Nouveau manuel complet de dorure et argenture sur métaux... suivi de l'application à l'horlogerie de la dorure et de [...]

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF

gallica
BIBLIOTHÈQUE
NUMÉRIQUE

Mathey, Olivier. Nouveau manuel complet de dorure et argenture sur métaux... suivi de l'application à l'horlogerie de la dorure et de l'argenture galvaniques et de la coloration des métaux par les oxydes métalliques et l'électricité, par M.... 1870.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF.Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
*La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
*La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

Cliquer ici pour accéder aux tarifs et à la licence

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

*des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
*des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisation@bnf.fr.

E
7

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

27207

DÉPÔT LÉGAL
Aube.
N° 19
1870

DÉPÔT LÉGAL
Aube.
N° 19
1870

ENCYCLOPÉDIE-RORET

ORURE ET ARGENTURE

SUR MÉTAUX

733
Tlde. 2

EN VENTE A LA MÊME LIBRAIRIE :

Traité de Dorure et d'Argenture galvaniques appliquées à l'Horlogerie, par M. Ol. Mathey. Brochure in-8, accompagnée d'une planche. . . . . 1 fr. 25

Manuel de Galvanoplastie, ou Traité complet des Opérations électro-métallurgiques. (*En préparation.*)

Manuel de Bronzage des Métaux et du Plâtre, suivi de la Peinture et du Vernissage des Métaux et du Bois, par MM. Debonliez, Fink et F. Malepeyre. 1 vol. orné de figures. . . . . 2 fr. 50

Manuel du Peintre en Bâtiments, Vernisseur, Vitrier, Doreur et Argenteur sur bois, sur porcelaine et sur verre, par MM. Riffault, Toussaint, Vergnaud et F. Malepeyre. 1 vol. accompagné d'une planche.. . 3 fr.

Manuel du Mouleur en médailles, par M. F. Robert, suivi de l'Art de Clicher et de frapper des creux et des reliefs en Métaux, et d'un Traité de Galvanoplastie appliquée aux médailles, par M. E. De Valicourt. 1 vol. accompagné d'une planche. . . . . 1 fr. 50

MANUELS-RORET

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

DORURE ET ARGENTURE

SUR MÉTAUX

AU FEU, AU TREMPÉ

A LA FEUILLE, AU PINCEAU, AU POUCE

ET PAR LA MÉTHODE ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE

SUIVI DE

L'APPLICATION A L'HORLOGERIE

DE LA DORURE ET DE L'ARGENTURE GALVANIQUES

ET DE

LA COLORATION DES MÉTAUX

Par les Oxydes métalliques et l'Électricité

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

PAR

MM **Ol. MATHEY** ET **W. MAIGNE**

NOUVELLE ÉDITION, ENTIÈREMENT REFONDUE

ORNÉE DE VIGNETTES ET DE PLANCHES.

PARIS

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET

RUE HAUTEFEUILLE, 12.

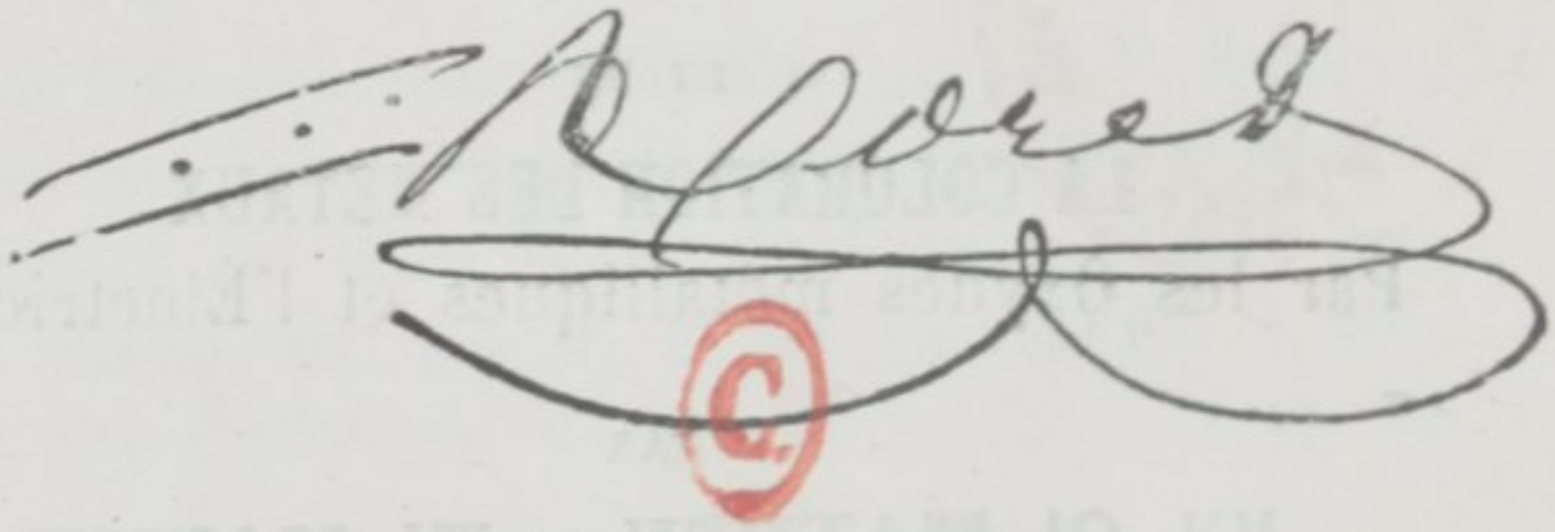
1870

Droits de reproduction et de traduction réservés.

AVIS

Le mérite des ouvrages de l'**Encyclopédie-Roret** leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Editeur, qui se réserve le droit de le faire traduire dans toutes les langues, et de poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux, toutes contrefaçons et toutes traductions faites au mépris de ses droits.

Le dépôt légal de ce Manuel a été fait dans le cours du mois de mars 1870, et toutes les formalités prescrites par les traités ont été remplies dans les divers États avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.



NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

DORURE ET ARGENTURE

SUR MÉTAUX

PREMIÈRE PARTIE

PROCÉDÉS ORDINAIRES DE DORURE ET D'ARGENTURE.

CHAPITRE Ier.

PROCÉDÉS DE DORURE.

§ 1. DORURE AU MERCURE.

La **dorure au mercure** est également désignée sous le nom de **dorure au feu.**

L'argent et les alliages de cuivre sont les métaux pour lesquels on emploie le plus généralement ce genre de dorure, mais la nature de ces derniers exerce une grande influence sur le succès des opérations.

D'après le chimiste D'Arcet, le meilleur alliage de cuivre est celui qui renferme 82 de cuivre, 18 de zinc, 3 ou 1 d'étain, et 1 1/2 ou 3 de plomb. Pour les petits objets, qui ont besoin de plus de densité et de moins de ténacité, il

est préférable d'employer moins d'étain et plus de plomb, par conséquent les dernières proportions.

