet, avec logiciel de traitement de d'image et logiciel pilotant la machine.

Gravure par rayon laser :

Contrairement à la gravure traditionnelle, qui est plutôt destinée à la pièce unique avec un fini tout particulier, la gravure laser, assumera plutôt les travaux en grande série, pour un coût moindre. Elle permet, entre autre, la gravure sur des objets de formes spéciales. Enfin tous les types de matériaux peuvent être gravés, le verre, le marbre, le granit, etc...



Le laser est surtout utilisé dans l'industrie pour la découpe du métal, il permet également de décorer la surface par taille comme le diamant. L'avantage du laser est de ne pas faire de bavures au découpage, et il est d'une très grande précision.



La gravure avec enlèvement de matière

Décor de traits ou de surfaces en creux, obtenu en entamant directement le métal avec un outil coupant. La gravure se distingue de la ciselure par cet enlèvement de métal et par le profil du trait gravé, anguleux, dû à la forme du burin ou de l'outil de gravure qui est employé. Contrairement à la ciselure, la gravure n'est pas visible à l'envers de la feuille de métal. Comme pour la ciselure, le travail de gravure est effectué en fixant l'objet sur la cire du boulet. Les outils employés sont choisis selon le type de gravure plus ou moins profonde à effectuer: la pointe sèche pour les traits légers, et les divers burins comme l'échoppe et la gouge pour les traits ou surfaces.

La gravure est plus particulièrement utilisée pour les armoiries, les initiales et les inscriptions, mais aussi pour le champlévé ou la basse-taille .

Le gravé vermiculé

Est un décor de fond en petits traits sinueux, serrés et irréguliers, gravés au burin. Ce type de gravure peut aussi être pratiqué avec un outil à plusieurs pointes parallèles; il est souvent utilisé pour préparer les fonds qui doivent être émaillés.

La gravure au pointillé

Est assimilée aux techniques de gravure bien qu'il n'y ait pas d'enlèvement de métal. Elle consiste à frapper verticalement le burin pour obtenir un trait pointillé.

Le flinqué

Est une gravure de traits droits parallèles s'entrecroisant régulièrement, pratiquée essentiellement pour faciliter l'adhérence de l'émail translucide ou opaque sur le métal de fond. Ce terme s'applique aussi à une surface guillochée à la machine ou au tour.

La gravure dite « florentine finish »

Présente l'aspect de traits fins parallèles ou entrecroisés à la manière des fils du tissu, obtenu avec des burins à petites pointes parallèles plus ou moins serrées.

Gravure au tremblé.

Gravure de traits en zigzags plus ou moins serrés et larges, obtenus avec un burin à tête droite, simple ou double, dont la largeur correspond à celle du tremblé à obtenir, appelé ciseau à trembler. Cet outil, appuyé plus ou moins fortement selon les angles voulus, est poussé vers l'avant dans un léger mouvement latéral de va-et-vient.

La gravure au tremblé est utilisée pour tracer un décor ou des inscriptions. Elle est d'une pratique plus aisée que la gravure au burin.

Champlévé.

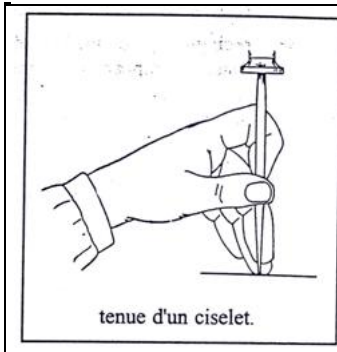
Relief en léger méplat obtenu par enlèvement de métal, en gravant et creusant la surface de métal, selon des traits et sur des surfaces plus ou moins importantes. La profondeur du creux correspond environ au tiers de l'épaisseur totale et n'est pas visible non plus sur l'envers. Cette technique est peu fréquente comme telle; elle est pratiquée principalement pour les émaux champlévés . Les parties en réserve présentent une surface plate.

Le faux-champlévé.

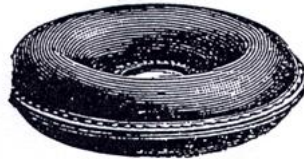
Produit un effet semblable de fonds en creux avec reliefs en méplat, sans travail de gravure, ni enlèvement de métal ; il peut être obtenu de deux manières soit par fonte, les cloisons et le fond ne formant qu'un, soit en superposant deux plaques, la plaque supérieure étant ajourée selon les motifs voulus et la plaque inférieure, unie, servant de fond; ce procédé est à rapprocher du travail en orbevoie



La ciselure :

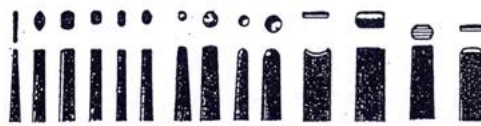


Le métier de ciseleur demande une formation longue et une bonne pratique du dessin.
Son application entre dans la fabrication de bronzes d'art, de l'ameublement, du luminaire, de la pendule, de l'orfèvrerie...



coussin de boulet en cuir.

L'outillage du ciseleur comporte des ciselets (sorte de petites tiges d'acier qui insculperont les formes), le marteau de ciseleur, coussin, boulet (boule creuse servant de support au métal à ciseler), les blots (planches épaisses utilisées quand le boulet n'est plus assez grand), rifloirs, pierres à huile, grattoirs, ciseaux, gouges, burin, etc...



ciselets de divers formes (échelle 2).



boulet de ciseleur



Il existe plusieurs sortes de ciselure :

- La ciselure sur pièce fondue

- La ciselure au repoussé

(ciselure de forme, repoussé ciselé), aux enfoncements de formes variées, est pratiquée avec des ciselets aux formes adaptées tels que les bouterolles, les perloirs, les godronnoirs, etc. Pour les cannelures, on utilise le ciselet à canneler sur un tas à canneler. Certains détails de formes sont effectués avec des ciselets spéciaux appelés ciselets de chic, fabriqués pour une utilisation précise, pour les commissures des lèvres, ou pour souligner les ongles par exemple.

- La ciselure « pris sur pièce ».

Ressemble à la sculpture car le ciseleur dégage le métal à l'aide de burins, d'outils coupants de façon à dégager une forme qu'il précise avec les ciselets.

- Le tracé matis.

Consiste à décorer le métal en surface à l'aide de ciselets clairs et mats afin de donner une impression de relief sans pour cela tailler ou repousser le métal.

La ciselure à la recingle.

Permet d'obtenir des côtes ou des reliefs sur des objets à ouverture étroite, à l'aide d'une tige métallique coudée, la recingle, enfilée à l'intérieur de l'objet. La partie horizontale de l'outil qui reste à l'extérieur est frappée verticalement au marteau ; par répercussion, son extrémité vient frapper la paroi interne et faire ressortir le métal de l'intérieur vers l'extérieur.

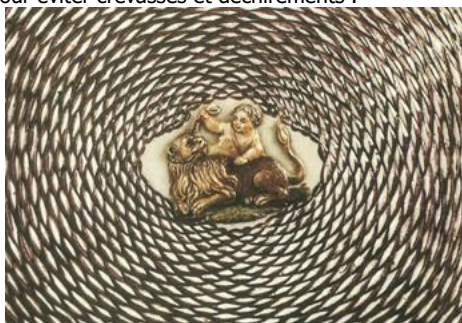


- La ciselure sans enlèvement de métal

Décor de traits et de surfaces enfoncés, pratiqué sur l'endroit d'un métal en feuille ou en masse, sans enlèvement de matière contrairement à la gravure. Dans le cas du métal en feuille, les motifs ciselés sont visibles en négatif sur l'envers.

Le travail est effectué avec des ciselets (ciseau d'orfèvre) qui sont de petites tiges de sections et de formes très diverses, à tête adaptée aux motifs souhaités, frappées perpendiculairement à la surface avec le marteau à ciseler :

ce travail s'effectue à froid, par petits coups successifs pour défoncer le métal par étapes sans le déchirer, sur un support suffisamment mou constitué d'une matière à base de cire pour accompagner et amortir les traits et reliefs donnés au métal, mais assez ferme pour le maintenir. ce support, en principe éliminé une fois le travail, terminé, a pu, dans certains cas, être conservé dans le creux de certains reliefs, afin de former un support permanent et renforcer le métal pour éviter crevasses et déchirements.



Décor à la molette :

Décor de motifs réguliers, répétitifs et continus, tels que palmettes, godrons, rais de coeurs ou traits parallèles, effectué par pression d'une molette en métal dont la tranche comporte la gravure du motif le décor est ainsi imprimé sur la surface du métal. Comme pour la ciselure, il n'y a pas d'enlèvement de métal. Ce type de décor, effectué au tour, ne s'adapte qu'à des formes circulaires ou ovales et est appliqué en général sur des bordures, des bagues, des ceintures, des moulures ou des bâtes.



Poinçonné :

Décor d'un motif imprimé ponctuellement sur la surface du métal en feuille ou en masse, avec une sorte de ciselet appelé poinçon dont l'extrémité comporte un motif gravé. Proche de la ciselure, le décor poinçonné est imprimé sur la surface du métal sans enlèvement de métal. Il peut combiner différents motifs poinçonnés avec des traits ciselés, pour former un décor plus ou moins complexe. Pour le fer, le poinçonné peut désigner un travail de grosse ciselure à chaud ou à froid.



-
-

Damasquinure :

L'incrustation ou damasquinage

Effets décoratifs par contrastes de couleurs des métaux, obtenus en incrustant par martelage des fils, petites plaques ou feuilles de métal, dans un fond de métal différent, sur lequel des sillons et des surfaces ont préalablement été gravés au burin ou à l'acide. Le métal du fond peut être le fer, l'acier, le cuivre et ses alliages, ou plus rarement l'argent ou l'or. Les incrustations sont le plus souvent en argent ou en or, cuivre ou laiton. Les éléments incrustés sont généralement mis au même niveau que la plaque de fond, excepté dans la damasquinure en relief, où les fils incrustés sont plus épais et dépassent en relief sur la surface du fond qui est, dans ce cas, généralement de l'acier. La damasquinure a donné lieu à de nombreuses combinaisons et appellations en fonction des métaux et des colorations utilisés.

Les incrustations de Tolède (ouvrage de Tolède) sont pratiquées sur fond d'acier ou de fer noirci par chauffage; les fils d'or, d'argent ou de cuivre, y sont insérés dans des sillons et cavités gravés et creusés selon un profil en queue d'aronde, au fond plus large que les bords. Un par un et côte à côte, les fils sont écrasés par martelage, jusqu'à ce qu'ils remplissent la totalité des creux dont les bords se referment très légèrement sur eux.



La niellure :

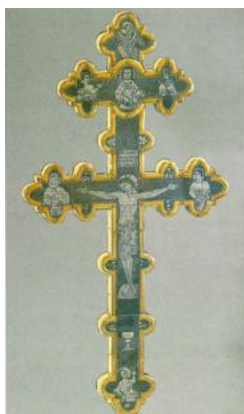
Décor d'incrustations d'une matière de couleur noire plus ou moins grise ou bleutée le nielle ou niel, (plomb, argent, cuivre, soufre), dans des traits gravés en creux dans un métal clair, le plus souvent l'argent ou l'or, beaucoup plus rarement le bronze ou le laiton. Il peut aussi être appliqué sur des surfaces lisses.

Le nielle est composé de sulfures métalliques dont la composition varie selon les époques, et détermine son mode d'application. Les nielles à base de sulfure d'argent ou de cuivre se décomposant avant fusion, ont été utilisées sous forme de pâte, tassée dans les sillons ou découpée en morceaux.

L'association des sulfures d'argent, de cuivre et de plomb, permettant une bonne fusion, correspond à une application mieux répartie dans les creux. Les parties réservées, non niellées, peuvent ensuite être dorées au mercure.

Rayable avec une pointe métallique, le nielle est moins brillant que l'émail noir avec lequel il a été confondu

-

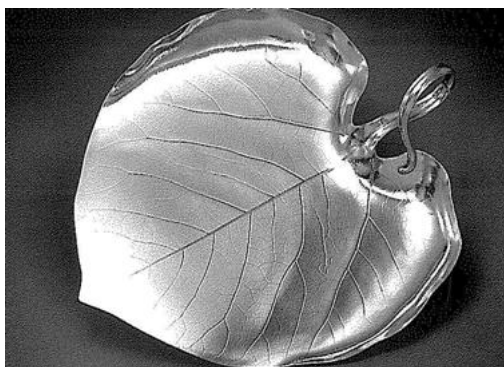


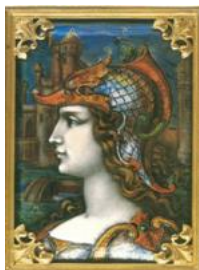
Empreintes naturelles :

Empreintes en creux ou en relief

d'éléments naturels plats, tels que des feuilles, des plumes ou des insectes, imprimés sur une feuille de laiton ou de cuivre par martelage de deux feuilles entre lesquelles l'élément naturel a été placé. La plaque inférieure est ainsi imprimée des moindres détails de l'objet inséré, la plaque supérieure ayant servi à amortir les coups du marteau.

Ce décor est souvent complété par un martelé des fonds, permettant soit d'en accentuer l'effet, soit de dissimuler les imperfections qui peuvent survenir au cours de la prise d'empreintes. Ce type de décor ne pouvant être effectué que sur une feuille plate, celle-ci est ensuite mise en forme pour obtenir un objet qui ne peut être que légèrement creux pour éviter les déformations des motifs du décor. Les empreintes naturelles peuvent aussi être obtenues à la presse.





L' émailage

L'art de l'émailage remonte au-delà du V siècle avant JC. Les sculpteurs grecs décoraient leurs statues d'incrustations émaillées. Les spécimens grecs et celtiques les plus anciens sont tous composés d'émaux opaques, et ce n'est qu'au XII siècle, à l'époque gothique, que les émailleurs commencèrent à utiliser des émaux transparents. Les techniques devinrent ensuite de plus en plus sophistiquées et les orfèvres anglais du XVI siècle et français du XVIII siècle produisirent des pièces splendides. Au début de notre siècle, les émailleurs russes de Carl Fabergé réalisaient des travaux d'une précision et d'une technicité incroyables. De nombreux émaux sont aujourd'hui devenus des pièces de musée et ces derniers, ainsi que les expositions spéciales, vous permettront de découvrir ce que l'homme a pu réaliser grâce à ce fascinant procédé.

L'émailage, grâce à l'outillage moderne, est devenu une technique relativement simple, qui permet de décorer des supports de façon originale et de réaliser des bijoux exquis. Vous trouverez, après avoir appris à appliquer ces techniques, de nombreuses manières d'utiliser des plaques

Le travail du métal et celui de l'émail sont deux arts qui se combinent très bien.

L'émail est une matière vitreuse composée d'une masse incolore transparente, de nature cristalline, le fondant et de colorants, généralement constitués d'oxydes métalliques dont les principaux sont les oxydes de cobalt, de cuivre, de manganèse, de fer, d'antimoine et d'uranium. L'émail est opacifié avec de l'oxyde d'étain. Sous forme de poudre humidifiée aux grains plus ou moins gros selon le résultat souhaité, l'émail est posé dans les alvéoles, les champs ou sur les surfaces métalliques, à l'aide d'une plume, d'une spatule ou d'une pointe en métal, en une ou plusieurs opérations, sur une épaisseur adaptée à la technique utilisée et à la forme de l'objet. D'autres méthodes d'application peuvent être employées pour l'émailage en plein par saupoudrage à l'aide d'un tamis, ou par trempage en plongeant l'objet plein à émailler dans une bouillie d'émail.

Une fois cuit, l'émail peut être égalisé par lapidage pour enlever les excès débordant des cloisons ou des alvéoles, dans le cas du cloisonné et du champlevé. L'émail peut être poli ou maté.

Types d'émaux

Émaux opaques. Les émaux opaques sont généralement très brillants et très lisses, mais différentes textures – plus rugueuses ou plus mates par exemple – peuvent être obtenues par réduction du temps de cuisson. Ce procédé s'appelle la sous cuisson.

Émaux transparents. Ces émaux doivent être cuits sur une base incolore et transparente – appelée fondant – pour garder leurs teintes exactes et lumineuses. C'est une technique un peu plus complexe que celle des émaux opaques. Leur texture ne peut pas être modifiée par une sous cuisson, mais différents fondants peuvent être utilisés pour varier les effets de couleur et de transparence.

Émaux craquelant. Ces émaux en poudre ont la particularité de se fendiller ou de craquelier comme la porcelaine ancienne. On les cuit sur une base d'émail ordinaire et leur texture à un petit air ancien.

