

jaunâtre, moins soluble que le chlorure dans l'ammoniaque, soluble dans l'hyposulfite de soude. Il existe dans le minerai d'argent du Mexique.

1216. Iodure d'argent (AgI). — Il s'obtient, cristallisé en octaèdres réguliers, par l'action de l'acide iodhydrique sur l'argent (H. Sainte-Claire Deville), ou par l'action d'un iodure alcalin sur l'azotate d'argent; il est alors blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque, soluble dans l'hyposulfite de soude et dans l'iodure de potassium.

1217. Fluorure d'argent. — Il s'obtient en dissolvant l'oxyde ou le carbonate d'argent dans l'acide fluorhydrique; il est très soluble dans l'eau, tandis que le chlorure est insoluble.

1218. Cyanure d'argent. — On l'obtient en précipitant une dissolution d'azotate d'argent par l'acide cyanhydrique; il est soluble dans les cyanures alcalins. La chaleur le décompose en argent et en cyanogène.

1219. Sulfate d'argent ($2\text{AgO}, \text{S}^3\text{O}^6$. — Ag^2SO^4). — On l'obtient en faisant bouillir de l'argent avec l'acide sulfurique concentré; il se dégage de l'acide sulfureux et il se dépose du sulfate d'argent. Ce sel se dissout dans 200 part. d'eau froide ou dans 88 part. d'eau bouillante.

Il se dissout dans l'ammoniaque, et laisse déposer, par évaporation, des prismes droits à base carrée qui ont pour formule: $2\text{AgO}, \text{S}^3\text{O}^6 + 4\text{AzH}^3$.

AZOTATE D'ARGENT (AgO, AzO^5 — AgAzO^5).

1220. Préparation. — On peut obtenir l'azotate d'oxyde d'argent en dissolvant l'argent pur dans l'acide azotique; la liqueur concentrée abandonne par refroidissement des lamelles incolores d'azotate d'argent.

Au lieu d'employer, pour cette préparation, de l'argent pur, on utilise ordinairement l'argent des monnaies, qui contient au moins un dixième de cuivre. En dissolvant ces monnaies dans l'acide azotique, on obtient une liqueur bleue, formée d'azotate d'argent et d'azotate de cuivre. On évapore la dissolution, et on calcine le résidu jusqu'au rouge sombre; à cette température, l'azotate d'oxyde d'argent fond sans se décomposer, tandis que l'azotate d'oxyde de cuivre se décompose en donnant des vapeurs rutilantes qui se dégagent, et de l'oxyde de cuivre insoluble. On maintient la température à peu près constante, jusqu'à ce que les vapeurs rutilantes aient cessé de se dégager. En traitant le résidu par l'eau, on dissout l'azotate d'argent, on filtre pour séparer l'oxyde de cuivre, et on concentre; le sel cristallise par refroidissement.

1221. Propriétés. — L'azotate d'argent cristallise en prismes droits à base rhombe. Il se dissout dans son poids d'eau froide, ou dans la moitié de son poids d'eau bouillante.

Chauffé au rouge sombre, il fond sans se décomposer; au rouge vif, il se décompose en donnant d'abord de l'azotite d'argent; puis, si la température est longtemps maintenue, il dégage de l'azote et de l'oxygène, en laissant pour résidu de l'argent métallique.

L'azotate d'oxyde d'argent fondu, et coulé dans une lingotière cylin-

drique, se fige en petits cylindres, employés pour cautériser, et connus sous le nom de *Pierre infernale*.

L'azotate d'argent est lentement décomposé par la lumière solaire; les matières organiques le décomposent rapidement: aussi la dissolution de ce sel laisse sur la peau une tache qui noircit très rapidement. On enlève ces taches en les lavant avec du cyanure de potassium.

L'azotate d'argent sec absorbe le gaz ammoniac; puis se transforme en un composé $\text{AgO}, \text{AzO}^5 + 5\text{AzH}^3$. Il se dissout dans l'ammoniaque et donne par évaporation, un sel cristallisé ayant pour formule: $\text{AgO}, \text{AzO}^5 + 2\text{AzH}^3$.

1222. Applications. — La dissolution d'azotate d'argent est employée en médecine comme caustique; c'est un médicament qu'il faut employer avec de grandes précautions, parce qu'il est très vénéneux.