Les opérations de la dorure au mercure sont :

La préparation de l'amalgame;
La préparation des pièces;
La dorure proprement dite;
La mise en couleur.

1° *Préparation de l'amalgame.*

Tout le monde sait que les métaux qu'on unit entre eux forment des alliages, mais que ceux que forme le mercure avec les autres métaux se nomment des *amalgames*. Le mercure trituré à froid avec l'or ou l'argent, les dissout, et, c'est là le moyen de dorer ou d'argenter les métaux.

L'amalgame d'une partie d'argent et de huit de mercure est mou, blanc, très-fusible, cristallise facilement, se décompose par la chaleur.

Le mercure employé par les doreurs doit être très-pur, sinon les métaux étrangers qu'il contiendrait seraient déposés avec l'or sur la surface du bronze et y détruiraient tout l'effet de la dorure, ou lui donneraient une teinte désagréable.

L'or vendu aux doreurs comme or fin n'est souvent qu'au titre de 995 à 998 millièmes. Il est des ouvriers qui emploient des ducats dont le titre varie depuis 970 jusqu'à 983. Alors, il faut beaucoup plus de mercure, et la dorure peut avoir une teinte verdâtre.

Toutefois, contrairement à l'opinion de beaucoup de praticiens, il faut éviter de faire usage d'or pur, parce qu'il se dissout mal. Il vaut mieux qu'il renferme un peu de cuivre, qu'il soit, par exemple, à 960/1000. M. Huard assure même que le plus convenable est celui qui contient 14 millièmes d'argent et 6 millièmes de cui-

vre par gramme. On convient généralement que, dans ces conditions, l'amalgame se fait beaucoup mieux ; que la dorure reste plus *pâteuse;* qu'elle est moins grenue et qu'elle s'applique avec bien plus de facilité sur le bronze.

Pour faire son amalgame, l'ouvrier doit réduire l'or en feuilles aussi minces qu'il lui est possible, afin de faciliter sa solution dans le mercure. L'or fin, en poudre, convient aussi parfaitement. La très-belle couleur de l'or et la flexibilité de ses feuilles sont les caractères extérieurs que recherchent les doreurs.

L'or est un peu plus soluble dans le mercure que l'argent. C'est du mercure qu'on se sert, en le triturant avec les minerais aurifères ou argentifères, pour en extraire l'argent ou l'or. Quand on distille l'amalgame, ce métal se volatilise, et le culot qui reste dans la cornue est l'or ou l'argent.

L'amalgame d'or est très-facile à faire ; le doreur pèse d'abord l'or réduit en feuilles minces ; il l'introduit ensuite dans un petit creuset (fig. 5) qu'il met sur un feu de charbon de bois; quand ce creuset est un peu rouge, il y verse la quantité de mercure convenable, et il agite avec une baguette de fer recourbée en crochet (fig. 15) ; au bout de quelques minutes, quand cet amalgame est terminé, on le verse dans une terrine d'eau, on le lave soigneusement et l'on exprime tout le mercure en excès qui peut s'y trouver, en comprimant avec les deux pouces contre les parois du vase.

L'amalgame obtenu doit être assez pâteux pour conserver l'empreinte des doigts. On le divise en boulettes d'une grosseur uniforme, que l'on conserve habituellement dans un flacon plein d'eau; mais il ne faut pas trop longtemps tarder à les employer, parce que, par suite du phénomène de la liquation, leur composition finirait par s'altérer.

La proportion que suivent les doreurs pour faire cet amalgame est de :

Mercure.	8
Or.	1

Un tel amalgame retient un excès de mercure; aussi, quand il est comprimé dans de la peau de chamois, le superflu s'en sépare de manière que l'amalgame qui reste contient :

Mercure.	33
Or.	67
	100

D'Arcet, qui a analysé l'amalgame de plusieurs doreurs, l'a trouvé composé, en général, de :

Or.	de 9 à 11
Mercure.	de 81 à 89

avec des proportions sensibles d'argent ou de cuivre.

Il est bon de dire que le mercure que l'on sépare par la pression, contient un peu d'or; on s'en sert pour faire d'autres amalgames.

2° *Préparation des pièces.*

La préparation des pièces se compose du *recuit* ou *recuisson*, du *dérochage* et du *décapage*.

Pour *recuire* les pièces de bronze, on les met sur des charbons allumés, et on les entoure même, principalement, de mottes à brûler, dont le feu est beaucoup plus égal et moins vif. Quand elles sont portées au rouge cerise, on les enlève avec un crochet, ou bien avec une petite tringle (fig. 16) ou une pince à longue branche (fig. 12), et on les laisse refroidir lentement. Cette opération doit être faite dans une forge qui ait assez de tirage, sinon il se volatilise du cuivre et du zinc oxydés qui rendent

la flamme d'un assez beau vert; ces émanations réunies à celles du charbon seraient très-nuisibles, sans le secours de l'appareil de D'Arcet dont nous parlons plus loin.

Ce recuit tend à ramener la surface du bronze à l'état de cuivre par suite du dégagement des deux oxydes précités; et la surface de la pièce, ainsi ramenée à un état qui se rapproche de celui du cuivre, prend beaucoup mieux la dorure, et lui donne une belle couleur.

Nous ajouterons que le poids de la pièce de bronze augmente par le recuit, ce qui indique que le poids qu'elle acquiert par l'oxydation de sa surface est supérieur à celui des deux oxydes qui s'en dégagent.

Nous venons de dire que, par le recuit, d'une pièce de bronze, sa surface se recouvrait d'une couche d'oxyde. C'est pour enlever cet oxyde qu'on fait le *dérochage* et le *décapage*. Voici comment on opère : on immerge la pièce dans un baquet en bois, plein d'acide sulfurique ou d'acide azotique (eau forte), l'un ou l'autre très-étendu d'eau ; c'est ce bain qu'on nomme *eau seconde*, laquelle dissout l'oxyde formé, et l'on aide son action avec celle d'un *gratte-bosse* rude, c'est-à-dire d'une espèce de pinceau en fil de laiton (fig. 8 et 9).

Quand le bronze est bien décapé, on le lave, on l'essuie et on le fait sécher. Malgré cela, comme sa surface se trouve être irisée, on le trempe dans de l'acide azotique à 36° de Baumé, et l'on a soin de l'y frotter au moyen d'un pinceau à longs poils (fig. 10). C'est ce que les ouvriers appellent *mettre le métal à blanc*, quoique le métal ne blanchisse nullement. Enfin, pour que la pièce acquière tout le brillant métallique, on l'immerge dans un bain composé d'acide nitrique à 36°, d'un peu de suie et d'hydrochlorate de soude (sel marin). Dans quelques ateliers, on ne fait pas usage d'acide sulfurique lorsqu'on commence le dérochage, mais bien d'acide nitrique plus ou moins

étendu d'eau. Quel que soit le mode d'opérer, on lave bien la pièce; on l'essuie et on la roule dans du son ou de la sciure sèche, de la tannée, etc.; par ce moyen, l'on évite l'oxydation à laquelle l'humidité pourrait bien donner lieu.