Email en plein



Email opaque plus rarement translucide recouvrant entièrement toutes les faces d'un objet en métal, L'application de l'émail est faite soit à la spatule, soit au trempé dans un bain, soit encore par saupoudrage. Les deux faces du métal étant émaillées, le revers fait office de contre email.

Les émaux dits bressans consistent en une base émaillée en plein, sur laquelle sont disposés des paillons d'or découpés suivant des motifs divers, assemblés selon le dessin souhaité et fixés par une ou deux autres cuissons. De petites perles d'émail opaque de couleur généralement blanche, ou de toute façon contrastée par rapport à la couleur du fond, y sont ajoutées; ces perles d'émail sont façonnées à part avec une plume, puis fixées dans de toutes petites cavités ménagées sur les paillons.

Email champlevé

Email généralement opaque, parfois translucide, déposé et cuit dans des cavités, plus ou moins profondes creusées au burin et à la gouge dans l'épaisseur d'une plaque de métal, généralement du cuivre ou des alliages cuivreux, et, dans de rares cas, du fer, de l'or ou de l'argent; les parties en réserve sont gravées et dorées.

La profondeur des creux est fonction de l'épaisseur de la plaque de métal à champlever. Les coups d'outil dans le fond des cavités provoquent des aspérités qui permettent une meilleure adhérence de l'email. Une fois cuit, l'email est soumis au lapidage, pour mettre la surface de l'email au même niveau que celui du métal en réserve.

Les couleurs nuées sont constituées par la juxtaposition de deux ou plusieurs couleurs différentes dans une même cavité, sans cloison de métal.

Suivant les ateliers, les émaux champlevés ont pu prendre des appellations particulières.

Dans les faux-émaux champlevés fondus, les cloisons et le fond sont fondus.

Dans les émaux de Catalogne, les émaux, opaques et bombés car non polis, remplissent des cavités fondues.

Email cloisonné

Technique d'application des émaux opaques, et plus rarement des émaux translucides, dans des compartiments délimités par de fines cloisons de métal, rubans ou fils métalliques, soudées sur un fond de métal. L'or est le métal le plus employé pour email cloisonné, plus exceptionnellement l'argent ou le cuivre; l'or est parfois cloisonné sur fond d'argent. Le fond et les cloisons doivent être assez minces, mais suffisamment épais pour supporter l'email sans se déformer. La finesse des cloisons de métal et l'emploi le plus fréquent de l'or le distinguent de la technique de l'email champlevé. Sur un même objet, les cloisons métalliques peuvent être d'épaisseurs différentes, mais doivent être d'une même hauteur,

de 1 à 4 millimètres environ, toujours proportionnée à celle du fond.

En morcelant la surface, les cloisons permettent une meilleure répartition des tensions entre email et métal ainsi qu'une meilleure adhérence de l'email au fond, celui-ci restant toujours uni et ne nécessitant aucune intervention, contrairement à l'email champlevé. Le cloisonné est principalement pratiqué sur l'or, la nature de ce métal favorisant l'adhérence de l'email. Dans le cas d'une plaque entièrement cloisonnée, les cloisons extérieures sont constituées par les bords de la plaque de fond, repliés verticalement à angle droit. Dans le cloisonné enfoncé, les cloisons et l'email sont disposés dans une cavité à fond plat, préalablement enfoncée de quelques millimètres, ressortant de façon visible sur le revers. La partie émaillée se trouve ainsi encadrée par la surface initiale du métal laissée en réserve et unie sans décor.

Les émaux de plique

Sont des émaux à cloisons d'or formant des décors de petits coeurs, quadrilobes et trèfles. De couleur blanche, rouge, bleue et jaune, ces émaux opaques sont noyés dans un email translucide vert. Les émaux de plique décorent de petites plaques montées sur des objets d'orfèvrerie et des bijoux.

Email peint

Email opaque ou translucide sur fond de métal, en général du cuivre ou de l'or, plus rarement de l'argent, appliqué à la pointe, au pinceau ou à la plume, à la manière d'une peinture ou d'un dessin. L'email peint, et toutes les techniques qui en découlent, nécessitent un contre email sur tout le revers de la surface à émailler, pour éviter les déformations, ce qui n'est pas le cas pour l'email cloisonné, l'email champlevé et l'email sur basse-taille.

La peinture peut être appliquée sur des paillons d'or pour donner plus de transparence et d'éclat avec des effets métalliques.

Des granules d'or ou d'argent sont répartis sur un fond d'émail en plein, translucide ou opaque, chauffé jusqu'à ce qu'ils s'enfoncent légèrement et se fixent dans l'émail de base.

L'émail blanc gravé à l'acide

- Appliqué uniformément sur un fond, puis recouvert d'une épargne au vernis résistant à l'acide sur laquelle le décor est gravé. La pièce est ensuite trempée dans un acide qui attaque légèrement les surfaces et les décors non protégés par l'épargne, enlevant ainsi le brillant de l'émail. L'effet décoratif est obtenu par le contraste entre le brillant de l'émail blanc et le mat des parties attaquées, accentué par le très léger relief en creux provoqué par l'acide.

L'émaillage en plein par saupoudrage

- Pratiqué sur cuivre ou acier, est obtenu en juxtaposant et superposant des émaux colorés en poudre, avec ou sans délimitation préalable des contours.

Email à la manière d'une gravure



Email noir appliqué en couches très minces, sur un fond d'or finement gravé, à la manière d'une gravure. Le tout est recouvert d'un fondant incolore transparent qui a pour fonction de protéger ce travail délicat et d'accentuer l'effet de relief. Le même procédé peut être utilisé avec des émaux colorés.

Photographie sur émail



Procédé photographique, appliqué sur une couche d'émail monochrome blanc de fond. Il n'y a ni relief, ni fondant incolore.

Email en relief



Email appliqué par couches successives pour former un relief sur un fond émaillé. Les différentes couches sont cuites après chaque application; le travail de modelé du relief de l'émail est effectué au fur à mesure avec un outil spécial en fer. Il se distingue nettement de l'émail sur ronde-bosse et de l'émail peint sur un relief repoussé.

L'émail en bas relief est obtenu par superposition d'un motif en émail en bas relief sur un fond émaillé. Ce type d'émail peut être coloré à la manière d'un camée et en imiter l'effet.

Dans les émaux en bas relief assemblés en médaille, deux émaux en bas relief sont assemblés dos à dos et collés par application et cuisson d'une couche d'émail supplémentaire entre les deux.

La grippe est un morceau d'émail fixé sur un fond d'émail, sans vitrification complète. Elle est utilisée soit pour des raisons techniques, afin de ne pas fatiguer les émaux par des cuissons trop poussées et nombreuses, soit pour des raisons décoratives afin de produire des effets spéciaux par contrastes de matières et de reliefs.

Les émaux cloisonnés à jours



Les émaux à jours sont des émaux translucides cloisonnés, sans fond de métal. Les cloisons sont assemblées en soudant ensemble de minces rubans métalliques ou, dans certains cas, des filigranes d'or et beaucoup plus rarement d'argent. L'émail déposé dans les alvéoles ainsi formées doit avoir une consistance suffisante pour adhérer et se maintenir contre les parois des alvéoles sans déformation. Cette opération peut être exécutée sur un fond de métal ou sur une plaque d'un matériau empêchant l'adhérence de l'émail, comme une pierre ou une plaque de mica par exemple. L'émail cloisonné à jour peut aussi être recouvert de part et d'autre d'une couche d'émail translucide maintenant le tout.

Une variante du cloisonné à jour consiste à découper et ajourer une plaque de métal d'une certaine épaisseur, selon le motif souhaité, les ajours ainsi ménagés étant remplis d'émaux translucides.

Dans les émaux cloisonnés « transylvaniens », les cloisons sont de fins fils d'or, fixés sur un fond de pierre noire non émaillée et visible par endroits.

Faux-émaux

Les faux-émaux imitent l'émail, mais les procédés sont totalement différents.

L'émail à froid est une matière imitant l'émail, appliquée à la spatule et ne nécessitant pas de cuisson.

Les émaux des merciers (émaux du Palais 2) sont des matières découpées, telles que le verre de plomb, le verre églomisé, les pâtes de verre ou le mastic coloré, utilisées comme des faux-émaux. Les émaux en mosaïque sont de petites plaques émaillées, opaques ou translucides, de couleurs variées, juxtaposées à la manière d'une mosaïque, sur un fond de résine ou d'émail transparent.

Le même résultat peut être obtenu avec des morceaux de mosaïque disposés sur une plaque métallique recouverte d'un fondant ou d'émail translucide et chauffée jusqu'à fusion uniforme de l'ensemble.

Créer par jean Marie POULARD

Quelques explications des problèmes les plus courants

Suivant la cuisson et les différentes conditions du four, les émaux ou l'air ambiant, l'émail peut présenter un certain nombre de défauts, tels que des bulles, légères boursouflures, provoquées par un dégagement gazeux.

L'oxydure est une couche d'oxyde de couleur rouge-brun, sur le fond de cuivre dans le cas d'émaux champlévés, formée lors de la cuisson.

La calamine forme une couche de couleur sombre, due à l'oxydation du cuivre, sur des pièces métalliques mal décapées. Elle se différencie des brûlures qui proviennent d'un émail passé en couche trop mince et inégale et qui, soumis à un feu trop violent et une cuisson trop longue, se parsème de taches noires et brillantes.

Les craquelures forment des fissures dans la couche d'émail.

Les cratères se produisent dans un émail déposé sur un métal qui a gardé des traces de graisse ou d'acide, lesquelles forment un léger bouillonnement au moment du chauffage, modifiant la surface de l'émail.

Les écaillages sont les bris de la surface émaillée.

Les écorchures (déchirures) sont des accrocs provoqués par un taux important d'oxyde sur le métal de base.

L'hydratation correspond à une altération de l'aspect ou de la couleur de l'émail, et les oeilletons sont de petits trous dus à la présence de bulles d'air à la surface de l'émail pendant la cuisson.

Les coulures, dans le contre émail, ont l'apparence de larmes, lorsque l'émail a été posé trop épais ou a été mal séché, après la pose et avant la mise au four. Ces coulures s'accompagnent généralement de manques sur le pourtour.

L'émail surchauffé, porté rapidement à une température de cuisson au-delà du degré de fusion nécessaire, peut être utilisé comme technique de décor, les couleurs se mettant à couler et à se mélanger de façon imprévisible.



ULARD

La fonte à cire perdu

Page 3 - Confection des modèles en cire

Page 4 - Montage de la grappe
- Pesée de l'arbre de cire

Page 5-6 - Préparation du revêtement

Page 6 - Cuisson au four

Page 7 - Courbe de cuisson du cylindre

Page 8-9 - Fusion du métal
- Fusion du métal et coulée

Page 10 - Exemple des opérations de fusion et de coulée

Page 11 - Calcul de titres
- Conseils

Page 12-13 - Défauts éventuels - Causes et remèdes

Page 14 - Mesure des quantités d'eau et de plâtre nécessaires

Page 16 - Schéma récapitulatif

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Schéma récapitulatif

1- CONFECTION DES MODELES EN CIRE

- Asperger le moule de démoulant en bombe spray tous les trois ou quatre tirages.

- Ouvrir la matrice, saupoudrer de maïzena ou de talc et souffler le surplus.



- La maïzena (ou le talc) doit être saupoudrée en dehors de l'empreinte. Elle permet l'évacuation de l'air contenu dans ce moule en formant une très fine couche entre les deux parties. La cire peut donc prendre la place de l'air qui s'échappe plus facilement que si les deux parties étaient hermétiques.

- Les deux parties de la matrice sont maintenues serrées par des plaquettes de la même taille que le moule.
- La cire à 65°C (la température varie suivant le type de cire) est injectée par le trou de coulée.



- Attendre le temps nécessaire pour la prise de la cire (selon les pièces).
- Apprendre à dégager la cire de la matrice.



- Retirer les bavures à l'aide d'une spatule et de papier émeri, nettoyer les cires au « white spirit ».
- Tirer autant de modèles désirés (sans oublier de saupoudrer la maïzena).

2- MONTAGE DE LA GRAPPE

- Nettoyer l'embase en caoutchouc, si nécessaire (cire, plâtre).
- Mettre sur l'embase en caoutchouc le bâton de cire qui servira de tronc à la grappe. La grosseur de celui-ci varie selon le volume des pièces ainsi que du métal (question d'économie).
- Les pièces en cire sont collées en grappe à l'aide d'un fer à souder.



- les pièces en cire sont dirigées vert le haut et ne doivent se toucher ni entre elles ni avec le cylindre (un espace minimum d'un centimètre est conseillé).
- L'arbre en cire peut être plongé dans un liquide protecteur (waxofilm) celui-ci va permettre au plâtre de glisser sur la cire.



3- PESEE DE L'ARBRE DE CIRE

- Connaître le poids de l'embase en caoutchouc.
- Trouver, grâce à la balance, le poids de l'ensemble (arbre + embase)
- Poids de la cire par soustraction du poids de l'embase.

- La densité de la cire est égale à 1 donc il est très facile par rapport à la densité des autres métaux de calculer le poids de métal nécessaire pour la coulée :

Densité de l'argent 925 = 10.38

Donc pour 1 Gr de cire il faut 10.38 Gr d'argent 925

- Ne pas oublier de rajouter 20% de métal en plus pour la masselotte de l'embase.

-
-
-
-
-
-
-

4- PREPARATION DU REVETEMENT

-

- L'ensemble (arbre + embase) est coiffé par un cylindre acier inox troué ou non (le cylindre troué va permettre à l'air de s'échapper plus facilement lors de la coulée).
- Entourer le cylindre d'un plastique rigide et d'élastiques pour éviter le débordement du plâtre.
- Déterminer le poids de plâtre et d'eau nécessaire .



I) Avec un mélangeur de plâtre style « mixeur st louis »

- Verser le plâtre dans la partie supérieure du mixeur et l'eau dans le récipient gradué.



- Faire le vide d'air dans la machine et mettre en marche le mélangeur.
- Ouvrir la vanne d'arrivée de l'eau puis mélanger le tout pendant **1 minutes** à vitesse lente.
- Continuer à mélanger à vitesse rapide pendant **2 minutes**.
- Mettre le vibreur en marche, arrêter le mélangeur et ouvrir la vanne permettant de verser le plâtre dans le cylindre.



- Augmenter le vibreur jusqu'au maximum pendant **2 minutes** après « bouillonnement » du plâtre.
- Utiliser une autre pompe à vide plus puissante pendant **1 minute**.
- Le plâtre commence à durcir entre la 10^{ème} et la 12^{ème} minute.
- Retirer le cylindre et le laisser sécher pendant 2 heures environ.
- Enlever le plastique, les élastiques et l'embase en caoutchouc puis nettoyer le surplus de plâtre avec une spatule.

- Ne pas oublier de marquer le numéro du cylindre ainsi que celui du programme de cuisson.
- Les cylindres sont prêts à être enfournés



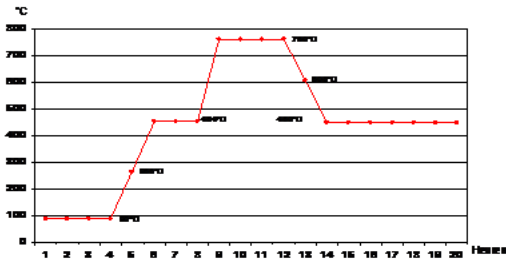
CUISSON AU FOUR

- Mettre dans le fond du four les cylindres contenant les plus grosses pièces.

POULARD

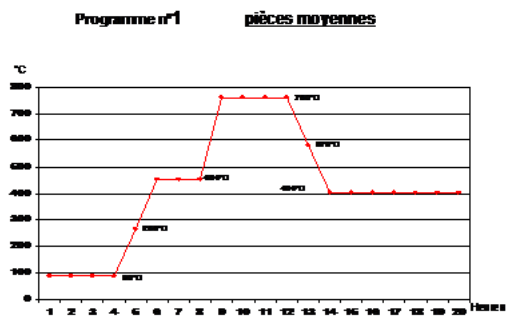
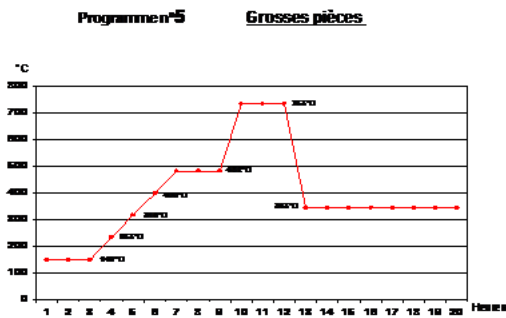
Crée

- La cuisson
- Ne jamais
- Respecter :



coulée du métal.

s).