ENCRE POUR MARQUER LE LINGE. — On utilise la facile décomposition de l'azotate d'argent au contact des matières organiques: on prépare une liqueur avec 10 gr. d'azotate d'oxyde d'argent, dissous dans 55 gr. d'eau, et on y ajoute 5 gr. de gomme arabique pour la rendre visqueuse¹. Quand on veut marquer le linge avec cette liqueur, on imbibe l'étoffe avec un peu de carbonate de soude, et avec un fer chaud on lui donne de la fermeté et un certain poli. On peut alors, ou écrire à l'aide d'une plume, ou imprimer avec un cachet en bois à caractères en relief. Au bout de quelque temps d'exposition au soleil, le sel est décomposé, et les traits, tracés en noir par l'argent réduit, sont ineffaçables par l'eau, le savon et les carbonates alcalins.

1223. Argenture des glaces, procédé Petitjean. — L'étamage des glaces au moyen de l'amalgame d'étain est une opération insalubre; les ouvriers qui la pratiquent se mettent difficilement à l'abri de l'action redoutable des vapeurs mercurielles. Depuis trente ans, à la suite des travaux de Liebig, de Dreyton, l'étamage des glaces a été remplacé par l'argenture.

L'opération de l'argenture des glaces est des plus simples. La glace que l'on veut argenter est placée sur une table horizontale en fonte, portant une couverture de laine, et chauffée à 40° environ: on verse successivement sur la glace, préalablement bien nettoyée, deux solutions, l'une d'acide tartrique, l'autre d'azotate d'argent ammoniacal; sous l'influence de la chaleur, l'acide organique réduit le sel métallique, et, au bout de vingt minutes environ, l'argent se dépose sur la glace en couche adhérente, continue et brillante: l'argenture est terminée en une heure environ.

PERFECTIONNEMENT LENOIR. — La glace, une fois argentée, est soumise à l'action d'une dissolution étendue de cyanure double de mercure et de potassium: il se forme un amalgame d'argent blanc et brillant qui adhère fortement au verre.

Pour faciliter l'opération et utiliser tout l'argent, en économisant le cyanure double de mercure et de potassium, M. Lenoir saupoudre la glace, au moment où elle est recouverte de la solution mercurielle, de zinc en poudre très fine qui précipite le mercure et régularise l'amalgamation; on recouvre ensuite d'un vernis. La glace qui porte cet amalgame d'argent donne des images

¹ Souvent on ajoute à cette liqueur un peu d'encre de Chine, de façon à mieux voir les caractères au fur et à mesure qu'on les trace.

blanches entièrement comparables à celles produites par les glaces étamées.

1224. Argenture des miroirs de télescope. — Pour argenter les miroirs de télescope, M. Ad. Martin emploie les quatre liqueurs suivantes :

- 1^o Solution de 40 gr. de nitrate d'argent dans un litre d'eau distillée.
- 2^o — de 60 gr. d'azotate d'ammoniaque dans un litre d'eau.
- 3^o — de 100 gr. de potasse pure caustique dans 1 litre d'eau.
- 4^o — de 25 gr. de sucre dans 250 gr. d'eau; intervertir par 10 minutes d'ébullition avec 5 gr. d'ac. tartrique, neutraliser, ajouter 50 gr. d'alcool et étendre à 1/2 litre.

On nettoie le verre avec de l'acide nitrique, puis avec de la potasse et un peu d'alcool; on le lave ensuite avec de l'eau pure et on le plonge dans une baignoire où l'on a versé volumes égaux (15^{es} par exemple) de chacune des liqueurs; il se forme un dépôt qui est d'abord jaune, et passe ensuite au rose, au brun ou noir, et enfin au blanc d'argent brillant. On retire le verre, on le lave et on le polit avec une peau de chamois et du rouge d'Angleterre.

1225. Caractères des sels d'argent. — Les sels d'argent sont incolores quand leur acide est lui-même incolore; ils ont une saveur métallique désagréable; ils sont décomposés par les matières organiques.

La *potasse* et la *soude* donnent dans les sels d'argent un précipité brun, insoluble dans un excès de réactif. L'*ammoniaque* donne un précipité brun, soluble dans un excès de réactif. L'*acide sulhydrique* et les sulfures alcalins y produisent un précipité noir.

L'*acide chlorhydrique* et les chlorures solubles y donnent un précipité blanc. Les phosphates tribasiques y précipitent en jaune du phosphate d'argent. Les chromates précipitent en rouge du chromate d'argent.