Le dérochage commencé à l'acide sulfurique faible, paraît être le meilleur, d'abord parce qu'il conserve le fini de la pièce, ensuite parce qu'il est moins coûteux et plus salubre (1).

Nous ferons remarquer qu'on n'a pas besoin d'employer de l'acide nitrique pur pour le décapage; mais il n'en est pas de même quand il s'agit de dissoudre le mercure pour préparer la liqueur qui doit être employée à appliquer l'amalgame sur le bronze: alors on doit avoir de l'acide nitrique pur; si l'on n'en possède point, on le sépare de l'acide hydrochlorique en le distillant dans une cornue de verre. L'acide hydrochlorique passe le premier à la distillation, et l'acide nitrique pur passe ensuite, de telle sorte qu'il ne reste dans la cornue qu'un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique. L'ouvrier doit avoir soin d'éviter les vapeurs qui se dégagent au dehors pendant cette distillation.

Les doreurs sur métaux font un grand usage de l'acide nitrique et de l'acide sulfurique étendu d'eau. Ils appellent *eau seconde* chacune des deux liqueurs, mais en les distinguant en *eau seconde d'acide nitrique* et *eau seconde d'acide sulfurique*.

3° *Dorure proprement dite.*

On commence par préparer une dissolution de nitrate acide de mercure. D'Arcet sentant combien était dangereux le procédé employé par la plupart des doreurs pour

(1) Voir, pour plus de détails sur le décapage, un des chapitres de la seconde partie.

faire cette dissolution, a donné la préférence à celle qui est saturée et très-étendue. Le succès a répondu à son attente. Voici, en conséquence, les divers procédés qu'il a indiqués :

On introduit dans un matras 100 grammes de mercure, et 110 grammes d'acide nitrique pur à 36 degrés; on place ce matras sous le manteau de la forge, au lieu où le courant d'air se trouve être le plus fort; on l'y laisse jusqu'à ce que l'acide nitrique ait dissous tout le mercure; alors on verse la dissolution dans une bouteille bien propre, on y ajoute 5 kil. 500 grammes d'eau distillée, et l'on agite. Enfin, on bouche la bouteille afin de s'en servir au besoin. Cette dissolution ne s'emploie que pour donner un premier *buis*. Lorsqu'on veut donner un second *buis*, on la rend plus forte, en y ajoutant quelques gouttes d'acide nitrique pur. On sait que les ouvriers appellent *buis* les applications successives d'amalgame. Ainsi, ils disent *faire un, deux, trois, quatre buis*, pour dire « dorer une pièce une, deux, trois, quatre fois », c'est-à-dire y appliquer autant de couches d'amalgame.

Pour appliquer l'amalgame, on l'étale, soit dans un plat de terre, soit sur une *pierre à dorer*, c'est-à-dire sur une plaque de terre cuite non émaillée, ou une pierre dure ordinaire ayant la forme d'un évier. Prenant alors un gratte-bosse, on le trempe dans de l'acide nitrique étendu d'eau, ou bien dans la dissolution mercurielle dont nous avons parlé; ensuite, on l'appuie sur l'amalgame, puis on étend ce dernier avec beaucoup de soin sur le bronze à dorer. Cela fait, on trempe de nouveau le gratte-bosse dans l'acide ou la dissolution mercurielle, et dans l'amalgame, si on le juge convenable. L'ouvrier habile règle ces opérations suivant le but qu'on se propose. Dès que ces travaux sont terminés, on lave bien; on sèche et on expose la pièce au feu pour volatiliser le mercure.

Si cette première couche ne paraît pas suffisante à l'ouvrier, il en met une seconde de la même manière.

Nous conseillons aux ouvriers de s'abstenir de faire usage de l'acide nitrique pur; il vaut cent fois mieux recourir à l'application de l'amalgame au moyen de la dissolution mercurielle. Il faut surtout éviter la respiration et le contact des gaz et des vapeurs mercurielles. Nous leur recommanderons en même temps l'usage constant de gants de vessie ou de taffetas ciré.

Quand la pièce a passé par toutes ces opérations, et que l'amalgame y est appliqué avec soin, on procède à la volatilisation du mercure. Pour cela, on expose cette pièce, sur des charbons allumés, à une chaleur dont le degré varie suivant l'épaisseur et le volume qu'elle présente : cette température doit être graduée. Quand on a retourné la pièce et qu'elle a été suffisamment chauffée pour que le mercure ait été volatilisé, on la retire au moyen de la pince à longues branches, dite *moustache* (fig. 12), ayant la main recouverte d'un gant de peau matelassé en dessous (fig. 17), et l'on a soin de la frotter en tous sens et de la frapper doucement au moyen d'une brosse à longs poils (fig. 7), afin d'étendre également la couche d'amalgame. Alors on la remet au feu jusqu'à ce que le mercure, qui reste encore adhérent à l'amalgame, soit tout à fait volatilisé. Pour en être certain, on jette une goutte d'eau sur la pièce et on reconnaît qu'il n'y a plus de mercure au bruit que cette goutte fait et au temps qu'elle emploie pour se volatiliser. A ce moment le doreur examine avec soin la pièce afin de réparer les inégalités de dorure pure de l'amalgame; s'il veut une dorure plus forte, il la recouvre encore d'amalgame.

Quand le mercure est totalement volatilisé, on lave la pièce et on la nettoie en frottant avec un gratte-bosse trempé dans de l'eau acidulée par le vinaigre. On lave à plusieurs eaux, et on la fait sécher à la *motte*. Si la pièce

doit avoir des parties les unes brunies, et les autres au mat, on frotte les premières avec du blanc d'Espagne, de la cassonade et de la gomme arabique dissoute dans l'eau : c'est ce que les ouvriers nomment *épargner*.

Lorsque le doreur a *épargné* les *brunis*, il fait sécher la pièce et la soumet à une température telle que le peu de mercure qui peut y exister encore soit parfaitement volatilisé; ce point lui est annoncé par la couleur qu'acquiert la pièce, ainsi que par la nuance d'un noirâtre que communiquent à l'*épargne*, la cassonade et la gomme qui commencent à se charbonner. Parvenu à ce point, le doreur laisse un peu refroidir sa pièce, et la passe aussitôt au mat.

Lorsque la pièce doit être totalement brunie, on supprime l'opération de l'*épargne* et on fait revenir la pièce, puis, tandis qu'elle est encore un peu chaude, on la plonge dans de l'acide sulfurique étendu d'eau. On la lave ensuite, on la sèche et on lui donne le bruni (1).