6- FUSION DU METAL

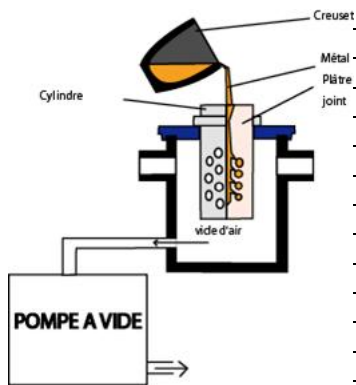
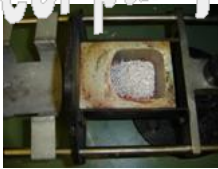
- L'alliage (or, argent, bronze) est fondu dans le creuset.
- Une flamme grasse mais non oxydante.
- Bien badigeonner le creuset de borax.

7- FUSION DU METAL ET COULEE

Nous disposons maintenant des cylindres portés à température et du métal rangé dans des godets en fonction de la numérotation des cylindres. La fusion peut commencer.

Il existe plusieurs façons de couler du métal :

- Par gravitation (fronde)
- Par centrifugation (centrifugeuse, table de coulée)
- Par dépression (J15, fondeuse à induction)
- Verser le métal dans le creuset
- Placer le cylindre dans la centrifugeuse
- Equilibrer la centrifugeuse à l'aide du contrepoids
- Faire fondre le métal
- Une fois à bonne température fermer le capot de la machine et la mettre en route



Exemple des opérations de fusion et de coulée pour une table de coulée comprenant une pompe à vide et une aspiration par dépression :

- 1) Mettre la machine sous tension.
- 2) Adapter le joint propre et non cassé sur la machine.
- 3) Fondre le métal dans le creuset.
- 4) Laisser le chalumeau sur un support pour garder le métal en fusion
- 5) Sortir le 1^{er} cylindre et le mettre sur la machine.
- 6) Allumer la pompe à vide de celle-ci (et vérifier qu'elle soit à son niveau maximum)
- 7) Reprendre son chalumeau et porter le creuset avec celui-ci au dessus de la coulée
- 8) Effectuer la coulée.
- 9) Après durcissement de celle-ci éteindre la machine.
- 10) Mettre dans de l'eau froide lorsque le métal est noirci.
- 11) Bien nettoyer la grappe à l'eau.

- 12) Plonger la grappe dans l'acide sulfurique dilué à 10 parties d'eau pour 1 à 2 parties d'acide sulfurique et faire chauffer jusqu'au dérochage de celle-ci (toujours verser l'acide dans l'eau et non l'eau dans l'acide).
- 13) Faire un recuit d'homogénéisation.
- 13) Découper chaque pièce de son support.

8- NETTOYAGE DU CYLINDRE

- Retirer le cylindre de la machine et laisser le refroidir (environ 5 à 10 minutes le métal doit être sombre et non lumineux)
- Plonger celui-ci dans l'eau froide (le plâtre se désagrège)
- Nettoyer la grappe obtenue dans de l'acide chaud
- Recuire l'arbre de métal obtenu deux fois au chalumeau (le recuit d'homogénéisation doit se faire normalement dans un four de recuit à la température requise selon le métal ou l'alliage)



QUELQUES CONSEILS:

- Essayer d'utiliser un minimum de 75% de métal fin pour faire un alliage propre pour la coulée.
- La proportion d'eau pour le mélange du plâtre varie en fonction de la taille des pièces, plus les pièces sont fines plus il faut mettre d'eau, 40 à 42 %, pour les grosses pièces on mettra 38 à 40% d'eau

DEFAUTS EVENTUELS - CAUSES ET REMEDES

Défauts**causes probables****1- Fines bavures en ailettes sur la fonte :**

- a- Non respect du rapport eau / plâtre.
- b- Stockage du revêtement à l'humidité
- c- Temps de travail dépassé ou chocs sur le cylindre pendant la prise.
- d- Chute du cylindre
- e- Cuisson avant prise complète
- f- Montée en température trop rapide
- g- Revêtement desséché et non réhumidifié avant cuisson.
- h- Cylindre trop refroidi avant la coulée.

2- Coulée incomplète :

- a- Mauvaise alimentation (tiges trop minces, trop longues ou pas assez nombreuses).
- b- Cuisson incomplète.
- c- Cylindre trop froid à la coulée.
- d- Alliage trop froid à la coulée.
- e- Poids d'alliage insuffisant.

3- Fonte brillante avant décapage :

- a- Cire insuffisamment éliminée. Les résidus de carbone ont réduit les oxydes de l'alliage.

4- Taches sombres et rugueuses ne disparaissant pas au décapage :

- a- Température de cuisson ayant dépassé 790°C.
- b- Surchauffe de l'alliage.
- c- Non respect du rapport eau/plâtre.
- d- Franges dues à un remplissage trop rapide du cylindre.
- e- Cuisson prématurée du cylindre
- f- Montée en température trop rapide du cylindre,
- g- Cire n'ayant pu s'écouler librement du moule et ayant laissé des résidus à la surface du revêtement.
- h- Recyclage excessif de déchets (plus de 50%).

5- Porosités :

- a- Alimentation insuffisante.
- b- Cuisson incomplète.
- c- Surchauffe de l'alliage.
- d- Cylindre trop chaud.
- e- Recyclage excessif de déchets (plus de 50%).
- f- Fluxage insuffisant.

6- Inclusions de particules étrangères :

- a- Tiges d'alimentation courbes ou anguleuses.
- b- Cuisson prématurée du cylindre.
- c- Montée en température trop rapide du four de cuisson.
- d- Mauvais nettoyage du cône de coulée.
- e- Alliage contenant des particules étrangères.
- f- Creuset usé ou insuffisamment fluxé.
- g- Cylindre rouillé ou mal nettoyé après la fonte précédente.

7- Particules de revêtement dans le moule :

- a- Tiges d'alimentation courbes ou anguleuses.

8- Billes ou nodules sur la fonte :

- a- Revêtement trop épais ou insuffisamment brassé, vibré ou dégazé

9- Autres aspérités ou rugosités sur la fonte :

- a- Rugosités sur la maquette.
- b- Alimentation insuffisante.
- c- Non respect du rapport eau/plâtre.
- d- Franges dues à un remplissage trop rapide du cylindre.
- e- Cuisson prématurée du cylindre
- f- Montée en température trop rapide du cylindre.
- g- Cire n'ayant pu s'écouler librement du moule et ayant laissé des résidus à la surface du revêtement.
- h- Recyclage excessif de déchets (plus de 50%).

10- Surface marquée légèrement rugueuse :

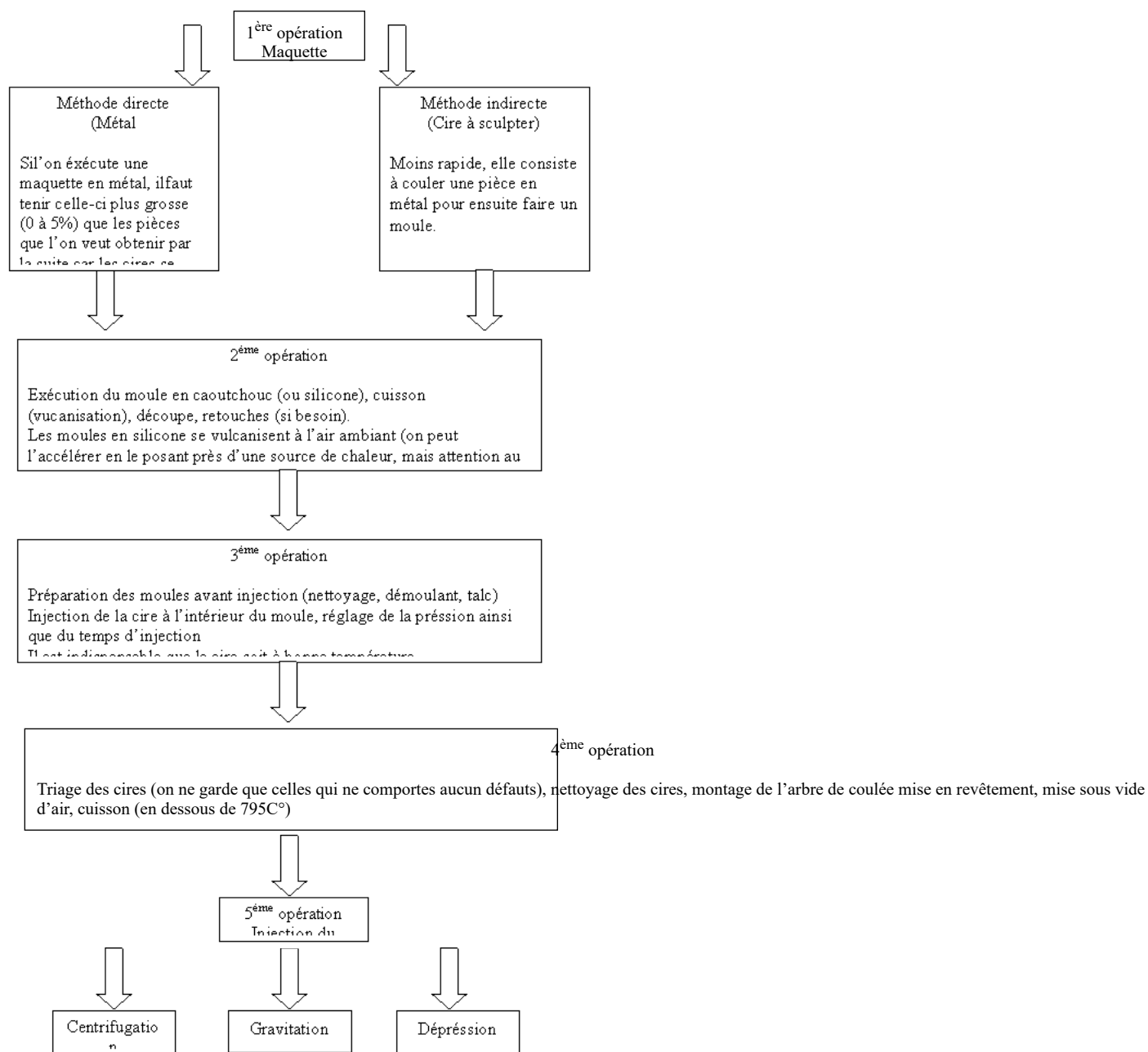
- a- Temps de travail non respecté. L'eau du mélange remonte le long des cires avant que le plâtre n'est pris.

**MESURE DES QUANTITES D'EAU ET DE
PLÂTRE NECESSAIRES**

POIDS DE REVETEMENT (mG)	POIDS D'EAU (mL)		
	38%	40%	42%
300	114	120	126
400	152	160	168
500	190	200	210
600	228	240	252
700	266	280	294
800	304	320	336
900	342	360	378
1000	380	400	420
1100	418	440	462
1200	456	480	504
1300	494	520	546
1400	532	560	588
1500	570	600	630
1600	608	640	672

Programme de fonte à cire perdue pour argent

date :	Température max. du four : pièces fines 760°C Pièces moyennes 760°C Pièces grosses 733°C	Métal:	Nom, prénom:
Fonte		Revêtement	

[illegible]

au moule en
caoutchouc.1^{ère} opération
Maquette

Z



Coupelle

La coupellation

• Coupellation

L'essai par coupellation se réfère à une méthode d'analyse des alliages d'argent utilisés pour la fabrication des Monnaies. Elle est basée sur la propriété de l'argent de ne pas s'oxyder quand on le maintient fondu au contact de l'air, alors que le cuivre au contraire s'oxyde en oxydure Cu_2O . Pour que le cuivre métal se sépare de l'alliage, il faut ajouter dans celui-ci une petite quantité de plomb qui en s'oxydant produit de la litharge dans laquelle l'oxyde de cuivre se dissout. Le grillage a lieu dans une coupelle à parois épaisses et poreuses, fabriquée à partir de cendres d'os ou de magnésie. L'oxyde de plomb fondu tenant les autres oxydes en dissolution s'imbibe dans la coupelle, La coupelle absorbe alors, par capillarité, cette masse liquide tandis qu'elle est sans attraction pour les métaux précieux qui restent sur la coupelle sous une forme plus ou moins sphérique que l'on appelle « le bouton ».

L'essai par coupellation se fait ordinairement sur un gramme d'alliage, et la quantité de plomb que l'on ajoute dépend du titre de l'alliage, et pour la monnaie d'argent on prend 7 g de plomb

• L'histoire

La Coupellation est un type d'épreuve pour tester les métaux précieux (orfèvrerie ou monnayage).

Vers la fin du XIII^e siècle se diffuse une technique élaborée, en provenance de France, la coupellation ou coupelle (à Venise : il sazzo, parfois nommé "essai par le feu" : sazzo per via di foco).

Elle est en fait connue depuis des lustres, Theophilus Presbyter (pseudonyme d'un moine de l'abbaye bénédictine de Helmarhausen) décrivant clairement la coupellation de l'argent dès 1110-1140, dans un traité technique rédigé à l'intention des monastères.

En vérité cette méthode semble avoir été pratiquée en Chine plusieurs siècles avant notre ère. Elle aurait été introduite dans le bassin méditerranéen par les Phéniciens et serait attestée dans la Grèce antique.

Il s'agit cette fois d'une véritable opération de métallurgie, destinée à isoler par oxydation les divers métaux d'un alliage en fusion. Elle se fonde sur une caractéristique commune de l'or et de l'argent, celle de ne pas s'oxyder aux températures élevées, alors que le cuivre présent dans un alliage s'oxyde

Il convenait en premier lieu de les calciner jusqu'à obtention de résidus blancs, réduits en une poudre passée au tamis. Celle-ci, placée dans un linge, était ensuite mise à tremper dans un baquet plein « d'eau de rivière ». On obtenait ainsi une pâte à laquelle, grâce à un moule, on donnait la forme d'une coupelle.

À ce point se déroulait la partie délicate du travail : trop pressée dans le moule, la pâte n'aurait pas été assez poreuse ; insuffisamment pressée, elle aurait laissé passer la totalité du métal testé. Il était ensuite procédé à la dessiccation des coupelles sur une planche située à proximité d'un feu ; alors seulement, intervenait leur cuisson, dans un four « modérément chauffé ».

Point de recette exacte, par conséquent, seulement des conseils empiriques et un tour de main dont on devait se transmettre le secret de maître à disciple, sinon de père en fils.

Comment l'essayeur utilise-t-il la coupelle ? Il prélève deux petits échantillons du métal à soumettre à l'expérimentation (il s'agit par conséquent d'un contrôle destructif, impossible sur certaines pièces). Il les pèse tous deux soigneusement ; il en conserve un comme témoin et place l'autre dans une coupelle qu'il introduit dans son four. (Afin de pouvoir aisément et rapidement traiter des quantités minimales de métal), ce four est de petite dimension, environ 20 x 50 cm, parfois moins.

L'essayeur porte l'échantillon à son point de fusion après avoir ajouté du plomb, dans une quantité qui dépend du poids et de la qualité supposée du métal à tester (il existe pour cela des tables à respecter) ; sous l'effet de la chaleur, ce plomb s'oxyde -on parle de litharge- et il emporte avec lui l'oxyde de cuivre à travers le creuset poreux. Il ne reste au fond de la coupelle que du métal pur non oxydable ; une fois refroidi, celui-ci est pesé et sa masse comparée à celle du premier échantillon. À dire vrai, ce que l'opérateur emploie ici à des fins de contrôle, est un authentique procédé d'affinage de l'or et de l'argent.

À quelque écart infinitésimal près (évaporation, déperdition au passage du creuset poreux), le procédé est fiable. Cependant, un problème d'envergure demeure. Il n'est possible de pratiquer la coupellation que sur l'argenterie ou sur les soudures (or et cuivre). En effet, si l'argent fait partie de l'alliage d'or se pose le problème de la séparation des deux métaux nobles. Ils ne s'oxydent ni l'un ni l'autre et finissent au fond du creuset, encore étroitement mêlés. Or justement, les alliages de bijouterie sont constitués grâce à un apport additionnel de métal dur destiné à compenser la malléabilité de l'or pur, et éventuellement à réduire le coût de la pièce. Cet apport est généralement constitué d'un mélange de deux tiers d'argent et d'un tiers de cuivre. On ne peut donc pas utiliser la coupelle pour tester l'or. De fait, l'essai n'est pratiqué que pour l'argenterie, et c'est la raison pour laquelle à Venise, les contrôleurs de l'argent seront traditionnellement appelés sazzadori (de sazzo).