Le fer, le zinc et le cuivre précipitent de ses dissolutions l'argent en poudre grise. Le mercure le précipite et produit un amalgame cristallisé en longues aiguilles (*arbre de Diane*).

OR.

Équiv. Au = 98,2. Poids atom. Au = 196,4.

1226. État naturel. — L'or est un des métaux les plus anciennement connus; on l'a utilisé de tout temps, parce qu'il se rencontre à l'état métallique et que les moyens mécaniques suffisent pour l'isoler.

L'or est un des métaux les plus répandus dans la nature. On le rencontre non seulement à l'état natif, mais aussi en combinaison avec le tellure, ou avec les sulfures d'argent, de plomb ou de cuivre. L'or à l'état natif se présente d'ordinaire sous forme de petites paillettes ou de grains arrondis disséminés, soit dans des sables d'alluvions anciennes, comme en Californie, dans les monts Ourals et en Australie, soit dans les roches ignées dont la désagrégation a produit ces sables d'alluvion. On a trouvé des pépites de 50 kil. et même de 50 kil. 1.

Certaines rivières charrient également de l'or, mais en paillettes tel-

1. La production de l'or va en diminuant, elle a été de 155,000 kilog. en 1881 et seulement de 141,480 kilog. en 1885; celle de l'argent, au contraire, augmente; elle a été de 2,747,785 kilog. en 1885. Les États-Unis ont fourni 52 pour 100 d'or, et 40 pour 100 d'argent.

lement fines, qu'il en faut souvent plus de 20 pour former un milligramme. En France, le Rhône, l'Ariège, l'Hérault près de Montpellier, la Garonne près de Toulouse, roulent des sables qui renferment de très petites paillettes d'or. On en trouve dans les argiles.

1227. Extraction. — Pour extraire l'or des sables aurifères, on les soumet à un lavage qui entraîne le sable. Ce lavage, qui s'exécute d'abord dans des sébiles de bois, se fait actuellement dans des canaux en planches (*sluices*), dont le fond irrégulier présente des cavités. L'or, par suite de sa densité, tombe au fond des sébiles, ou des cavités.

Lorsqu'il n'est plus mêlé qu'à une très petite quantité de sable, on l'agite avec environ 6 fois son poids de mercure; l'or se dissout et le sable reste. L'amalgame ainsi obtenu est comprimé dans une peau de chamois, de manière à séparer l'excès de mercure qui passe à travers les pores de la peau; il reste un amalgame solide que l'on soumet à l'action de la chaleur dans des appareils distillatoires; le mercure se vaporise et se condense dans les parties froides des vases; l'or reste.

Quand l'or est associé aux minerais de plomb, de cuivre ou d'argent, on traite ces minerais comme pour en extraire uniquement le plomb, le cuivre ou l'argent; l'or est entraîné avec le métal; on l'en sépare ensuite par les moyens qui ont été indiqués à propos de la métallurgie de ces métaux. Quelquefois cependant on a recours au procédé d'amalgamation. On agite le minerai pulvérisé, avec de l'eau, du mercure et des disques de fer, dans des tonneaux qui tournent sur leur axe; les sulfures se divisent dans l'eau et y restent en suspension, tandis que l'or se précipite à l'état de poudre fine et s'unit au mercure.

On emploie, depuis quelques années, un procédé analogue pour extraire l'or des roches quartzzeuses, en Californie et en Australie. Le minerai en morceaux est introduit avec du mercure, de l'eau et deux boulets de fonte faisant fonction de pilons, dans les bassins auxquels on communique un mouvement de rotation (*fig. 411*).

Par suite des choc produits par les boulets, la roche se trouve bientôt réduite en poudre impalpable; cette poudre reste en suspension dans l'eau, et sort par des ouvertures supérieures, tandis que l'or tombe au fond du bassin; 5 à 6000 kilogrammes de minerai peuvent être broyés, lavés et amalgamés dans une même opération. L'or ainsi obtenu n'est jamais complètement pur, il retient de l'argent ou du cuivre.

1228. Affinage. — Pour affiner l'or, on le fond avec une assez grande quantité d'argent, pour avoir un alliage ne contenant pas plus de 20 pour 100 d'or. On coule l'alliage fondu dans de l'eau froide, ce qui le réduit en grenaille; puis on traite la grenaille dans des vases de platine par l'acide sulfurique concentré et bouillant. Il se forme du sulfate d'argent et du sulfate de cuivre qui restent en dissolution; l'or se dépose. On décante la liqueur et on renouvelle deux fois l'acide; l'or pulvérisé est lavé, fondu et coulé en lingots; il peut contenir des traces de platine.