4° *Dangers de la dorure au mercure.*

Dans les diverses opérations qui précèdent, le mercure, soit à l'état liquide, soit à l'état pâteux, soit enfin à l'état de vapeur, entoure constamment l'ouvrier qui, respirant ce métal par tous les pores, ne tarde pas à en éprouver les terribles effets. Les doreurs sont encore exposés, quand ils procèdent au décapage, à l'action des vapeurs nitreuses, qui causent de la sécheresse, de la toux, de l'irritation de la poitrine, souvent du crachement de sang.

« La principale maladie qui affecte les doreurs, dit le docteur Mérat, est le *tremblement* dit *des doreurs*, et que je préfère appeler *mercuriel*, parce que le mercure en est seul

(1) Voir, sur le brunissage, les épargnes, etc., un des chapitres de la seconde partie.

la cause. Les autres inconvénients qu'ils éprouvent sont passagers; cependant les vapeurs acides qu'ils respirent dans le *dérochage* sont fort insalubres et attaquent la poitrine de beaucoup de ces ouvriers, surtout de ceux qui l'ont délicate; elles causent de la toux, de l'irritation à la gorge et de la sécheresse aux poumons; en un mot, elles peuvent être plus nuisibles encore que les vapeurs mercurielles, quoiqu'elles effraient moins ces artisans. On devrait, autant que possible, dérocher en plein air, ou au moins dans un endroit isolé des autres ouvriers qui dorent ou brunissent les pièces dorées; car, lorsqu'il y a communication, tous respirent ces vapeurs et tous en sont fâcheusement affectés.

« Les causes uniques des tremblements des doreurs sont donc le mercure, mais surtout le mercure en vapeur; il ne s'agit que de s'en préserver pour n'en être pas atteint, et c'est en cela que le procédé de D'Arcet est admirable. Cependant, le mercure en substance peut causer, quoique bien plus rarement, le tremblement; mais jamais il n'est aussi intense que celui des doreurs.

« Le tremblement mercuriel s'observe plus fréquemment en hiver qu'en été, parce qu'alors les ouvriers ferment leurs ateliers, et qu'alors des vapeurs sans issue circulent constamment autour d'eux. Les passions vives semblent avoir de l'influence sur la production du tremblement mercuriel; on voit les ouvriers qui se livrent à la colère être atteints de nouvelles attaques de tremblement, qu'ils n'eussent peut-être pas éprouvées sans cela. Il paraît que les vapeurs mercurielles irritent le système nerveux et le rendent plus facile à émouvoir. Au surplus, il y a des gens qui travaillent toute leur vie dans la profession de doreurs sur métaux, sans être atteints du tremblement, tandis que d'autres en sont affectés au bout de quelques mois seulement. Nous donnons toujours à ceux-ci le conseil de ne pas s'opiniâtrer à continuer un état

qu'ils seront forcés de quitter une seconde fois pour se soigner, et qui pourrait compromettre gravement leur santé. Une fois qu'on a été atteint du tremblement des doreurs, on est bien plus disposé à en avoir d'autres attaques; elles deviennent d'autant plus à récidiver qu'elles sont plus nombreuses et plus longues. Alors il est indispensable de renoncer à cette profession, à laquelle d'ailleurs on devient incapable de se livrer.

« Cette maladie se guérit quelquefois spontanément, et par la seule précaution de cesser le travail; mais cela demande beaucoup de temps. A l'hospice de la *Charité*, l'on commence le traitement par une tisane sudorifique de salsepareille, de gayac et de sassafras; on met 30 grammes de l'un ou de l'autre par litre, mais préférablement du premier. On donne cette boisson tous les jours pendant la durée du traitement; le soir on prescrit 4 ou 8 grammes d'extrait de genièvre ou de thériaque. Ce dernier moyen vaut mieux, à cause de l'opium qu'il contient. Si le tremblement est fort, on donne une potion anti-spasmodique, composée avec 60 grammes d'infusion de fleurs de tilleul, 30 grammes d'eau de menthe, et 18 gouttes de laudanum liquide de Sydenham, une cuillerée à bouche chaque deux heures, et l'on continue. Quand la langue est pâteuse, que le malade a peu d'appétit, on rend sa tisane laxative par 8 grammes de séné par litre, etc. Les bains chauds joints à ces moyens sont d'une grande efficacité; aussi en fait-on usage.

« En ville, j'emploie la même méthode; seulement, je varie les médicaments et j'en ajoute de plus efficaces, tels que les pilules de 15 à 30 milligrammes de musc dans 1 décagramme d'extrait de valériane, les potions éthérées, etc. J'insiste sur l'exercice au grand air, qu'ils aillent à la campagne, s'il est possible, enfin qu'ils ne rentrent pas dans les ateliers; il est inutile d'ajouter que le traitement du tremblement doit être modifié selon la constitu-

tion des sujets et les phénomènes morbifiques qui se présentent.

« La nourriture des malades doit être proportionnée à leur appétit, et composée d'aliments sains ; on peut leur permettre un peu de vin. Il faut changer souvent le linge, et entretenir la plus grande propreté du corps, car j'ai toujours vu que les personnes sales étaient plus fréquemment atteintes du tremblement que celles qui se soignaient.

« L'invasion du tremblement mercuriel est quelquefois subite : le plus souvent pourtant, elle a lieu graduellement : d'abord le malade a les bras moins sûrs, ils vacillent, puis ils sont agités ; enfin ils tremblent. Ce tremblement acquiert une intensité plus ou moins grande, selon que celui qui en est atteint continue ou non son travail. S'il s'opiniâtre à le faire, le tremblement devient général, et en quelque sorte convulsif. Le malade est alors dans l'impossibilité de remplir avec intégrité les fonctions qui exigent une certaine force musculaire. Bientôt des symptômes plus graves forcent les doreurs de quitter tout travail et de songer à leur guérison ; tels sont : la perte de la connaissance momentanée, l'insomnie, le délire, etc.

« Les phénomènes autres que le tremblement sont ceux-ci : le malade a la figure d'une teinte bise assez remarquable ; elle est parfois animée, d'autres fois languissante. Le corps participe toujours de la teinte du visage, mais il n'est que peu ou point amaigri, à moins que la maladie ne soit ancienne. La peau est généralement un peu sèche, et quelquefois un peu chaude. La respiration est naturelle, le ventre en bon état ; les évacuations alvines et urinaires sont comme en bonne santé. Cependant l'appétit diminue quand le tremblement acquiert de l'intensité ; il peut même être nul, s'il est très-fort. Le pouls est en général très-lent, fort et rare quelquefois : c'est

celui de presque toutes les personnes qui travaillent aux métaux.

« Le symptôme le plus remarquable, celui qui constitue pour ainsi dire toutes les maladies, est le tremblement qui a quelque chose de *convulsif ;* les contractions musculaires qui le constituent se font avec une promptitude étonnante, mais non en un seul temps.