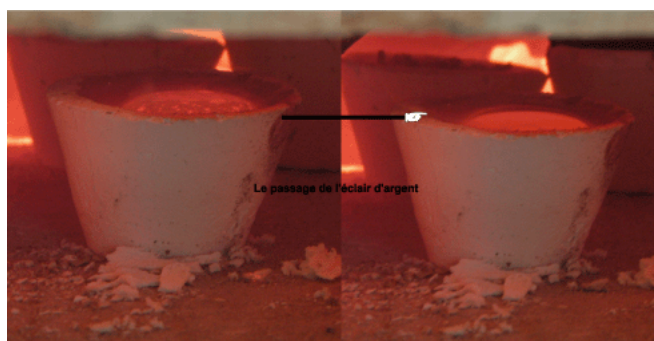
Pour que ce problème de séparation soit résolu, il faut attendre 1518 et la découverte de la méthode dite de l'inquartation. L'alliage demeurant après coupellation est enrichi d'une quantité soigneusement mesurée d'argent, chauffé puis soumis à l'action de l'eau forte jusqu'à dissolution de tout l'argent ; il convient d'enrichir le métal testé, car si la proportion d'or est trop élevée, la solution acide est incapable d'attaquer l'alliage. Au terme de ces opérations, le métal qui subsiste est de l'or pur.

Cependant l'argent a disparu dans la solution acide ; pour l'heure il est perdu. Et c'est pourquoi au XII^e siècle, Theophilus Presbyter recommande déjà la séparation des ateliers travaillant l'or et l'argent, afin d'éviter que les deux métaux ne se mêlent accidentellement.

Précaution élémentaire : c'est d'ailleurs ainsi que la Zecca procédera durant toute son histoire.

Dans son traité, l'auteur médiéval consigne en outre une méthode pour raffiner l'or en éliminant l'argent. Rien d'étonnant à cela ; durant le haut Moyen Âge, les recherches des alchimistes orientaux ont considérablement enrichi les connaissances en matière de métallurgie ; ainsi Jabir Ibn Hayyan qui œuvre à la cour du calife Haroun al Rashid découvre, dès le VIII^e siècle, un procédé pour fabriquer commodément l'acide nitrique indispensable aux essais.

On ne parviendra que plus tard à récupérer les deux métaux. De fait, à la fin du XVIII^e, dans la comptabilité de la Zecca relative aux opérations de fabrication du sequin (monnaie d'or) apparaît une ligne intitulée : argent trouvé dans les fusions. Quant à l'argent perdu lors des essais, il est récupéré en immergeant dans la solution acide des plaques de cuivre, sur lesquelles l'argent précipité vient se déposer. Par immersions répétées et lavages successifs, on obtient une poussière qui, traitée au salpêtre et au borate de soude, fondue en creuset, donne de l'argent presque pur.



L'éclair d'argent témoignant de la réussite de

Créer par jean Maria



Le touchau

Principe de la méthode

L'utilisation de la pierre de touche permet d'évaluer le titre des ouvrages en métaux précieux. Dans certains cas, la pierre de touche est également utilisée pour identifier ces métaux ou certains métaux communs, Elle peut aussi permettre de mettre en évidence et de caractériser les revêtements appliqués sur les ouvrages.

Un avantage essentiel de la méthode est l'utilisation d'une quantité minime de matière bien moins d'un milligramme ce qui rend l'essai non destructif. Cet essai est également rapide et assez simple à réaliser.

Le principe de l'essai est la comparaison d'une trace du métal à tester avec une trace d'un métal de composition connue. Pour rendre cette comparaison plus visible, une attaque est réalisée avec un acide de composition adaptée. Si le métal inconnu a le même aspect que le métal connu,

Y compris après attaque à l'acide, son titre en métal précieux est considéré comme équivalent.

Pour réaliser l'essai, il faut disposer d'une pierre de touche, de touchaux de comparaison et des acides et réactifs adaptés.

La pierre de touche

La pierre de touche est soit une pierre artificielle, soit une pierre naturelle à base de silice, de couleur sombre, à grain fin, inerte aux acides. Dans la pratique, plusieurs types de pierres naturelles sont utilisés, La lydite (ou basanite) est une pierre noire ou grise très foncée, qui est très souvent choisie. Pour l'or, certains opérateurs préfèrent la radiolarite dont la couleur rouge sombre fait bien ressortir ce métal. L'agate noire est également utilisée.

Les critères qui font une bonne pierre de touche sont:

- Une couleur sombre sans veinage ni marbrure
- Une dureté élevée
- Un aspect mat
- Une surface plane

Les touchaux

Le métal de référence qui est utilisé pour contrôler le titre est constitué de petites plaques de métal dont le titre est parfaitement connu, placées à l'extrémité de supports en métal commun (en laiton ou en maillechort). C'est ce qu'on appelle le touchau. Pour pouvoir faire un essai correct, il faut disposer du touchau comportant un alliage de même couleur, de même composition et de même titre que celui qu'on veut contrôler. Si l'alliage est totalement inconnu, il faudra faire plusieurs essais en encadrant la trace inconnue avec les différents alliages du touchau. Pour tester l'or 750 millièmes, il est recommandé de disposer des touchaux de titre 750 et 730 millièmes. Les touchaux peuvent être achetés ou préparés en interne, à condition que l'alliage soit homogène et que son titre ait été vérifié par coupellation.

Les acides et réactifs

Les acides constituent le dernier élément de cette méthode d'essai. Leur composition est variable selon leur utilisation. Pour les alliages d'or à faible titre, on ajoute des concentrations variables de chlorure cuivrique.

Le mélange le plus courant est « l'eau de touche » qui peut être préparée comme indiqué dans le film. Il est bien entendu possible d'en préparer une quantité plus faible en réduisant en conséquence toutes les proportions. Il convient de garder à l'esprit que la manipulation et le mélange des produits chimiques sont une activité dangereuse qu'il ne faut réaliser que dans des conditions de sécurité bien maîtrisées, par exemple dans un laboratoire de chimie convenablement équipé.

On trouve dans le commerce des flacons et des ampoules contenant les acides les plus utilisés, prêts à l'emploi.

Les solutions d'acides purs se conservent plusieurs années sans perdre leurs propriétés s'ils sont conservés dans des emballages bien fermés. Si une légère évaporation se produit, il est possible de refaire le niveau avec quelques gouttes d'eau distillée. Pour l'eau de touche, il est conseillé d'en vérifier régulièrement l'efficacité, d'y ajouter si nécessaire une goutte d'acide chlorhydrique et de la changer dès qu'on doute de son efficacité.

Il existe des solutions pour l'or (avec différents intervalles de titre), pour l'argent et pour le platine. C'est cependant pour l'or à 750 millièmes que la méthode fournit les meilleures informations. Le touchau est aussi utilisable pour identifier les métaux précieux quel que soit leur titre, mais il n'est pas en mesure de donner des informations chiffrées. C'est encore plus vrai pour les alliages à très haut titre, ce qui explique que les alliages titrant 999 millièmes ne soient pas mentionnés.

Essai au touchau d'un ouvrage en or

Sur la pierre de touche propre, on réalise une trace de 2 à 4 mm de large et de 15 à 30 mm de long avec l'objet à tester. La trace doit être bien uniforme. À côté de cette trace, on fait une ou plusieurs traces avec un alliage de composition connue à l'aide d'un touchau.

Il faut faire attention à ce que les traces soient de même dimension et intensité.

Les traces sont réalisées parallèlement les unes aux autres et suffisamment proches.

Les acides sont ensuite appliqués. Une goutte est étalée en travers des traces à l'aide d'un matériau inerte, par exemple en verre ou en plastique résistant aux acides. La différence de titre se traduit par une attaque plus ou moins importante des métaux communs et de l'argent qui peuvent être contenus dans l'alliage. Il est donc nécessaire

On peut suivre cette attaque par le changement de couleur de l'alliage sous la goutte d'acide. Lorsque cette couleur s'est suffisamment développée, on élimine l'excès d'acide avec un chiffon, un buvard ou un papier-filtre. On compare alors l'aspect de l'alliage analysé à celui de la référence. Si la partie attaquée est plus sombre sur l'alliage essayé, c'est que son titre est inférieur à celui du métal du touchau.

Un examen attentif permet d'évaluer les titres par rapport aux alliages connus et donc de se prononcer sur le titre présumé.

Précision de la méthode

On considère généralement que l'essai au touchau bien réalisé permet d'évaluer le titre réel des alliages d'or jaune à 10 ou 20 millièmes près. Un essayeur très expérimenté, disposant de nombreux alliages de référence, peut dans certains cas définir le titre de l'or à 5 millièmes près par rapport au titre obtenu par coupellation

Identification de l'argent

La présence d'argent peut être mise en évidence par le précipité bleu formé avec l'eau de touche, comme indiqué dans le film,

Il existe aussi des solutions à base d'acide sulfurique et de dichromate de potassium (de couleur rouge - orange) qui forment un composé rouge - brun si l'argent est présent.

Ces méthodes ne permettent pas d'évaluer le titre exact de l'alliage.

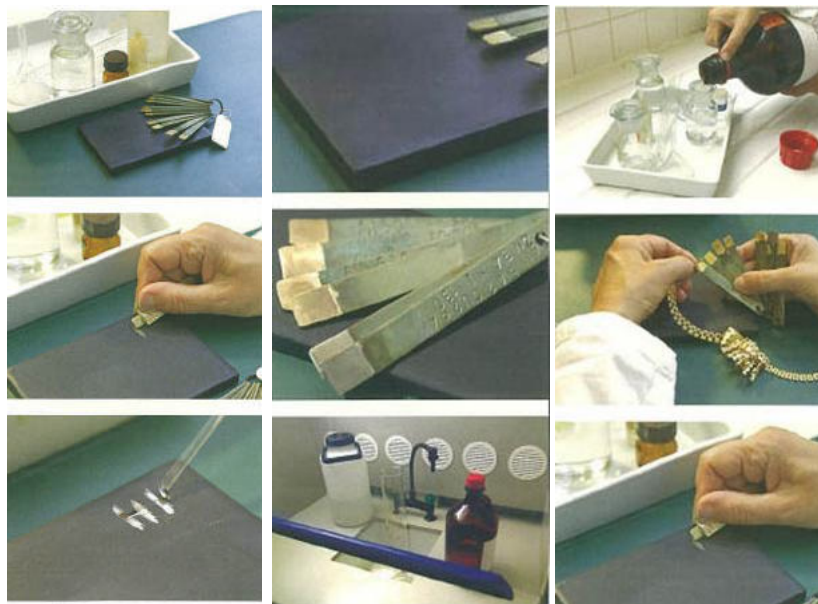
Dans le cas d'alliages argent - cuivre, la comparaison de la couleur de la trace avec celle d'un alliage connu peut permettre une estimation grossière du titre.

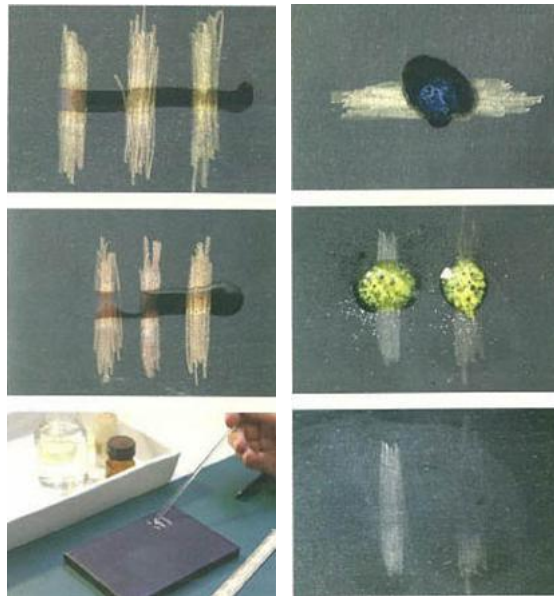
Identification du platine

Le platine a une excellente résistance à la corrosion par l'eau régale ce qui n'est pas le cas des autres métaux blancs (or gris, acier...).

La réaction utilisant l'acide chlorhydrique et l'iodate de potassium est particulièrement efficace pour différencier le platine des autres métaux.

D'autres méthodes utilisant un sel de zinc ou de l'eau régale à ébullition peuvent aussi être mises en oeuvre dans les laboratoires équipés en conséquence. Toutefois, l'essai du platine est purement indicatif et ne peut donner d'information précise sur le titre de l'alliage.



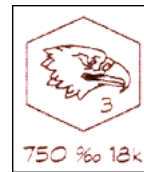
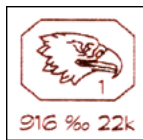


Les Poinçons:

L'application de poinçons est rendue obligatoire depuis le 9 novembre 1797 (19 brumaire de l'an 6). Les bijoux en métaux précieux fabriqués en France doivent donc comporter plusieurs poinçons de responsabilité, dans le but de protéger le consommateur.

Le poinçon de Maître ou de Marque est un losange pour les bijoux fabriqués France (un ovale pour les modèles importés de l'étranger), avec, à l'intérieur, le logo du fabricant.

Le poinçon officiel de Garantie de l'Etat est apposé par le service de la garantie, après vérification du bon respect du titre, quel qu'il soit (750/1000e., 585/1000e....). Il s'applique sur tout bijoux d'un poids égal ou supérieur à 5 g (pour les bijoux plus petits, il n'y a pas toujours la place et le poinçon risquerait d'abîmer celui-ci). Le poinçon d'état s'applique toujours après le poinçon du fabricant.



Il existe plusieurs types de poinçons de garantie suivant le métal :

Créer par Jean Marie

La réforme de la garantie
des métaux précieux transfère
la responsabilité du titre aux professionnels.
Les OCA sont habilités

par le Ministère de l'Industrie et le Secrétariat de l'état au Budget et accrédités par le COFRAC+

POULARD

La délégation de poinçon

Réforme du système de garantie

La réforme de la garantie des métaux précieux, en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2004, transfère aux professionnels la responsabilité du titre des ouvrages qu'ils commercialisent. Sous réserve du respect de cahiers des charges très stricts, l'état délègue aux opérateurs l'application du poinçon de titre sur les ouvrages fabriqués et importés en France.

Cette réforme, qui entraînera la fermeture progressive d'un certain nombre de bureaux de garantie, repose également sur l'habilitation d'organismes de contrôle agréés (OCA).

Les seuls bureaux de garantie qui resteront ouverts à partir de 2006 sont ceux de Lyon, Marseille, Nice, Paris, Saumur, Strasbourg et Toulouse.

Cahiers des charges

Des cahiers des charges ont été établis pour les artisans, les fabricants, les acquéreurs intracommunautaires, les importateurs, les commissionnaires en garantie et un ensemble de professions comprenant les commissaires priseurs les responsables des crédits municipaux et de sociétés de ventes volontaires de meubles aux enchères publiques. Ils définissent le contenu du dossier qui doit être préparé par l'entreprise pour pouvoir demander à bénéficier de la délégation de poinçon.

Une entreprise qui a plusieurs activités devra préparer autant de dossiers quelle a d'activités (par exemple 3 dossiers pour un fabricant qui achète également des produits dans un pays européen et un pays non européen).

Des plans d'échantillonnage spécifiques sont associés à certains de ces cahiers des charges. Ils définissent le pourcentage de contrôles à réaliser par l'entreprise en ce qui concerne les essais non destructifs et destructifs, qu'ils soient ou non effectués en interne. Les ouvrages situés en dessous des seuils de poinçonnage obligatoire (3 g pour l'or et le platine et 30 g pour l'argent) et sur lesquels l'entreprise ne souhaite pas appliquer le poinçon ne sont pas comptés dans le plan d'échantillonnage.

Seul le commerce des ouvrages d'occasion ne peut pas faire l'objet d'une délégation de poinçon.

OCA

Lorsque les entreprises ne disposent pas d'un laboratoire leur permettant de réaliser en interne les analyses nécessaires, elles peuvent faire appel à un laboratoire extérieur, organisme de contrôle agréé (OCA) qui a reçu l'habilitation de l'administration des Douanes et de l'industrie. Ce laboratoire doit en outre être accrédité par le COFRAC (Comité français d'accréditation) suivant la norme NE EN ISO/OEI 17025.