Pour extraire l'argent de la liqueur contenant les sulfates, on y introduit des lames de cuivre; l'argent déplacé et remplacé par ce métal se dépose en petits grains cristallins.

Le sulfate de cuivre est mis à cristalliser et livré au commerce.

Ce procédé économique a permis d'extraire l'or des anciennes monnaies d'argent, bien qu'elles n'en contiennent que 1 à 5 millièmes.

On obtient l'or chimiquement pur en fondant l'or des essais (1232), dans une nacelle de porcelaine placée dans un tube de porcelaine. Quand

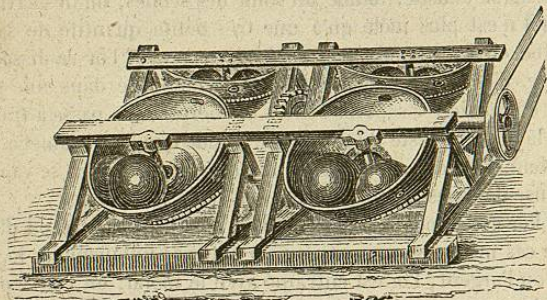


Fig. 411. — Extraction de l'or des roches quartzueuses en Californie.

celui-ci est rouge, on le fait traverser par un courant de chlore qui enlève les dernières traces de métaux étrangers. On remplace ensuite, avant tout refroidissement, le courant de chlore par un courant d'air.

1229. Propriétés physiques. — L'or est un métal qui paraît d'une belle couleur jaune; il devient rouge pourpre quand on force la lumière à subir plusieurs réflexions à sa surface. Sa densité est 19,5. Il fond à 1200°, et se volatilise à une température plus élevée, en donnant des vapeurs qui sont vertes par transparence et violettes par réflexion.

Il cristallise en octaèdres réguliers.

C'est le plus ductile et le plus malléable de tous les métaux (p. 591); on peut le réduire par le battage en feuilles de 1/1000 de millimètre d'épaisseur. Ces feuilles laissent passer la lumière en la colorant en vert.

1230. Propriétés chimiques. — L'or est inaltérable à l'air à toutes les températures; il n'est pas altéré par l'acide sulfhydrique, ni par les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique isolés.

Beaucoup de métalloïdes sont sans action sur lui. Cependant le phosphore et l'arsenic se combinent avec l'or à une température élevée.

Le chlore et le brome l'attaquent même à froid (expérience avec l'eau de chlore et une feuille d'or).

L'or se dissout à toutes les températures dans le mercure; il peut s'allier avec la plupart des métaux à une température élevée.

1231. Alliages. — Les monnaies et les bijoux d'or sont des alliages. L'or des monnaies contient 900/1000 d'or et 100/1000 de cuivre des-

tiné à augmenter la dureté de l'or et à rendre par suite les empreintes plus difficilement effaçables; il y a pour ces alliages une tolérance de 2/1000 au-dessus et au-dessous du titre légal.

L'or des médailles renferme 916/1000 d'or et 84/1000 de cuivre.

Pour l'or des bijoux, il y a trois titres: 920/1000, 840/1000 et 750/1000. Ce dernier est le plus employé; la tolérance est de 5/1000.

1232. Essai des alliages d'or. — L'essai des alliages d'or se fait par coupellation. Pour que les résultats soient exacts, on met dans la coupelle chaude 5 gr. de plomb, puis un morceau de papier contenant 0^{gr},500 de l'alliage avec un poids d'argent au moins triple de celui de l'or, contenu dans l'alliage (1^{er},550 d'argent pour 0^{gr},500 des monnaies d'or);



Fig. 412. Cornet d'or.

la coupellation se fait ensuite comme à l'ordinaire. A la fin de l'expérience, le bouton peut être refroidi sans précaution, car l'alliage d'or et d'argent ne roche pas. Le bouton, passé au laminoin, et réduit en lame, doit être recuit, contourné en cornet (fig. 412) et introduit dans un matras d'essayeur (fig. 413) avec de l'acide azotique à 22° Baumé. Après 10 minutes d'ébullition, on décante

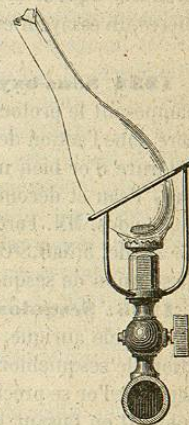


Fig. 413. — Matras d'essayeur chauffé par le gaz.

la liqueur et on la remplace par de l'acide azotique marquant 32° B. On fait bouillir de nouveau, et tout l'argent se dissout. On décante et on lave à l'eau distillée. Le cornet d'or pur qui reste ne peut être manié; il n'a pas assez de cohésion.