« La marche de cette maladie est fort simple, et sa durée est ordinairement longue : il reste même un léger tremblement aux malades qui se disent guéris, mais qui cependant ne peut avoir de suites sérieuses. »

5°. *Assainissement de la dorure au mercure.*

Au commencement de ce siècle, un industriel parisien, M. Ravrio, fabricant de bronzes dorés, mit à la disposition de l'Académie des sciences une somme de 3,000 fr. pour être donnée à celui qui trouverait le moyen de garantir les ouvriers doreurs de l'insalubrité de leur profession. Le chimiste D'Arcet découvrit qu'il suffisait, pour résoudre le problème, d'établir dans les ateliers une ventilation énergique, qui enlèverait les vapeurs mercurielles ou acides à mesure qu'elles se formeraient. Il exposa ses idées dans un Mémoire, qui lui valut le prix, et dans lequel il décrivit minutieusement les dispositions qu'il convenait d'adopter pour obtenir les résultats les plus satisfaisants. Nous allons reproduire, partie textuellement, partie en analyse, les passages les plus importants du travail de l'illustre chimiste.

A. *Dispositions recommandées par* D'Arcet.

Le local destiné à servir d'atelier au doreur doit être choisi vaste, bien aéré, parfaitement éclairé et exposé au nord.

La cheminée doit être large, avec tuyau de 5 à 6

mètres de hauteur pour obtenir un bon tirage, sans recevoir dans la hauteur ni tuyaux de poêle ni de cheminée; en un mot, elle doit être uniquement consacrée au doreur. On sait que ce qu'on appelle *tirage d'une cheminée*, est l'effet que produit l'ascension de l'air dans le tuyau de cette même cheminée; pour arriver à ce résultat, la colonne d'air qui remplit le tuyau de la cheminée doit être échauffée convenablement; cet air se trouvant alors plus léger, tend à s'élever, parce qu'il est poussé par l'air extérieur qui, étant plus dense, l'en chasse, et en est chassé à son tour lui-même par l'air de dehors qui y arrive ainsi de suite.

Personne n'ignore que lorsque les cheminées fument, on ouvre les portes ou les croisées pour faire dissiper la fumée; ce moyen remplit la chambre d'une trop grande masse d'air qui donne lieu à des courants irréguliers, lesquels produisent quelquefois l'effet contraire de celui qu'on en attendait. Il vaut beaucoup mieux ménager un vasistas à soufflet en haut de chacune des croisées de l'atelier; l'air qui y arrive par ce moyen se mêle avec l'air du plafond, qui est le plus chaud, sans abaisser la température de la partie inférieure de l'atelier.

Ces précautions prises, on doit construire sous la forge un petit fourneau dit d'*appel*, servant, pour ainsi dire, de *gouvernail* pour tout l'appareil. Ce n'est que lorsque la forge tire mal qu'on doit l'allumer; il vaut mieux cependant l'allumer constamment, et utiliser le combustible qu'on y brûle, en le plaçant de manière à pouvoir en faire usage pour chauffer le poêlon au *mat*, etc.

Nous devons faire observer que le principal objet étant d'échauffer l'air du tuyau de la cheminée, les parois du fourneau d'appel doivent se trouver suffisamment épaisses, afin de conserver toute sa chaleur à l'air et à la fumée qui y sont contenus. Cette cheminée doit donc être con-

struite en briques jusqu'à une certaine hauteur, et se terminer par un tuyau en tôle de 10 à 12 centimètres de diamètre, afin de pouvoir diminuer le moins qu'il sera possible l'ouverture de la cheminée de la forge. Quant au tuyau en tôle, il doit monter dans la grande cheminée jusqu'à 2 mètres au-dessus du plafond de l'atelier, comme on le voit fig. 1 et 4. Il doit être construit de manière à y brûler du charbon de terre, et être placé en dehors de la forge, comme le montrent les fig. 1, 2, 4.

Il est évident, d'après ce que nous venons d'exposer, que le poêle d'un atelier de doreur, en admettant qu'il soit assez grand et qu'il soit muni d'excellentes bouches de chaleur, peut, durant l'hiver, tenir lieu de vasistas et de fourneau d'appel; car le tirage de la cheminée peut fort bien se trouver établi par le tuyau du poêle qui, dans ce cas, est engagé dans le tuyau de la cheminée, et s'y terminer par un coude, ainsi qu'on peut le voir fig. 3 *a*.

Il est bien démontré que le tirage de la forge doit être d'autant plus grand à son ouverture, lieu où l'ouvrier opère, que cette même ouverture est plus petite, eu égard à la largeur qu'a le tuyau de la cheminée. On peut la rendre plus étroite, ainsi qu'on le remarque en *j*, *j*, *j*, fig. 1. On doit garnir l'ouverture de la forge, de rideaux en toile qui en ferment l'ouverture où l'on ne travaille pas, ce qui donne plus d'activité au courant d'air du côté de la forge où l'on travaille. (Voyez en *h*, *h*, *h*, fig. 1).

Il n'a été question encore de cette forge que sous le point de vue du courant d'air qu'on doit y établir; il est nécessaire maintenant de faire connaître sa distribution, car le doreur doit, sous le manteau de cette cheminée, pratiquer les diverses opérations réputées insalubres. Elle est divisée en cases, afin de faciliter les moyens d'y faire simultanément plusieurs de ces opérations. Ainsi, un e forge complète de doreur se compose de six co mpar-

timents séparés, quoique communiquant avec la cheminée principale. On peut voir (fig. 1, 2 et 4) l'élévation et deux coupes d'une de ces forges complètes.

Venons maintenant au travail du doreur : après avoir ouvert, le matin, le vasistas, et essayé si la forge tire bien, il fait recuire les pièces en bronze sous le manteau de la forge en *b*, fig. 1, 2 et 4. Les vapeurs malfaisantes qui sont produites par cette opération, sont entraînées dans la cheminée générale, par le courant que le fourneau d'appel y produit, et que l'on peut rendre plus actif en mettant plus de feu dans ce fourneau d'appel, ou bien en fermant totalement ou en partie l'ouverture de la forge *b* par le rideau en toile *h*.

Quand l'opération du recuit est finie, on déroche les pièces en les immergeant dans le baquet plein d'acide sulfurique faible dit *eau seconde*, lequel baquet se voit en *d*, fig. 1 et 4, sous la paillasse de la forge à recuire. Les vapeurs malfaisantes qui sont produites par le même recuit s'élèvent par la petite cheminée *c*, traversent la forge *b*, et se rendent dans la grande cheminée. Les pièces qui ont été dérochées doivent ensuite être ce qu'on appelle *blanchies*, ce qui consiste à les frotter sous la forge *b* avec le mélange dont nous avons déjà parlé, lequel se compose d'acide nitrique, d'hydrochlorate de soude (sel) et de suie.