Les OCA établis en France peuvent également, comme les bureaux de garantie, procéder à l'apposition du poinçon de titre sur des ouvrages fabriqués en France ou introduits/importés d'autres pays. Par contre, il n'est pas possible de poinçonner ou de faire poinçonner à l'étranger, les poinçons n'étant pas autorisés à quitter le territoire national.

Poinçons de garantie, régime intérieur	Alliage de base	Titre en ‰	Cu en ‰	Ag en ‰	Zn en ‰	Ni en ‰	Pd en ‰	Cd en ‰	Sn en ‰	Carats ou titre
--	--------------------	---------------	------------	------------	------------	------------	---------------	------------	------------	--------------------

 PI  atine 	Platine	950	50	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1 ^{er} titre
	Platine	900	100	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2 ^{ème} titre
	Platine	850	100	☐	☐	☐	50	☐	☐	3 ^{ème} titre
	Or rouge	916	64	20	☐	☐	☐	☐	☐	22 C
	Or vert	750	20	230	☐	☐	☐	☐	☐	18 C
	Or jaune	750	125	125	☐	☐	☐	☐	☐	18C
	Or rose	750	160	90	☐	☐	☐	☐	☐	18C
	Or rouge	750	225	25	☐	☐	☐	☐	☐	18C
	Or gris	750	80	160	☐	10	☐	☐	☐	18C
 950‰  Platine 900 ‰  Platine 850 ‰  Platine 850 ‰  Or à 916 ‰  Or à 750 ‰  Or à 750 ‰  Alliage d'or à 585 ‰  Alliage d'or à 375 ‰  Argent à 925 ‰  Argent à 800 ‰  Argent à 800 ‰	Alliage d'or rose	585	315	100	☐	☐	☐	☐	☐	14 C
	Alliage d'or jaune	585	205	210	☐	☐	☐	☐	☐	14C
	Alliage d'or gris	585	☐	275	☐	☐	☐	140	☐	14C
	Alliage d'or rose	375	350	220	☐	☐	☐	55	☐	9C
	Alliage d'or gris	375	☐	425	☐	100	☐	100	☐	9C
	Argent	925	75	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1 ^{er} titre
 Argent à 925 ‰  Argent à 800 ‰  Argent à 800 ‰  Argent à 800 ‰	Argent	800	200	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2 ^{ème} titre
	Argent	800	180	☐	☐	☐	☐	20	☐	2 ^{ème} titre
	Maillechort	☐	60%	☐	20%	20%	☐	☐	☐	standard
	Laiton	☐	70%	☐	30%	☐	☐	☐	☐	1 ^{er} titre
	Laiton	☐	50%	☐	50%	☐	☐	☐	☐	2 ^{ème} titre
	Bronze	☐	90%	☐	☐	☐	☐	☐	10%	fonderie

Poinçon : avec entourage = grande garantie, sans entourage = petite garantie



Sur ces photos vous pouvez remarquer plusieurs sortes de serti : grains, clou, clos, invisible, calibrés.

Définition :

Le sertissage des pierres sur la monture d'un bijou est une étape capitale dans la réussite d'une pièce de bijouterie ou de joaillerie.

Les deux principales qualités d'un sertissage sont :

1) **La fiabilité** : car les pierres précieuses sont des matières premières rares et très coûteuses, et il est inadmissible de voir un sertissage non conforme à cette règle où les risques de perte soient évidents.

2) **L'esthétique** : est le second facteur de réussite d'un bijou. Le sertisseur doit posséder une maîtrise parfaite de sa technique pour respecter le travail du lapidaire et du bijoutier qui a créé et réalisé la monture du bijou.

Le sertissage est un art, il demande de la part du sertisseur une très grande habileté manuelle, une connaissance parfaite des différentes techniques de sertissage et de sérieuses connaissances en gemmologie.

Il faut à peu près **dix ans de pratique** pour qu'un sertisseur soit totalement maître de son art. On ne s'improvise pas sertisseur. Il faut donc, que le sertisseur puisse œuvrer dans les meilleures conditions, qu'il soit compétent mais aussi que le bijoutier qui réalise la monture, connaisse parfaitement toutes les techniques de serti pour « préparer » son travail, afin que la réalisation complète d'un bijou puisse être menée à terme.

Le sertisseur et le bijoutier créateur et réalisateur d'un bijou, **doivent former un tandem parfait.**

Il y a trois façons de prévoir le sertissage d'un bijou.

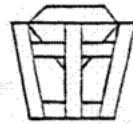
- 1) Soit la monture est réalisée en fonction de pierres de dimensions précises (pour des raisons de prix de revient, ou d'un remontage d'un ancien bijou).
- 2) Soit les pierres sont choisies en fonction des dimensions de la monture terminée.
- 3) Soit les pierres sont « taillées sur œuvre »

LES TECHNIQUES DE PREPARATION DE SERTISSAGE

1^{er} Le serti sur griffes

(chatons en apprêt industriel)

Le bijoutier doit savoir choisir et calibrer les différentes formes de chatons en fonction des pierres qui lui sont imposées : dimensions, formes, hauteur de la culasse et forme de la culasse.

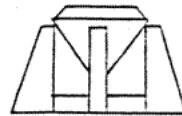
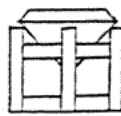


Châton illusion

Chatons illusions

Le **feuilletis** ou **rondiste** de la pierre doit se positionner **sur l'arête intérieure des griffes**.

Chatons droits ou apparents : Le feuilletis ou rondiste de la pierre doit se positionner sur le 1/3 intérieur de la section des griffes.



Châtons droit ou apparents

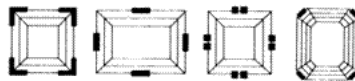
2^{ème} Le serti sur griffes rapportées

Châton fait main ou fondu, serti sur quatre griffes plates ou rondes.

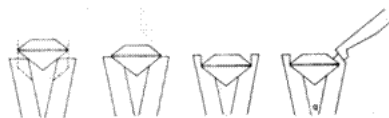
Le feuilletis ou rondiste de la pierre reposera sur 1/4 de l'épaisseur de la griffe.

En fonction de l'épaisseur de la griffe la portée peut varier, mais elle doit pouvoir soutenir la pierre sans problèmes.

Châtons à griffes rapportées



Sertissage sur griffes



Sertissage sur griffes



3 Le sertissage à grains

3ème Le serti clos

a) Pour les diamants :

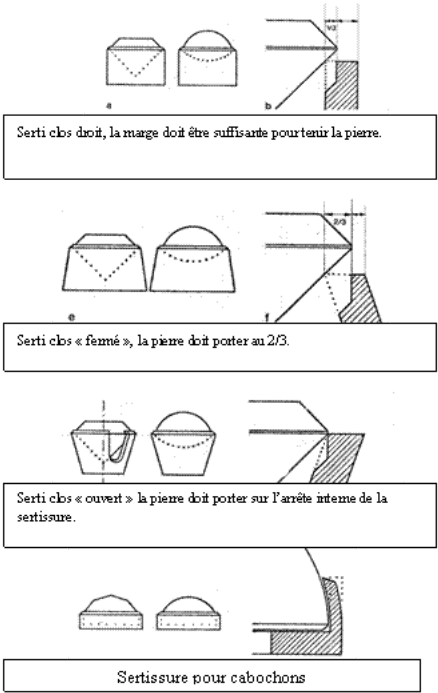
La nature du métal n'a pas une importance capitale étant donné la bonne résistance mécanique du diamant. Les épaisseurs de métal utilisées pour la fabrication de sertissure pour diamant, peuvent aller de 5/10^{ème} de mm jusqu'à 1 mm à 1,5 mm, exceptionnellement 2 mm sur or jaune pour obtenir un effet de serti.

b) Pour les émeraudes, saphirs, rubis :

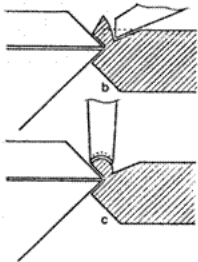
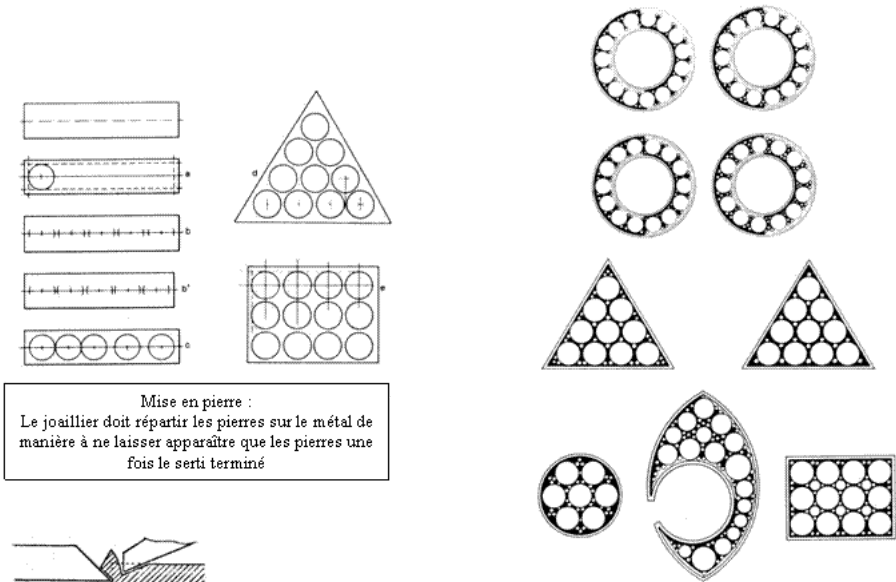
Ces pierres précieuses étant plus fragiles, surtout l'émeraude, il ne faudra jamais dépasser une épaisseur de métal de 1 mm.

c) Les sertissures pour les pierres cabochons :

La réalisation de sertissure pour pierres cabochons est très simple : il faut préparer une bande de métal « appelée ceinture » qui entoure avec précision le cabochon et prévoir un fond où reposera la pierre. Les épaisseurs de métal pour la



4ème Serti à grains



Préparation du sertissage :
chaque pierre est ajustée dans le métal, avec le moins de jeu possible.

b) Le sertisseur va soulever des copeaux de métal appelés grains, ces grains vont être rabattus sur la pierre de façon à tenir celle-ci sur sont feuilletis.

c) ensuite le sertisseur va bouler le dessus de chaque grain avec un perloir.

CONCLUSIONS

Le bijoutier doit :

1. Examiner :

- a. Avec attention les pierres qui doivent compléter l'ornement du bijou.
- b. La nature de la pierre et sa fragilité.
- c. Les défauts de cristallisation : inclusions, givres.
- d. Les dimensions de la pierre : forme et hauteur de la culasse.
- e.

2. Exécuter un travail de haute précision pour permettre de mener à terme la construction d'un bijou empierré.

3.

4. Ne pas hésiter à consulter un sertisseur compétent, si un problème de sertissage risque de se poser au cours de la fabrication d'un nouveau modèle (pré serti ou sertissage d'une partie du bijou avant son montage complet).

LEXIQUE

Sertisseur : Professionnel participant à la finition d'un bijou, pour la mise en place à demeure de l'empierreage.

Burins ou Echoppes : Outils en acier trempé utilisé par le sertisseur pour réaliser les « filets, recoupes ou portées ». Celles-ci peuvent avoir les formes suivantes :

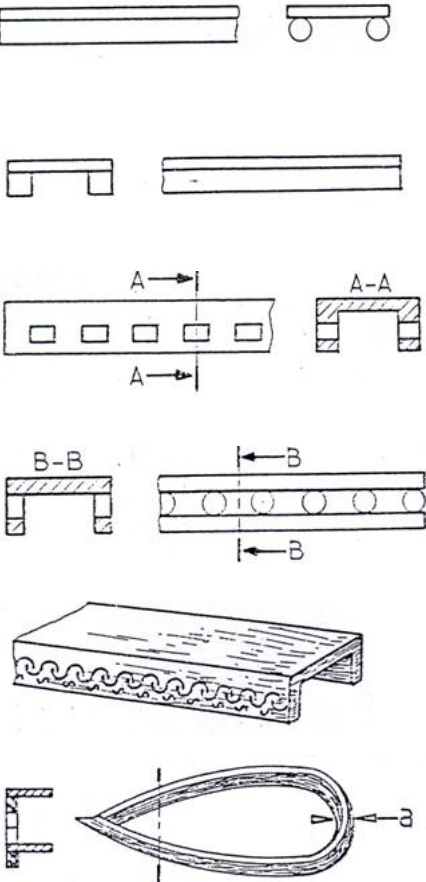
- Plate
- Gouge
- Onglette
- Couteau
- Pied de biche

Perloir : Tige en acier, de forme cylindrique servant à bouler les grains.

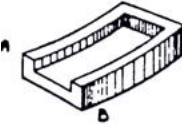
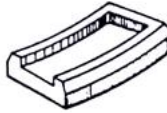
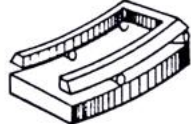
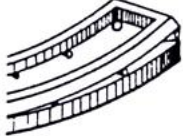
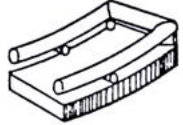
- Grains :** Copeau de métal soulevé à l'aide d'une échoppe et rabattu sur la pierre pour un blocage définitif de celle-ci. Les grains sont boulés à l'aide du perloir.
- Ciment :** Matière dont la consistance change avec la température et emprisonne la pièce à sertir pour un blocage parfait de celle-ci. Ce même ciment sera utilisé (à la place du plomb) pour réaliser un embouti et ou un travail de ciselure.
- Filet ou recoupe :** Sillon creusé dans le métal à l'aide d'une échoppe et délimitant une zone d'empierreage.
- Portée :** Encoche réalisée dans le métal pour le positionnement des feuillets des pierres.