Pour lui donner de la solidité, on remplit d'eau le matras, on le recouvre d'un petit creuset renversé, et on retourne le tout; le petit cornet descend lentement dans le creuset, on retire le matras, on décante l'eau et on chauffe le creuset au rouge; le cornet d'or peut alors être pris avec des pinces et pesé.

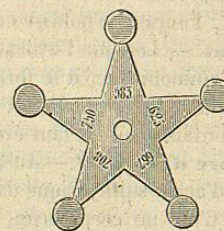


Fig. 414. — Touchau.

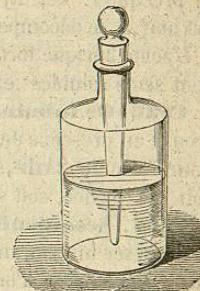


Fig. 415. — Bouchon de verre trempant dans l'eau régale pour essai au touchau.

1233. Essai au

touchau. — L'essai des bijoux se fait en frottant l'objet sur une pierre siliceuse noire très dure, nommée *Pierre de touche*. De part et d'autre

de la trace métallique laissée par l'alliage, on fait un trait avec des alliages de titres différents, de composition connue, formant une étoile à 5 branches (fig. 414), puis on passe sur les trois traits un bouchon de verre (fig. 415) imprégné d'un mélange de 98 parties d'acide azotique avec 2 parties d'acide chlorhydrique. Le cuivre se dissout en colorant la liqueur en vert et laisse l'or; d'après la comparaison de la couleur que prend la liqueur acide et de l'épaisseur des traces d'or qui restent sur la pierre, un essayeur expérimenté peut reconnaître le titre à 1 centième près.

OXYDES D'OR.

1234. Sous-oxyde (Au^2O). — On obtient le sous-oxyde d'or en décomposant le protochlorure d'or par la potasse à froid. On l'obtient encore dans l'action de l'azotate de sous-oxyde de mercure sur le sesquichlorure d'or bien neutre. C'est une poudre d'un violet foncé, insoluble dans l'eau et décomposable à 220° . Il ne se combine pas directement aux acides. MM. Fordos et Gélis ont obtenu un *hyposulfite double* d'or et de soude, $3(\text{NaO}, \text{S}^2\text{O}^2) + \text{Au}^2\text{O}, \text{S}^2\text{O}^2 + 4\text{HO}$, en traitant par l'alcool une dissolution de sesquichlorure d'or dans l'hyposulfite de soude.

1235. Sesquioxycide d'or ($\text{Au}^2\text{O}^3 - \text{Au}^2\text{O}^3$). — Cet oxyde, appelé aussi acide aurique, s'obtient en décomposant, à la température d'ébullition, le sesquichlorure d'or par le carbonate de soude. La plus grande partie de l'or se précipite à l'état d'hydrate brun ($\text{Au}^2\text{O}^3 + 8\text{HO}$). M. Fremy l'obtient en faisant bouillir le chlorure d'or avec un excès de potasse assez grand pour redissoudre le précipité d'oxychlorure qui se forme d'abord; il s'est produit de l'aurate de potasse. Quand la liqueur d'abord brune est redevenue jaune, on précipite l'hydrate de sesquioxycide d'or par l'acide sulfurique. Pour le purifier, on le dissout dans l'acide nitrique concentré; l'addition d'un grand excès d'eau suffit ensuite pour le précipiter. Cet hydrate perd son eau facilement; l'oxyde anhydre est noir, il se décompose vers 250° . La lumière le décompose lentement.

L'acide aurique forme avec les bases des aurates. Les aurates alcalins sont seuls solubles: ex. : l'aurate de potasse cristallisé $\text{KO}, \text{Au}^2\text{O}^3 + 6\text{HO}$.

1236. Or fulminant. — Lorsque l'hydrate de sesquioxycide d'or se trouve en présence de l'ammoniaque, il se forme une poudre grise qui a pour formule $2\text{AzH}^3, \text{Au}^2\text{O}^3 + \text{HO}$ (Dumas), et qui détone violemment soit par le choc, soit spontanément; il faut éviter sa production.