C'est également sous la forge *b* que la dissolution mercurielle doit être faite, ainsi que l'amalgame et toutes les opérations réputées insalubres.

Avant de faire son amalgame, toujours sous le manteau de la forge à *passer*, en *a*, l'ouvrier doit s'assurer du tirage de cette forge. Il place d'abord le creuset pour l'amalgame, au milieu de la paillasse de cette même forge et y remue bien l'or et le mercure au moyen de la tige de fer (fig. 16), comme nous l'avons déjà dit. Cette opération étant terminée, et l'amalgame lavé et passé à travers

la peau de chamois, le doreur ne doit appliquer l'amalgame qu'après avoir fait usage de la dissolution mercurielle; son emploi se fait sur une table qui doit être surmontée d'une hotte en osier, doublée de papier et communiquant, au moyen d'un tuyau coudé, avec la grande cheminée, tel qu'il est en *a*, fig. 3. Le tirage de la forge étant bien reconnu, le doreur y porte la pièce en *a*, afin de la passer au feu et d'en opérer la volatilisation du mercure, en la brossant avec soin, en faisant attention de la faire aller de gauche à droite, et de droite à gauche, et jamais devant lui, afin d'éviter les exhalaisons mercurielles qu'elle lui enverrait sans cette précaution. Cela étant fini, le doreur laisse refroidir les pièces sous le manteau de la *forge à passer*, en ayant soin de les couvrir de papier, afin qu'aucune goutte de mercure ne puisse tomber dessus. Alors l'ouvrier doit avoir la précaution de se laver la figure, la bouche, les mains, et surtout de ne manger ni boire tant que dure cette opération, l'une des plus meurtrières de la dorure.

La mise au *mat* est une opération également dangereuse. Après s'être assuré que la forge tire bien, cette mise au *mat* se fait en *m*, au fourneau *g*. Le fourneau d'appel est employé pour chauffer le poêlon au mat. Il se dégage, pendant qu'on opère ainsi, quelques vapeurs qui peuvent devenir malfaisantes quand le doreur plonge dans l'eau les pièces qu'il retire du fourneau destiné au mat. Aussi le tonneau qui sert à cette opération, doit être placé sous la cheminée de la forge, comme on peut le voir en *i*, fig. 1, 2, 4.

D'après les travaux de D'Arcet, il est bien reconnu que plus la forge tire bien, plus les dangers des ouvriers diminuent. Les précautions que nous venons d'indiquer doivent également être prises lorsqu'on met en *or moulu*, en *or couleur rouge*, etc.

Après la mise au mat, on fait chauffer les pièces, on

les plonge dans l'eau seconde tant pour en enlever l'*épargne* qui peut y rester, que pour les bien nettoyer. Après cela, elles sont lavées à l'eau chaude, et on les fait sécher sur un réchaud qui se trouve plein de charbon allumé, ou mieux dans une étuve. Au reste, nous recommandons fortement de consulter l'ouvrage de D'Arcet sur ces points importants.

Pour plus de clarté, nous allons donner la description détaillée d'une forge de doreur complète.

Description d'une forge de doreur, d'après D'Arcet.

Fig. 1, élévation vue de face.

p, fourneau d'appel, servant en même temps à chauffer le poêlon au mat.

f, cendrier de ce fourneau.

n, *t*, cheminée de ce fourneau, construite en briques jusqu'au rétrécissement de la grande cheminée *s s* de la forge, et qui se termine par un tuyau de tôle montant à 2 ou 3 mètres au-dessus de ce rétrécissement.

o, forge à recuire les pièces de bronze. On peut aussi y dérocher à blanc les pièces dérochées à l'eau seconde, y faire sécher les pièces de bronze doré, etc.

c, cheminée qui établit une communication entre la forge à recuire *b* et l'espace *d* qui est au-dessous de cette forge. Cette cheminée est destinée à conduire les vapeurs nuisibles du dérochage dans la grande cheminée de l'atelier. On peut voir la manière dont elle est placée en *c* (fig. 2).

u, baquet à dérocher.

a, *forge à passer*.

r, plateaux *aux brossures*.

ϵ, *e*, charbonniers.

o, forge à mettre *au mat*.

g, fourneau à mettre *au mat*.

m, ouverture réservée dans le bas de la cheminée ou fourneau d'appel. On s'en sert pour introduire le col du ballon dans lequel on prépare la dissolution mercurielle, et pour porter plus vite dans le haut de la cheminée les vapeurs malfaisantes qui se dégagent, etc.

i, tonneau où plongent les pièces de bronze dorées qu'on veut mettre *au mat*.

j, *j*, *j*, châssis garnis de carreaux de verre servant à rétrécir l'ouverture des forges, sans empêcher cependant d'y voir clair. On peut le rendre fixe ou mobile, à volonté.

h, *h*, rideaux en grosse toile destinés à fermer à volonté, en tout ou en partie, une ou plusieurs des forges, afin de rendre le courant d'air plus actif aux points où ils ne sont point tirés.

Fig. 2. Plan de la même forge de doreur.

c, cheminée servant à conduire les vapeurs du baquet à dérocher, dans la forge à recuire.

q, ouverture pratiquée au-dessus du fourneau d'appel, et servant à chauffer le poêlon *au mat*.

g, plan du fourneau où les pièces dorées se mettent *au mat*.

Fig. 4. Coupe verticale de la même forge.

Cette coupe sert à indiquer distinctement la manière dont les quatre compartiments de la forge générale sont disposés.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les fig. 1, 2 et 4.

Fig. 3. Coupe d'un tuyau de cheminée ordinaire, à tuyau de tôle coudé et tel qu'on doit l'employer.

B. *Disposition de* J.-N. MULLER.

A une époque plus rapprochée de nous, M. J.-N. Muller a imaginé une *forge de doreur*, qu'il a décrite de la manière suivante :

« Le caractère distinctif de cette nouvelle forge, dit-il, a pour objet de recueillir par la condensation le mercure qui s'évapore.

« Le résultat de cette condensation est une économie de ce métal et même de dorure qui s'y trouve mélangée; mais, avant tout, ce que j'ai eu en vue, c'est de garantir les ouvriers doreurs du contact de l'évaporation mercurielle.

« J'ai apporté dans l'ensemble de cette forge et dans ses accessoires certaines améliorations qui complètent cet appareil.

« Ainsi, je dispose sur le foyer mobile en tôle C plusieurs vases S (fig. 26 de la pl.), contenant de l'eau et destinés à former de la vapeur propre à la condensation de l'évaporation.

« Cette vapeur, qui constitue, à l'état moite, l'air renfermé dans la hotte G, lequel air se renouvelle constamment par le tuyau à ventouse T, représenté dans l'élévation et la coupe de la forge (fig. 25 et 26), peut provenir d'un générateur unique d'une capacité déterminée, et être formée par un foyer indépendant.