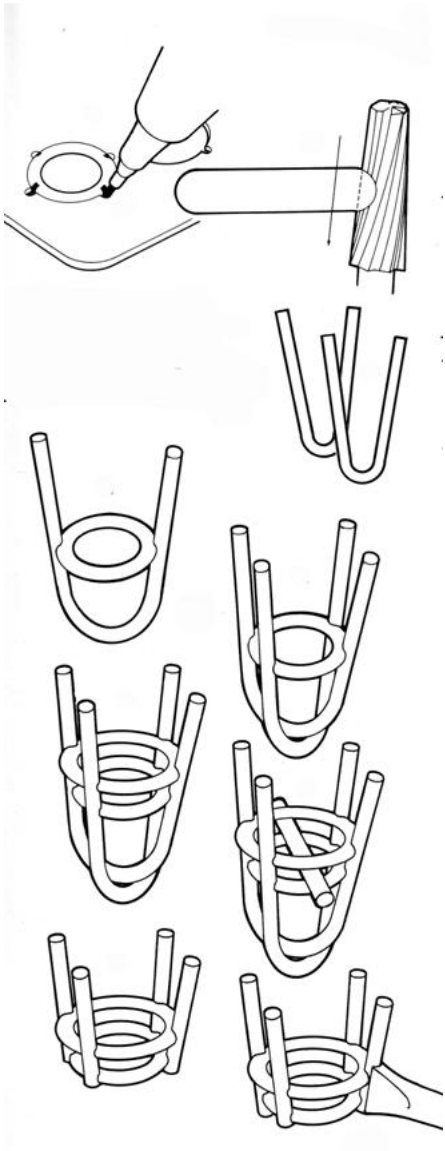
LE BATAGE

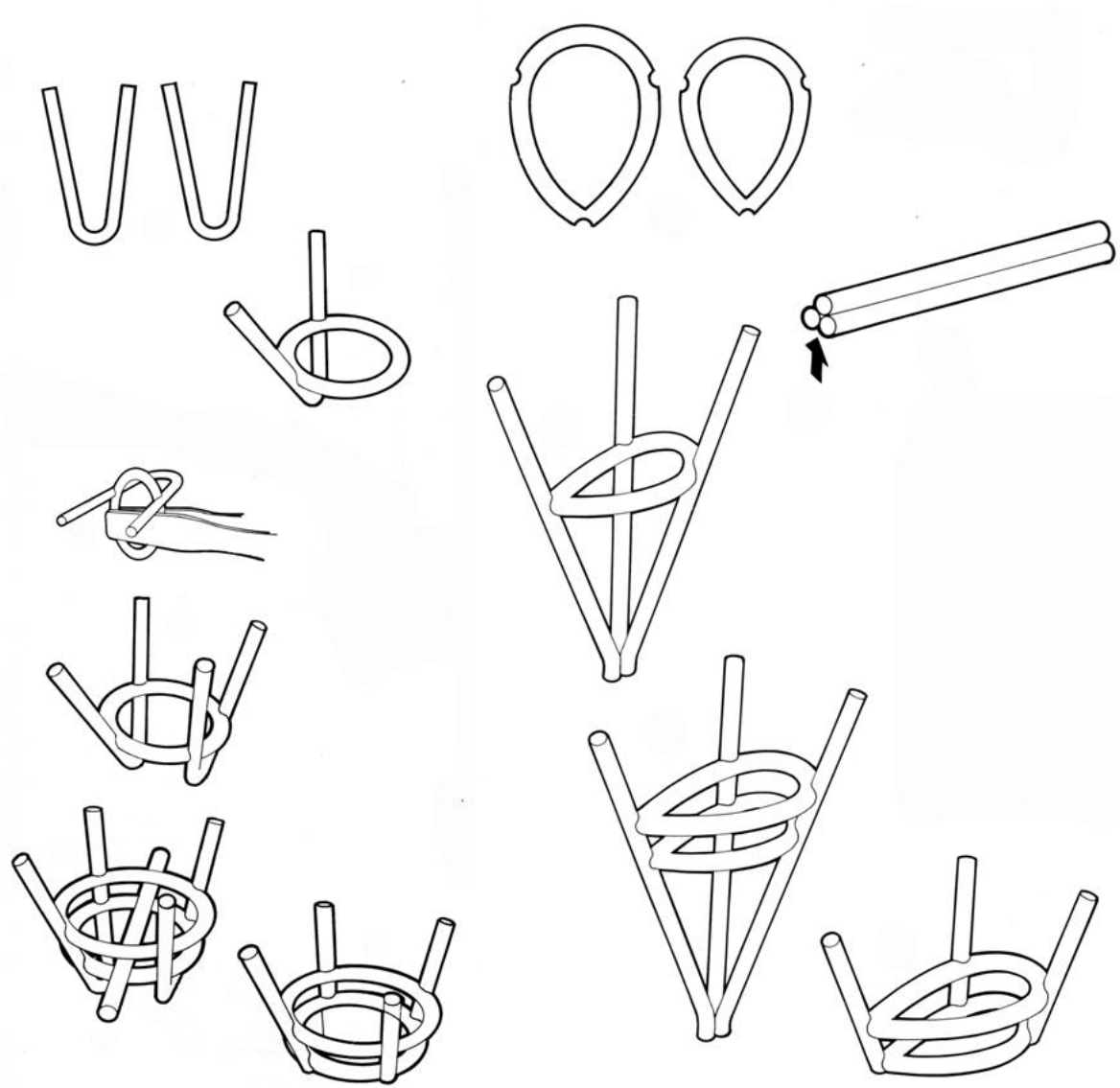
Les différentes bâtes.

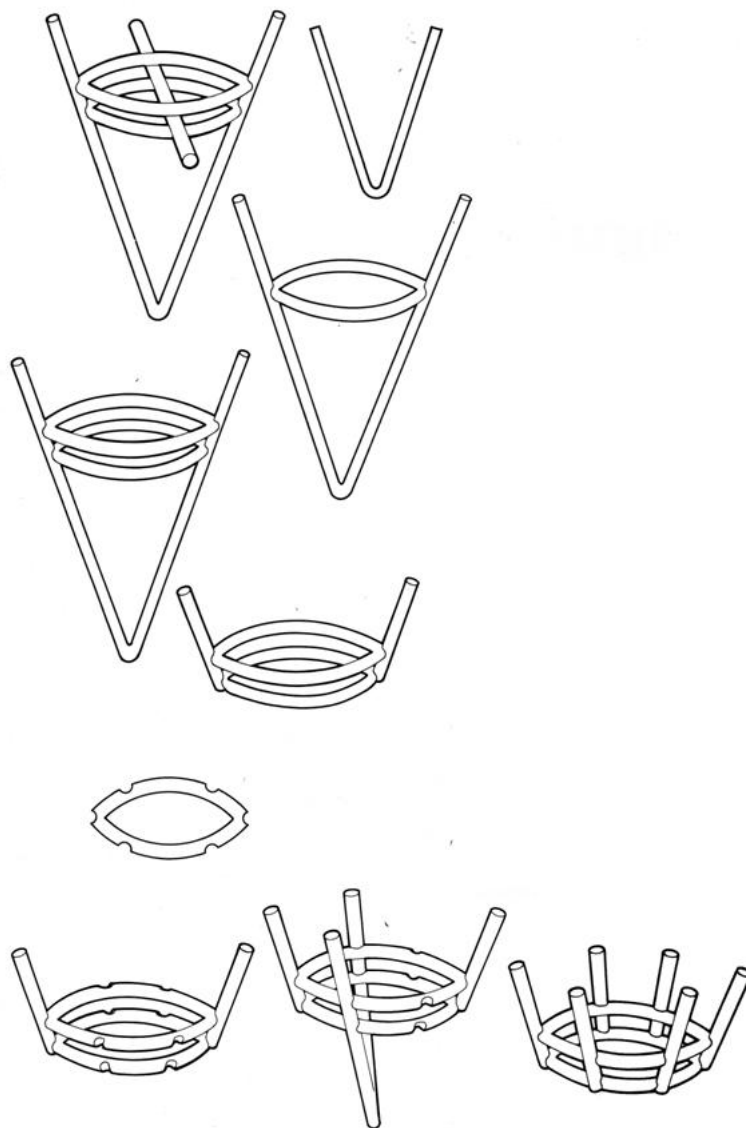
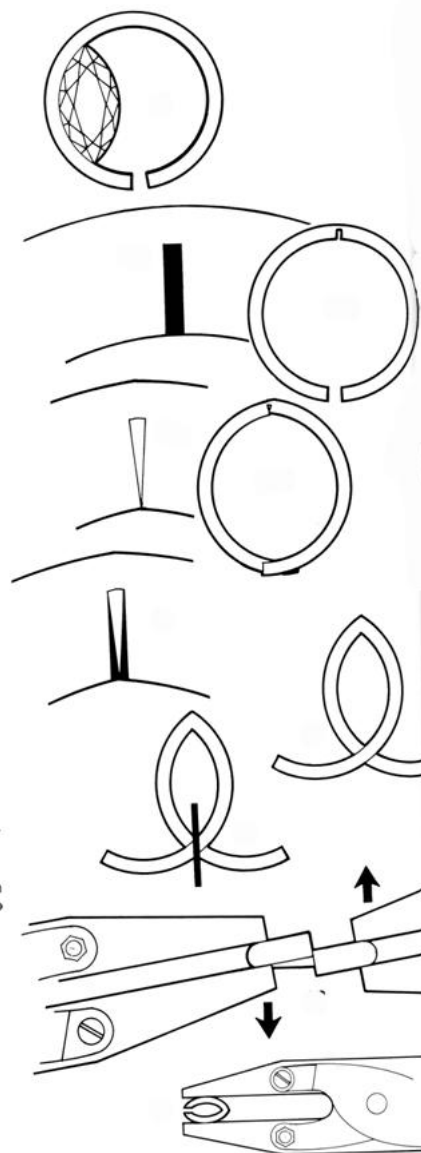
	Bâtage fil rond Pour servir de renfort, c'est le bâtage le plus facile à réaliser. La mise en forme se fait au fur et à mesure du brasage. Il demande par contre un brasage absolument parfait. Bâtage fil carré : Prendre la précaution de préparer la pièce à bâter légèrement plus grande que la cote définitive. Ajuster la bâte, attacher, braser en place par l'extérieur et reprendre les bords à la lime. Bâtage à jours reperçés : Bâtage à effectuer à l'aide d'un fil carré-plat, que l'on réserve souvent au bâtage des mises en pierre. Il est souhaitable que les ajours de la bâte correspondent avec la mise à jour. Bâtage à picots : Comme le bâtage repercé, celui-ci peut être destiné pour les mises en pierre, mais aussi pour d'autres travaux. Les picots sont brasés sur la pièce et la bâte (ajustée) est re-brasée ensuite sur les picots. Bâtage gravé : Dans certains cas, pour des pièces pouvant justifier d'un tel travail, la bâte est brasée en place, réparée et gravée, elle sert à ce moment non seulement de renfort mais surtout de fantaisie pour enjoliver l'ouvrage. Bâtage interrompu : C'est la manière que l'on pratique pour le bâtage des développés ouverts, de façon à ce que l'on puisse le voir sur le dessus de l'ouvrage, et qu'il donne l'épaisseur nécessaire.
---	---

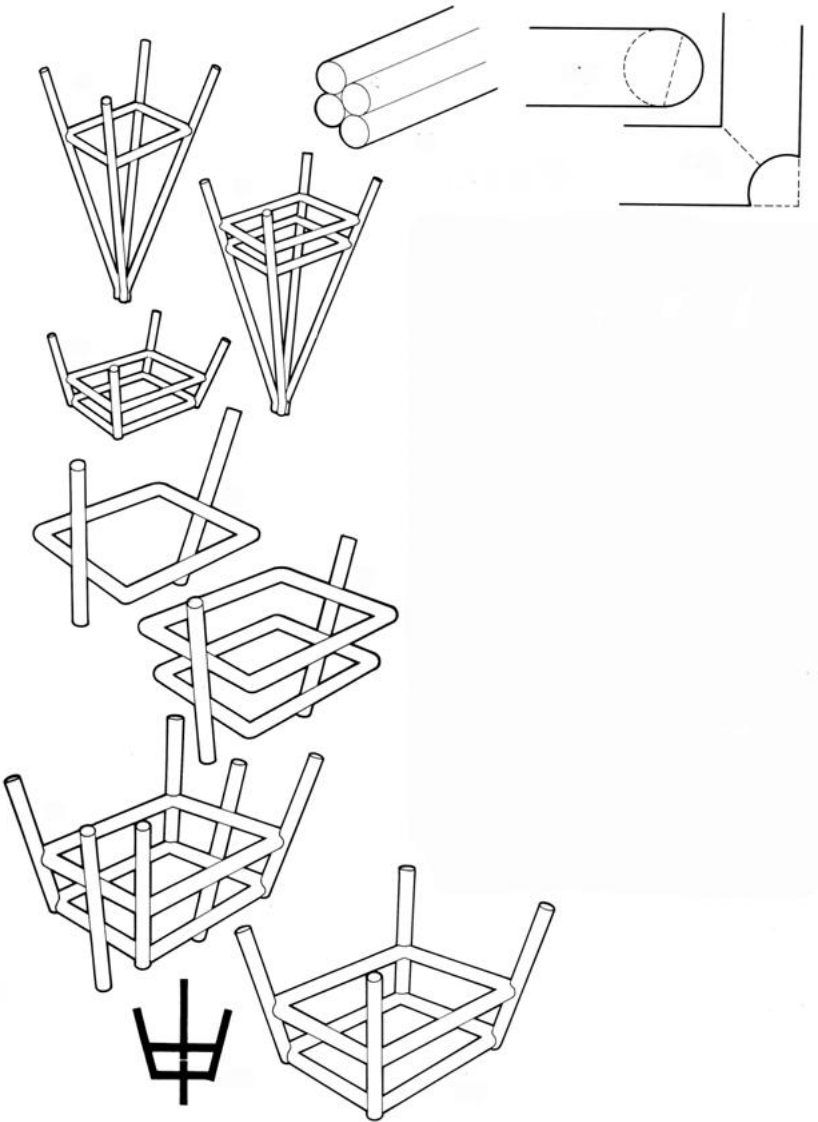
Supports et bâtes	
Bâtes	
Bâtes ajourées	
Assemblages par bandes	
Assemblages par oeilletons	
Assemblages par boules	

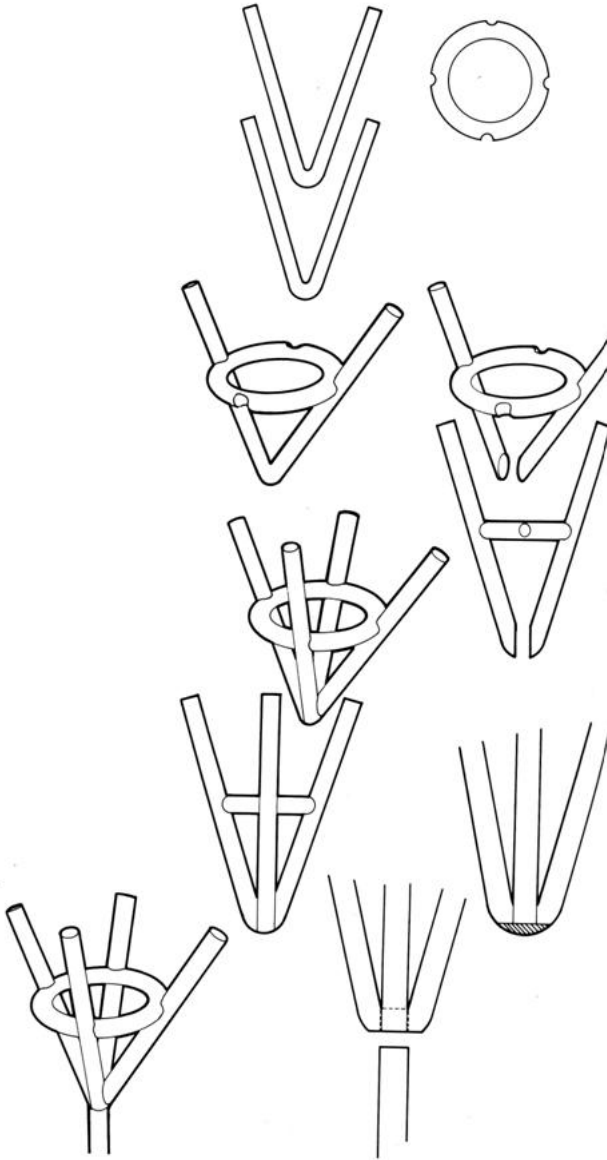
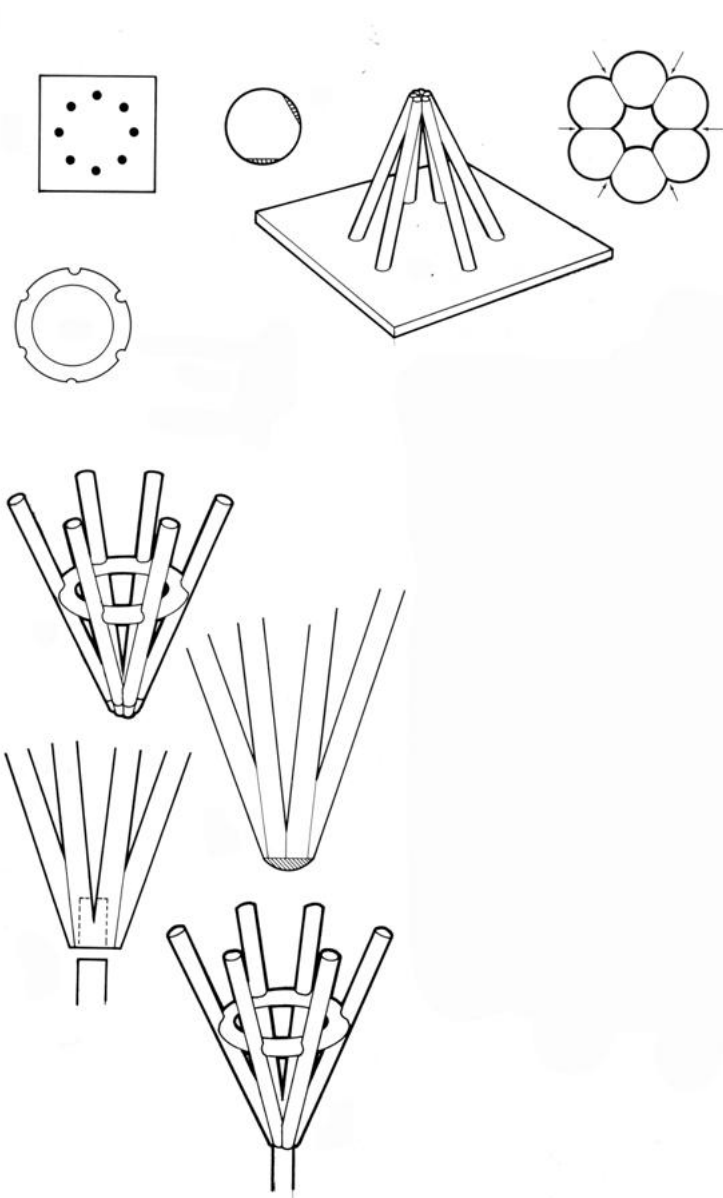
		Bâté plein. Fil carré.
		Bâté plein avec chanfrein. Fil carré laminé légèrement à plat.
		Bâté moulure. Fil rond.
		Bâté picots avec chanfrein. Picots fil rond. Bâté fil carré laminé légèrement à plat.
		