1237. Sesquisulfure d'or ($\text{Au}^2\text{S}^3 - \text{Au}^2\text{S}^3$). — Il s'obtient en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique dans une dissolution froide de sesquichlorure d'or. C'est un corps brun, soluble dans les sulfures alcalins, avec lesquels il forme des sulfures doubles.

1238. Sesquichlorure ($\text{Au}^2\text{Cl}^3 - \text{AuCl}^3$). — Quand on dissout de l'or dans l'eau régale, on obtient une dissolution qui, abandonnée à l'évaporation lente, donne des cristaux jaunes, dont la composition est représentée par la formule $\text{Au}^2\text{Cl}^3 + \text{HCl}$. Si l'on chasse l'excès d'acide, on a une liqueur qui se prend par refroidissement en masse brune cristalline

de sesquichlorure anhydre. Ce sel est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther (*or potable*).

Chauffé à 200° , le sesquichlorure laisse dégager du chlore; il reste une poudre jaune pâle, insoluble dans l'eau, qui est le sous-chlorure Au^2Cl . On peut cependant sublimer le sesquichlorure d'or dans un courant de chlore à 300° , ce qui prouve qu'à cette température sa tension de dissociation est inférieure à 760^{mm} (H. Debray).

La dissolution de sesquichlorure d'or est lentement décomposée par la lumière. Le sesquichlorure d'or dissous s'est formé en dégagant seulement 26c,3: aussi la dissolution de ce sel est réduite par le phosphore, l'acide hyposulfureux, l'acide phosphoreux, l'acide arsénieux, l'acide sulfureux et l'acide oxalique, avec précipitation d'or métallique. Le sulfate de protoxyde de fer la réduit de même. C'est en précipitant le chlorure d'or par le sulfate de fer que l'on obtient l'or pulvérulent qui, divisé par un broyage avec du miel, est employé pour la dorure sur porcelaine.

Le sesquichlorure d'or joue le rôle de chlorure acide vis-à-vis des chlorures alcalins. Il forme avec eux des sels solubles bien cristallisés.

Le sesquichlorure d'or forme avec le perchlorure de phosphore un composé $\text{Au}^2\text{Cl}^3, \text{PhCl}^5$ en aiguilles jaune citron. Le sous-chlorure d'or forme avec le protochlorure de phosphore un composé $\text{Au}^2\text{Cl}, \text{PhCl}^3$ cristallisé en prismes obliques incolores.

Le sesquichlorure d'or forme avec les chlorures de soufre ou de sélénium les composés $\text{Au}^2\text{Cl}^3, \text{S}^2\text{Cl}^4$ et $\text{Au}^2\text{Cl}^3, \text{Se}^2\text{Cl}^4$ (M. Lindet).

1239. Pourpre de Cassius. — Ce composé, découvert en 1685 par Cassius, de Leyde, s'obtient en faisant agir sur une dissolution étendue et neutre de sesquichlorure d'or, soit de la grenaille ou des lames d'étain, soit une dissolution contenant des équivalents égaux de protochlorure et de bichlorure d'étain (**1105**). Il se présente sous forme d'un précipité floconneux pourpre qu'on lave. Dumas le regardait comme un stannate double d'étain et d'or ayant pour formule $\text{Au}^2\text{O}, \text{SnO}^2 + \text{SnO}, \text{SnO}^2 + 4\text{HO}$. C'est en réalité une laque, formée de bioxyde d'étain hydraté, coloré par de l'or pulvérulent (M. Debray). Il est employé dans la peinture sur porcelaine, et pour colorer les verres en rose ou grenat.

1240. Dorure. — **DORURE AU MERCURE.** — On chauffe les objets pour détruire les matières grasses, puis on les décape en les plongeant dans de l'acide sulfurique étendu; on les lave et on les sèche avec de la sciure de bois. Cela fait, on les frotte d'abord avec une brosse en fils de laiton trempée dans de l'azotate de sous-oxyde de mercure, puis avec une brosse trempée dans un amalgame formé de 1 partie d'or pour 8 de mercure. On chauffe ensuite les pièces de manière à volatiliser le mercure; l'or reste. Les pièces ainsi préparées sont dépourvues d'éclat; elles deviennent brillantes par des lavages et brossages. Ce mode de dorure est très dangereux pour la santé des ouvriers; la volatilisation du mercure doit se faire dans des fours ayant un fort tirage.