« J'obtiens la fusion du métal dans un foyer-cornue M (fig. 26).

« Cet appareil, qui se place sur la table en fonte A, porte son foyer intérieurement, ainsi que le creuset qui contient le métal à fondre; il se termine à la partie supérieure par un cou-de-cygne qui vient plonger dans l'un des bassins, lequel contient de l'eau et reçoit le résultat de l'évaporation métallique (fig. 21).

« J'ai augmenté le nombre des bassins N, destinés à recueillir et à condenser le mercure évaporé.

« D'autres bassins *s*, *s*, sont disséminés à diverses hauteurs à l'intérieur de la hotte, pour recueillir également l'évaporation mercurielle.

« Dans ces bassins, plongent des toitures angulaires *u*

en verre d'une seule glace, et c'est contre ces toitures, qui sont, par la couche de vapeur, à l'état moite, que se dépose le résultat de la condensation mercurielle, car l'humidité est très-propre à attirer les vapeurs du mercure pour les condenser, et permettre, par suite de cette condensation, de recueillir le mercure et même la partie de la dorure qui s'est volatilisée.

« D'autres glaces inclinées *u'* (fig. 26) sont destinées au même objet.

« Ces appareils accessoires, propres à recueillir l'évaporation du mercure, assainissent en même temps l'intérieur des cheminées, dont le nettoyage était un vrai danger pour les ramoneurs.

« J'ai disposé, comme le fait voir la coupe verticale (fig. 26), un fourneau à fondre, avec appel d'air obtenu par un tuyau additionnel P qui active très-favorablement la combustion.

« Le fourneau portatif intérieur M', analogue au fourneau dessiné fig. 24, se termine également par un bec-de-cygne qui conduit l'évaporation dans un vase à eau pour la condenser et la recueillir.

« Ce fourneau M' est une cornue sans foyer intérieur, mais contenant soit le métal à fondre, soit les cendres ou les lavures.

« La cornue à foyer M (fig. 21) porte au-dessus du creuset, mais à l'extérieur, un abat-jour destiné encore à recueillir l'évaporation au moment où on sort le creuset; cet abat-jour est une espèce de hotte *g*, qui est correspondante au cou-de-cygne.

« Fig. 22, sébile en fer battu et à rebord intérieur plus favorable que les sébiles en bois.

« Fig. 23, pierre avivoire que je surmonte d'une plaque de tôle percée de trous.

« Par cette nouvelle disposition, il existe constamment une couche d'eau entre cette plaque et la pierre, pour

recevoir le résultat de l'évaporation mercurielle et de l'acide nitrique ; de cette manière, l'évaporation, au lieu de se dégager et de rester à l'état sec, grippée contre la pierre, se condense, et l'ouvrier n'a plus à craindre d'exhalaisons dangereuses. »

C. *Procédé* H. Dufresne.

Dans ces derniers temps, M. H. Dufresne a essayé de rendre le travail au mercure tout à fait inoffensif par des moyens différents de ceux de D'Arcet et de Muller. A cet effet, le 2 avril 1867, il a soumis à l'Académie des sciences une Note que nous allons reproduire en entier.

« Les procédés ordinaires de dorure au mercure entraînent, comme tout le monde le sait, des effets désastreux pour la santé des ouvriers.

« Les moyens galvaniques suppriment ces accidents, et comme ils permettent d'étendre sur le cuivre des couches très-minces d'or ou d'argent, ils sont devenus d'un usage d'autant plus général qu'ils procurent une décoration peu dispendieuse.

« Cette décoration est suffisamment durable pour la plupart des cas. Toutefois, quand il s'agit de pièces qui sont destinées à un usage fréquent ou dont la valeur est rehaussée par la main de l'artiste et du ciseleur, il est nécessaire de revenir à l'emploi du mercure, afin de les recouvrir de couches d'or ou d'argent assez épaisses et assez adhérentes pour que la solidité puisse défier le temps. C'est dans ce but que j'ai présenté, il y a quelques années, au jugement de l'Académie, des procédés de dorure et de damasquinure pour lesquels j'ai pris des brevets d'invention, uniquement pour conserver ces procédés à l'art, et les empêcher de se vulgariser au profit d'une ornementation mercantile et sans goût.

« La méthode nouvelle de dorure et d'argenture que

je soumets aujourd'hui à l'appréciation de l'Institut, met la santé des ouvriers à l'abri de tout danger, bien que le mercure en soit l'élément essentiel et en assure la solidité. Je ne veux faire cette fois aucune réserve de propriété personnelle, trop heureux si l'emploi de mon procédé peut préserver en tous pays les ouvriers qui travaillent les matières d'or et d'argent.

« Les anciennes méthodes, malgré le grand progrès apporté par M. D'Arcet, qui indiqua le premier l'emploi des forges à grand tirage et à châssis vitré, laissaient subsister un grave péril, celui qui provient de l'absorption des sels mercuriels par la peau. Les ouvriers qui dorent le cuivre et le bronze sont obligés d'amalgamer les pièces avant de les charger de la pâte de mercure et d'or; pour cela, ils les recouvrent à l'aide de la gratte-boësse, d'un nitrate de mercure très-acide, qu'on appelle *gaz* en terme d'atelier. Ce travail, long et difficile, fait pénétrer sur les mains et surtout sous les ongles des quantités notables du sel vénéneux, lequel produit, avec le temps, les perturbations les plus funestes : le tremblement néphrétique, l'altération de la vue, l'affaiblissement de la pensée, etc.

« Lorsqu'ils opèrent sur l'argent, les doreurs au mercure, de même que les doreurs à la pile, ne peuvent employer le nitrate de mercure, qui entraînerait l'altération des pièces par la formation du nitrate d'argent. Mais le procédé auquel ils ont recours cause à leur santé des dommages aussi graves, bien que d'une autre nature. Voici comment ils opèrent : un brasier très-ardent est allumé; l'ouvrier, les bras nus pour ne pas brûler ses vêtements, les mains garnies de gants, qui, le plus souvent, sont déjà saturés de produits mercuriels, tient la pièce à dorer dans la main gauche et la fait chauffer autant que possible; en même temps, avec la main droite, il étale sur la pièce la pâte de mercure et d'or, et il opère

une friction énergique qui doit se prolonger souvent des journées entières. Le manteau de verre est, la plupart du temps, enlevé de la forge, afin que le doreur puisse facilement distinguer les parties rebelles à l'amalgame, et il faut quelquefois plus d'une heure pour faire prendre le mercure, même sur un objet de petite dimension. Cependant l'ouvrier, dont les pores sont ouverts par la transpiration, est exposé aux vapeurs du mercure si la forge tire mal, ou à un refroidissement subit si elle tire bien. Les hommes de la constitution la plus robuste succombent rapidement à un pareil travail ; presque tous sont atteints de tremblement néphrétique.