		Bâté picots fil rond. Picots fil rond légèrement boulé vers l'extérieur.

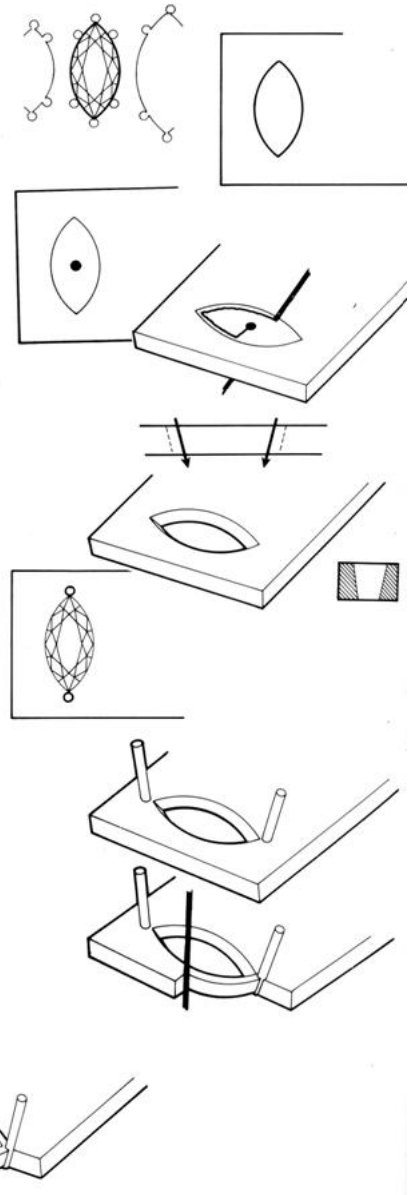
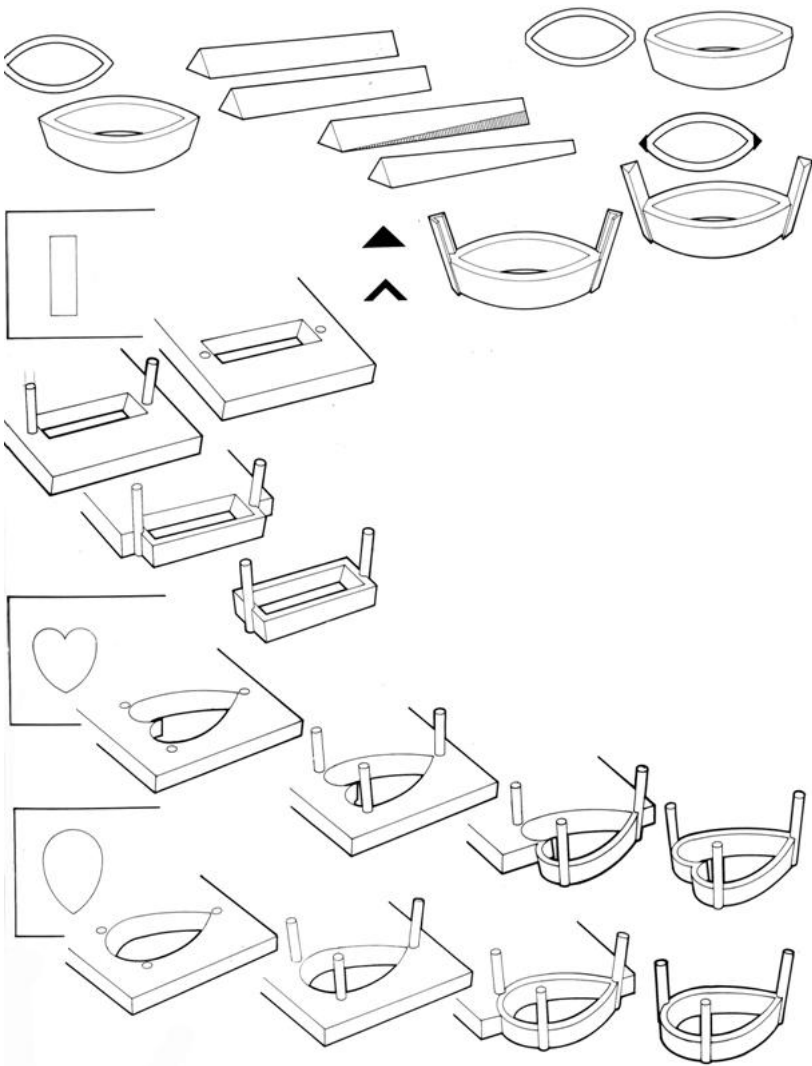


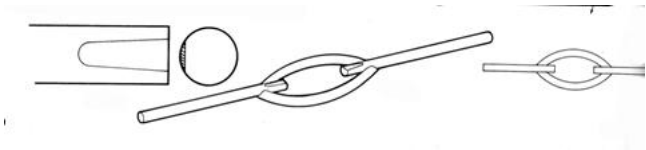
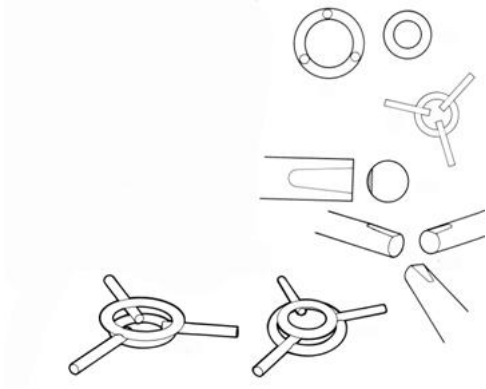
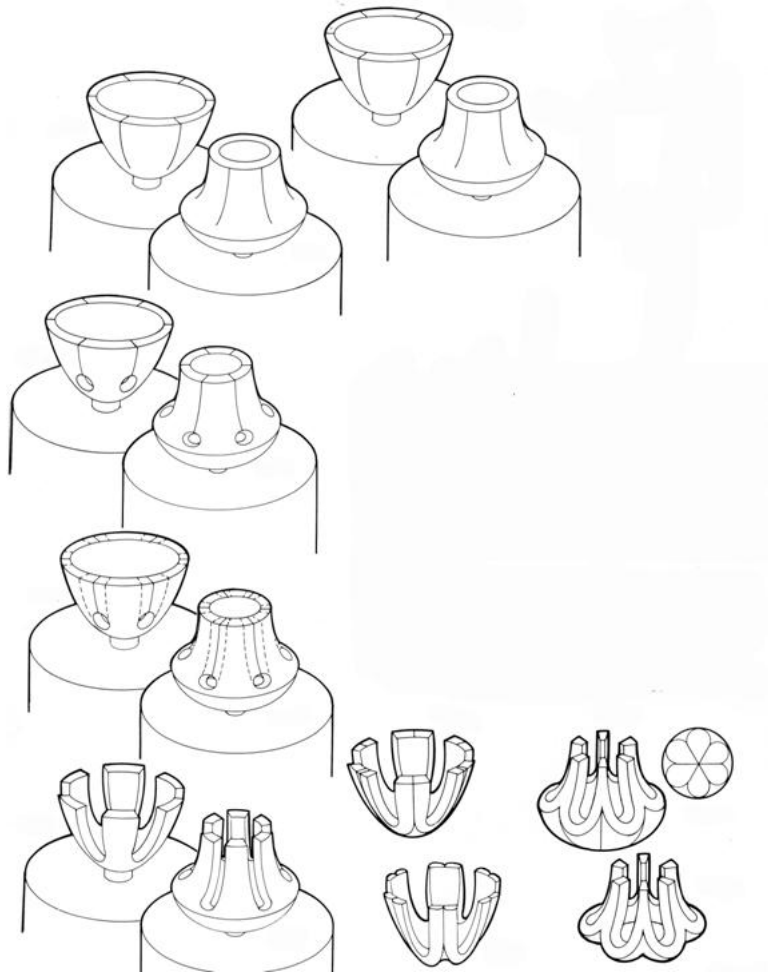


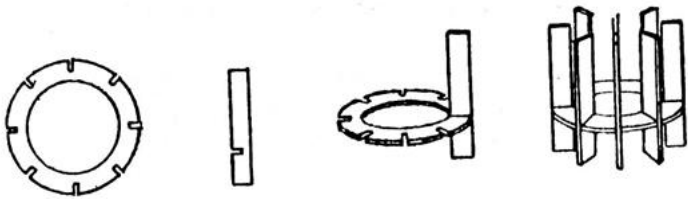
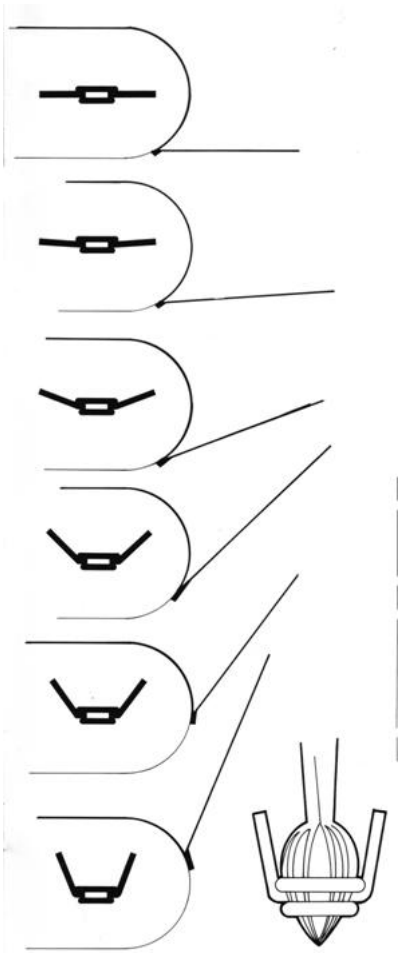
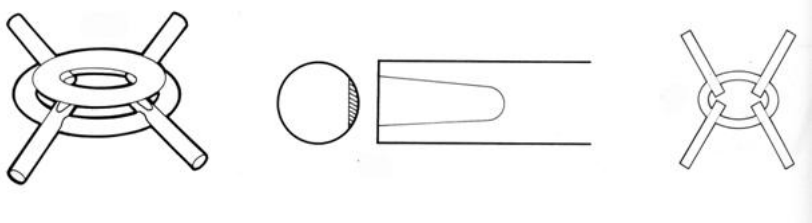


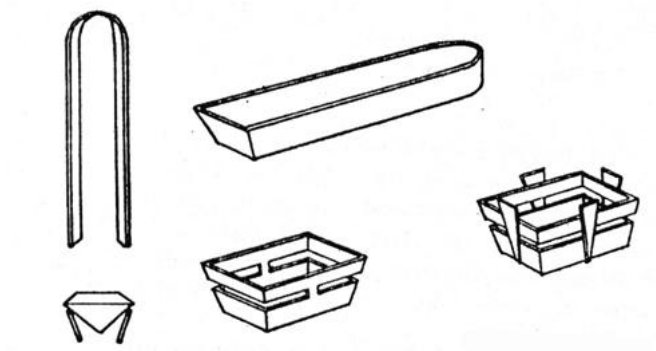


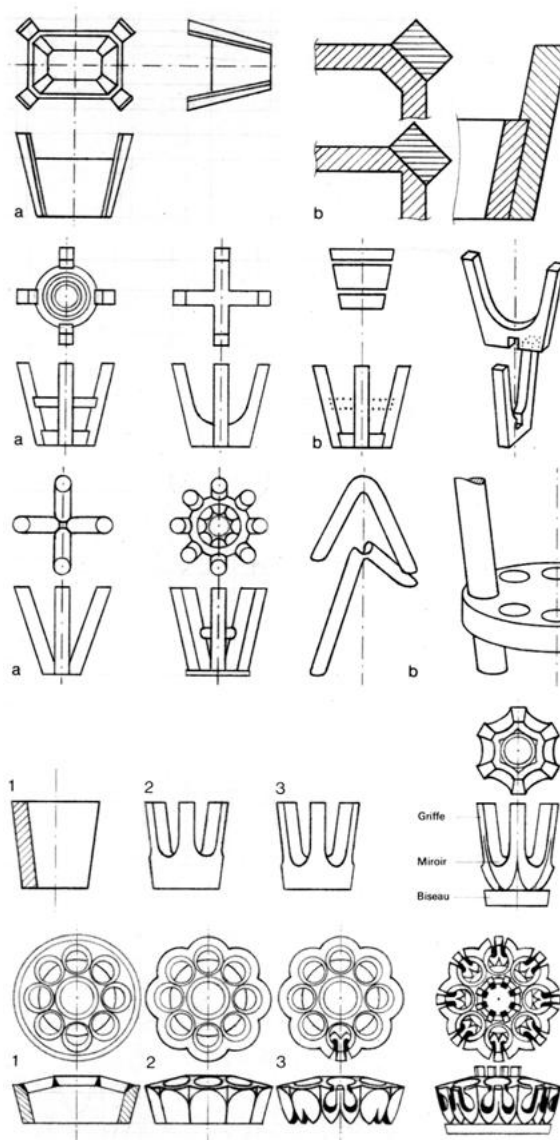












La soudure



La fabrication de la **soudure or** au cadmium :

Faire fondre dans un premier temps le métal de la couleur voulue ; exemple : (or jaune 18k) dans un creuset puis une fois le métal en fusion précipiter dans celui-ci le pourcentage de cadmium. **Attention faire cette opération sous une hotte et ne pas respirer les vapeurs de cadmium car celles-ci sont très dangereuses.**

Soudure or au cadmium

Soudure forte 8 % de cadmium
 Soudure moyenne : 10 % de cadmium
 Soudure faible : 12% de cadmium
 Soudure très faible : 14% de cadmium

Soudure or traditionnelle

Faire fondre l'alliage en même temps dans un creuset, puis la laminier et la refondre une deuxième fois.

Pour 10 grs de soudures

Or 750	Argent fin	Cuivre fin	Titre	
8,75	0,83	0,42	657‰°	Forte
7,50	1,67	0,83	563‰°	Moyenne
5,00	3,33	1,67	375‰°	Faible

Point de fusion de 855° à 720°

Soudure au 6

Or fin : 82 %
Argent fin : 12%
Cuivre fin : 6%

Soudure au 4

Or fin : 72 %
Argent fin : 16%
Cuivre fin : 8%

Soudure au tiers

Or fin : 60 %
Argent fin : 20%
Cuivre fin : 10%

Soudure au deux

Or fin : 48 %
Argent fin : 32%
Cuivre fin : 16%

Soudure Argent

A : Première possibilité

Argent fin	Laiton	Titre	
8,75	1,25	831‰°	Forte
7,50	2,50	713‰°	Moyenne
5,00	5,00	475‰°	Faible

Point de fusion de 830° à 700°

B : Deuxième possibilité

Faire fondre dans un premier temps dans un creuset l'alliage. Une fois le métal en fusion précipiter dans celui-ci le pourcentage de zinc.

Forte

Argent fin : 75,50%
Zinc : 3.80%
Cuivre : 20.70%

Tendre

Argent fin : 64.10%
Zinc : 16.60%
Cuivre : 19.30%

Protection de la couleur ou patine des métaux

Pour la protection des métaux lors de la chauffe on utilise un mélange de collobore et de borax, on chauffe les deux parties afin de mélanger les 2 produits. On enduit les parties en chauffant légèrement. Une fois que la croûte est obtenue (couleur blanche) on chauffe et on effectue sa réparation. Un dérochage à la fin permet d'obtenir la même couleur de métal qu'au départ.

2ème méthode :

Pour ne pas dépolir les pièces à chauffées, mélanger de l'acide borique avec de l'alcool. Appliquer cette solution en chauffant légèrement les pièces, puis effectuer votre réparation. Dérocher pour finir.

Protection des pierres lors de la chauffe

On protège les pierres lors de la chauffe avec un mélange de collobore et de borax. On chauffe la pierre doucement en rajoutant ce produit jusqu'à obtenir une bonne croûte blanche. Effectuer la réparation. **Attention : ne jamais souffler sur la pierre et protéger cette dernière d'un coup de vent ou d'un courant d'air.** Laisser refroidir doucement sous une cloche à l'abri du vent et dérocher normalement.

Pierre que l'on **doit chauffer avec protection de produit** : le diamant

Pierre que l'on **doit chauffer obligatoirement sans protection de produit ni collobore**
Le saphir toute couleur ; le rubis ; l'oxyde de zirconium

Retraitement de l'or cassant

Pour traiter l'or cassant de toute nature et limailles, faire fondre celui-ci avec 3 fois son poids en cuivre puis faire un lingot plat. Le laminier au plus fin ; le découper en lamelles de quelques centimètres. Dans une marmite en verre mélanger de l'acide nitrique avec de l'eau à proportion de 1 pour 9 volume d'acide. **Attention : mettre toujours l'acide dans l'eau et non pas l'inverse.** La préparation doit se faire sous une hotte aspirante très puissante. Mettre dans cette solution le métal cuivre/or en lamelles. **Attention à ne pas respirer les dégagements gazeux car ils sont très nocifs.**

Après 24 heures, vider cette solution et rincer soigneusement la boue obtenue au fond de la marmite.

Attention neutraliser l'acide avant de le jeter avec du bicarbonate de soude. Mettre la boue obtenue dans un creuset avec du borax et faire fondre. L'or fin obtenu est titré à environ 990‰.

Retraitement de l'argent

On dissout l'argent dans un bain d'acide nitrique, après le laminage du métal au plus fin. Une fois celui-ci dissout on ajoute une solution de chlorure de sodium (sel de cuisine) l'argent se précipite sous forme de chlorure d'argent (croûte blanche en surface) que l'on traite avant la fonte, avec du bicarbonate de soude (100 grammes de bicarbonate pour 100 grammes de chlorure d'argent)

La Patine or

Gouache ocre jaune et essence C

La gouache sert à la teinture et l'essence C à diluer la gouache.

Pour conserver cette teinte la tremper dans une solution de vinaigre et eau. Porter à ébullition jusqu'à obtention de la couleur désirée.

Fondre de l'or gris

1/ Précipiter dans l'or en fusion de l'acide borique cela donne du fondant.

2/ Mettre des paillettes de savon de Marseille.

Fondre de l'or jaune ou rose

Si le lingot est cassant précipiter dans la fonte une pincée de salpêtre.

Argenture à froid

Mettre 30 grs de nitrate d'argent pour 100 grs d'eau distillée

(Nitrate d'argent = 30grs d'argent pour 60 grs d'acide nitrique)

¼ heures après ajouter 30 grs de potasse caustique, agiter et filtrer

faire tremper les objets dans cette solution

Le bain de nettoyage puissant

3 dcl de savon paillettes

2 dcl d'ammoniaque

1 dcl d'acide oxalique

Compléter avec de l'eau pour 1 litre

Ciment de ciseleur

Du Brai (produit pour étancher les coques de bateau) ou goudron de Norvège (chez un maréchal ferant)

Farine de brique

Colophane ou gomme-laque

Huile de térébenthine

Ou pour préparation du brai :

70% résine de pin

20% cire d'abeille

10% de charbon de bois pilé

Polissage des parties inaccessibles

On trempe les bijoux dans un récipient de vinaigre blanc et on remue celui-ci pendant 1 minute

Traitement de durcissement pour les ors à 0,750 (18 carats)

Or 0,750	Température°C	Temps de traitement	Dureté vickers	
			avant traitement	après traitement
Or jaune	280°	60 minutes	Ecroui HV : 225 Recuit HV : 150	HV : 340
Or rose	280°	60 minutes	Ecroui HV : 240 Recuit HV : 160	HV : 340 à 440
Or rouge	280°	60 minutes	Ecroui HV : 240 Recuit HV : 165	HV : 480
Or blanc	450°	60 minutes	Ecroui HV : 350 Recuit HV : 220	HV : 280
Or gris palladier	Aucun traitement pour les alliages au palladium		Ecroui HV : 280 Recuit HV : 180	HV : /

BAIN DE RHODIAGE

Méthode

Les pièces ayant été polies

- Nettoyage chimique avec ou sans ultra-sons
- Dégraissage électrolytique, la pièce reliée au pôle moins.
- Rinçage eau courante
- Rinçage eau déminéralisée additionnée de 2 à 3 % en volume d'acide sulfurique
- Rinçage eau déminéralisée
- Rhodiage

Paramètre de travail

Très important Introduire les pièces sous courant (c'est-à-dire régler l'appareil sur 1 volt avant d'introduire la pièce dans le bain (s'il n'y a pas de voltmètre sur l'appareil, tourner légèrement le potentiomètre vers la droite).

Température Ambiante : Ce bain peut travailler à chaud

Réglage de courant :

- Bagues, solitaires : 0,4 à 0,6 A par pièce sous 2,5 volts
- Clips, pendentifs : 0,8 à 1,2 A par pièce sous 2,5 volts
- Gourmettes, porte-montres : 2,5 à 3 A par pièce sous 2,5 volts

Temps : 30 secondes à 1 minute

Agitation : Impérative et par accoups pour éliminer les bulles d'hydrogène à la pièce.

Anode : Titane platiné ou platine la surface au moins égale à celle de la pièce à rhodier

Entretien :

Lorsque le bain est sale, ajouter une cuillerée à café de charbon actif par litre de bain, laisser décanter 2 à 3 heures. Ensuite filtrer sur papier filtre ou filtre à café.

Remarque : Au fur et à mesure de l'utilisation du bain, sa teinte s'éclaircit c'est l'appauvrissement en métal.

BAIN USAGE :

Le bain usagé contient encore du rhodium. Le redonner au laboratoire pour traitement. En aucun cas, il ne devra être rejeté à l'égout sans avoir été neutralisé.

DE	A	OR 18	OR14	OR9	ARG 800	ARG 950	PLATINE 955	CUIVRE	CIRE
	Densité	15,4	13,5	11,2	10,2	10,45	20,5	8,96	1
OR18	15,4	1,00	0,88	0,73	0,66	0,68	1,33	0,58	0,06
OR14	13,5	1,14	1,00	0,83	0,76	0,77	1,52	0,66	0,07
OR9	11,2	1,38	1,21	1,00	0,91	0,93	1,83	0,80	0,09
ARG 800	10,2	1,51	1,32	1,10	1,00	1,02	2,01	0,88	0,10
ARG 950	10,45	1,47	1,29	1,07	0,98	1,00	1,96	0,86	0,10

PLATINE 955	20,5	0,75	0,66	0,55	0,50	0,51	1,00	0,44	0,05
CUIVRE	8,96	1,72	1,51	1,25	1,14	1,17	2,29	1,00	0,11
CIRE	1	15,40	13,50	11,20	10,20	10,45	20,50	8,96	1,00

pour calculer approximativement le poids d'un bijou fabriqué dans un autre métal,
trouver dans la colonne de gauche le métal dans lequel le bijou est habituellement réalisé,
puis lisez le coefficient indiqué pour le métal dans lequel vous souhaitez réaliser la pièce, multipliez le poids réel du bijou par ce coefficient

24 carats	1000/1000
22 carats	917/1000
20 carats	833/1000
18 carats	750/1000
16 carats	666/1000
14 carats	583/1000
12 carats	500/1000
10 carats	417/1000
9 carats	375/1000
8 carats	333/1000

Précautions à prendre pour la réparation

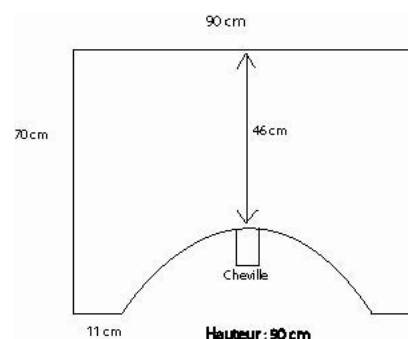
		Frottement	Produit chimique	Lumière	Chocs	Température	Ultrasons
Pierre							
Aigue Marine	S	X				X	
Ambre	TS	X	X		X	X	X
Améthyste	N					X	
Citrine	N					X	
Corail	TS	X	X	X	X	X	X
Diamant de couleur	N				X		
Diamant blanc	N				X	X	
Émeraude	TS		X		X	X	X
Grenat	S		X		X	X	X
Ivoire	TS	X	X	X	X	X	X
Jade	S	X	X	X	X	X	X
Lapis Lazulie	TS	X	X		X	X	X
Onyx	S	X	X	X	X	X	X
Opale	TS	X	X	X	X	X	X
Péridot	TS	X	X		X	X	X
Perle	TS	X	X	X	X	X	X
Rubis	N					X	
Saphir	N					X	
Tanzanite	TS		X		X	X	X
Topaze	TS			X	X	X	X
Tourmaline	N					X	
Tsavorite	S		X		X	X	X
Turquoise	S	X	X	X	X	X	X
Zircon	TS	X		X	X	X	X

N Normal Ne présente habituellement pas de problèmes lors des opérations usuelles de réparation

Pour information le coût d'une filière va de 38 à 48 € chez un fournisseur de matériel de bijouterie.
Le coût d'un banc à étirer chez le même fournisseur va de 560 € à 690 € T.T.C. environ.



Fabriquer un établi



Epaisseur du plateau 18mm en aggloméré vert anti-feu que vous pouvez fixer sur une table ou lui mettre des pieds.
Fixer la cheville avec deux vis.

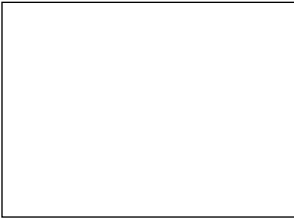
Fabriquer un moteur à polir



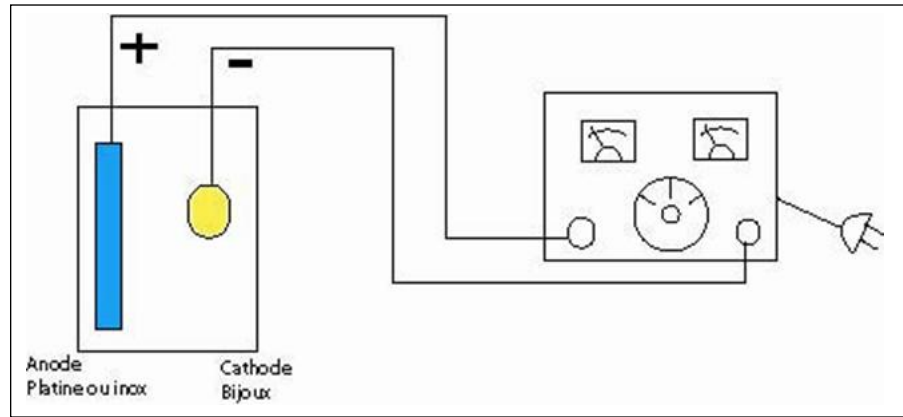
Prendre un moteur à meuler dans un magasin de bricolage, démonter les meules de chaque côté puis meuler avec une lime les tiges quand elles tournent, jusqu'à ce que les queues de cochon rentrent dans les tiges.

Achat des queues de cochon chez un fournisseur de matériel spécialisé en bijouterie.

Un appareil à rhodiage



On utilise un redresseur d'alimentation que l'on trouve dans des magasins d'accessoire électronique
Les bacs en plastique ou en verre deux fil avec pince crocodile un rouge et un noir qui s'adapte dans l'appareil alimentation du commerce l'anode peut être soit en platine ou en inox il ne reste plus que acheter les produits de rhodiage , ou dorure et de dégraissage



Une machine de fonte sous vide d'aire

Ecole TANE de Bijouterie
Reproduction I

Ecole TANE de Bijouterie
Reproduction I



Il faut :

- Une pompe sous vide d'aire de frigoriste
- Un profiler carré
- 2 plaques rectangulaires
- 1 petit tube pour faire le vide d'aire

Matériel

Laminoir plaque et fil
Moteur suspendu avec pièce a main
Moteur à polir
Bouterolle en acier
Bouterolle en buis
1 tas à rayures
1 tas à emboutir
Filière ronde+ ½ jonc
Pince à filière
Papier emerie 1G
Papier emerie 1C
Scie 2/0
Scie 6/0
Sable
Alun de potassium (en pharmacie)

Acide borique (en pharmacie)
Collobore
1 chauffe biberon
Petit pot en grès
1 pierre à huile
1 peau de chamois
Alcool à brûler
Fraise ronde 10°+15°+20°
Fraise cloche 10°+15°+20°

- Etabli
- Chalumeau + pédale + vessie
- 1 bouteille de gaz
- 2 pinces plates
- 1 pince plate effilée
- 1 pince ronde
- 1 pince de mise en forme
- 1 cisaille
- 1 triboulet rond
- 2 brucelles
- 2 pinces moustache
- 1 marteau acier
- 1 marteau en buis
- 1 compas a 10°
- 1 réglet
- 1 compas
- 1 jeu de petite lime
- 1 lime plate
- 1 lime ½ ronds
- 1 cabron plat
- 1 cabron triangle
- 1 plaque a soudé
- 1 charbon
- 1 tas en acier
- 1 roule goupille
- 1 étaux
- 1 pinceau

Polissage

- Brosse 4 rangs
- 1 feutre plat
- 1 feutre cône
- 1 tampon
- Dialux vert
- Dialux rouge
- Pâte Rose
- Fil à polir

Pour en savoir plus

	Diamètre	poids	Titre
France			

5For	17,0	1,61	900,0
10For	18,9	3,22	900,0
20For	21,1	6,45	900,0
40For	26,0	12,90	900,0
50 F or	28,0	16,13	900,0
100 F or	35,0	32,26	900,0
1/2 F nickel	19,5	4,50	
1 F nickel	24,0	6,00	
2 F nickel	26,5	7,50	
5 F nickel	29,0	10,00	
Suisse			
20 F	21,1	6,45	900,0
Grande-Bretagne			
12 souverain	19,2	3,99	916,7
souverain	22,2	7,98	916,7
Allemagne			
20 marks	22,4	7,96	900,0
Autriche			
1 ducat	20,0	3,50	986,0
4 ducats	39,5	14,00	986,0
Belgique			
20F	21,1	6,45	900,0
Italie			
20 lires	21,1	6,45	900,0
Hollande			
10 florins	22,0	6,72	900,0
Russie			
5 roubles	18,5	4,3	900,0
Tunisie			
20F	21,1	6,45	900,0
Etats-Unis			
1 dollar	13,1	1,67	900,0
5 dollars	21,5	8,35	900,0
10 dollars	27,0	16,72	900,0
20 dollars	34,0	33,43	900,0
Mexique			
1 peso		pas d'existence officielle	
2 pesos	13,0	1,67	900,0
2 pesos 12	15,5	2,08	900,0
50 pesos	37,0	41,67	900,0
Afrique du sud			
1/10 krugerrand	16,5	3,39	916,7
1/4 krugerrand	22,0	8,48	916,7
12 krugerrand	27,0	19,96	916,7
1 krugerrand	32,7	33,93	916,7

Tableau Recapitulatif des Metaux

							action chimique attaque par				
	Symbole chimique	densité	point de fusion	tenacité	malléable	ductile	eau regale	acide nitrique	acide chlorydrique	acide sulfurique	air
OR	Au	19,32	1064	18,8	oui	oui	oui	non	non	non	non
ARGENT	Ag	10,5	962	16,5	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
PLATINE	Pt	21,45	1771	31	oui	oui	oui	non	non	non	non
PALLADIUM	Pd	12,02	1552	19	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
CUIVRE	Cu	8,96	1083	14	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
PLOMB	Pb	11,35	327	faible	oui	non	oui	oui	non	non	oui
ETAIN	Sn	7,31	232	peu	oui	non	oui	oui	oui	non	non
ZINC	Zn	7,133	419	19	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
MERCURE	Hg	13,54	-39		oui		oui	oui	non	non	non
NICKEL	Ni	8,9	1452	tres	oui	oui	oui	oui	peut	peut	non

ALUMINIUM	Ai	2,7	660		oui	oui	oui	oui	peut	oui	non
IRIDIUM	Ir	22,56	2410		non	non	non	non	non	non	non
RUTHENIUM	Ru	12,37	2309		non	non	non	non	non	non	non
RHODIUM	Rh	12,41	1966		oui	non	non	non	non	non	non
OSMIUM	Os	22,59	3053				Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
FER	Fe	7,87	1534		oui	oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