« Le doreur sur cuivre peut résister assez longtemps, mais le doreur sur argent est rapidement victime de sa profession.

« Pour remédier à ces inconvénients, tout en conservant à la dorure sur métaux la solidité que l'emploi du mercure peut seul lui donner, voici la méthode que je propose : pour le cuivre comme pour l'argent, je repousse l'emploi du nitrate de mercure acide appelé *gaz* par les doreurs.

« Je prends les pièces à peine décapées et rincées, je les attache au pôle positif de la pile, et je les plonge dans un bain de sel mercuriel rendu complétement basique. Pour former ce bain, je neutralise le nitrate de mercure acide par le phosphate et le carbonate de soude, puis j'ajoute du cyanure de potassium comme s'il s'agissait d'un bain d'or.

« La pièce se couvre d'une couche épaisse de mercure. Je l'immerge alors dans un bain d'or ou dans un bain d'argent le plus riche possible, sans la détacher du conducteur. Lorsque la couche galvanique est suffisamment épaisse, je la plonge une seconde fois dans la solution mercurielle ; sous l'influence du courant galvanique, elle se couvre encore une fois de mercure. On lave ensuite la

pièce et on la porte à la forge, où on l'abandonne à elle-même après avoir fermé le manteau de verre jusqu'en bas. L'ouvrier peut alors se retirer; la vaporisation du mercure s'opère en son absence. Il n'a pas besoin dans toute cette opération, ni de toucher la pièce, ni de la brosser.

« On obtient ainsi des objets dorés ou argentés qu'il est impossible de distinguer, soit pour la solidité, soit par l'aspect, de ceux qui ont été traités par les vieilles méthodes, car c'est une véritable dorure au mercure qu'on a opérée, et l'opération s'est faite sans danger pour l'ouvrier. On obtient à volonté le mat, le bruni, le vert, le rosé, tous les effets de la dorure au mercure, et tous ceux de la dorure à la pile. On peut avoir sur la même pièce des parties de bronze, d'argent et d'or, car les épargnes sont aussi faciles que pour la dorure électrique, tandis qu'avec les vieilles méthodes, pour soustraire à l'amalgame des parties réservées, il était nécessaire de les protéger par d'épaisses couches successives de colle et de blanc d'Espagne, ce qui rendait impossible la production des détails très-fins.

« Enfin, dans le cas où l'on voudrait recourir aux anciennes méthodes, l'amalgamation par la pile et les bains basiques constitueraient encore un grand progrès et réaliseraient une économie de temps et d'argent. »

Observations sur ce procédé.

Quelques jours après la communication qui précède, MM. Christofle et H. Bouilhet présentèrent, sur le nouveau procédé de dorure, les observations suivantes, que nous croyons devoir reproduire.

« Nous demandons la permission de présenter à l'Académie quelques observations à ce sujet, et de revendiquer pour M. Christofle, notre père et oncle, la priorité

de cette idée, tout en faisant nos réserves sur la généralisation qui pourrait être faite de cette méthode, sur ses avantages et ses inconvénients. Nous regrettons de différer, sur ce point, avec M. H. Dufresne, dont nous estimons le caractère et le talent; mais notre expérience personnelle nous fait un devoir de ne pas laisser égarer l'opinion sur la nature et l'origine de ce procédé.

« En 1860, nous avons, dans une occasion spéciale et pour satisfaire à un marché qui nous obligeait à exécuter la dorure mate au feu, dû chercher le procédé qui pouvait éviter à nos ouvriers l'emploi pernicieux du mercure, et c'est dans l'usage simultané de deux méthodes que M. Ch. Christofle avait pensé trouver et avait trouvé la solution du problème.

« Nous amalgamions à la pile, en employant, il est vrai, une solution acide de mercure, et non une solution basique, comme celle qu'emploie M. Dufresne, mais le résultat était le même; nous disposions à la pile la quantité d'or nécessaire, et, par une nouvelle amalgamation à la pile, nous mettions la pièce dorée dans les conditions de l'ancienne dorure au mercure. Les pièces étaient évaporées ensuite à la forge, et finies par les moyens ordinaires. 12,000 grammes d'or ont été déposés à cette époque par ce procédé.

« Nous prouverions, s'il en était besoin, par nos livres de laboratoire et par le témoignage des ouvriers qui l'ont pratiqué, que ce procédé n'est donc pas nouveau, qu'il a été employé par nous avec succès non-seulement en 1869, mais encore il y a deux mois pour exécuter un surtout doré mat et vermeil, appartenant à l'Empereur, et qui figure en ce moment à l'Exposition universelle.

« Si ce procédé peut donner de très-bons résultats, point sur lequel nous sommes d'accord avec Dufresne, nous pensons que l'évaporation du mercure, à la forge, évaporation la plus dangereuse pour l'ouvrier qui la

pratique, ne peut se faire sans son concours actif. Il s'ensuit donc que l'ouvrier est exposé au danger dans les conditions les plus mauvaises, puisque c'est alors que le mercure est réduit en vapeur et que sa présence est le plus nécessaire.

« Nous regretterions donc, au point de vue de l'hygiène, de voir se propager une méthode dangereuse pour celui qui l'emploie, et sans profit pour l'art et le public; car nous pensons, et vingt-cinq années d'expérience nous l'ont prouvé, que, lorsqu'on a appliqué par voie électrochimique une quantité d'or suffisante, une pièce dorée par ce procédé peut avoir autant de durée qu'une pièce dorée au mercure.

« Il est un fait malheureusement vrai, c'est que l'on voit aujourd'hui bien des dorures qui se ternissent ou qui disparaissent rapidement. La faute n'en est pas au procédé, mais à ceux qui, usant des avantages qu'il présente, cherchent tous les moyens de mettre le moins d'or possible pour produire l'effet le plus grand.

« Quant à l'argenture par des moyens analogues, nous avouons n'avoir pas même pensé à employer ce procédé mixte; d'abord, parce qu'il ne correspond à aucune nécessité artistique, ensuite parce que l'argenture par l'amalgame ne s'est pas pratiquée d'une manière suivie, et que tous ceux qui ont employé les procédés galvaniques sont convaincus de leur perfection, de leur économie et de la durée des objets argentés, lorsque la couche d'argent est proportionnelle à l'usage qu'ils doivent avoir.

« Nous croyons donc que ce procédé ne réaliserait pas un progrès sur la dorure et l'argenture galvanique, et surtout ne présenterait aucune économie. Il pourrait, dans quelques cas spéciaux, offrir un avantage pour obtenir certains tons d'or mat; mais, si M. Dufresne avait eu comme nous à déposer, par ce procédé, 12,000 grammes

d'or, il comprendrait bien vite combien il serait nuisible de généraliser une telle pratique. »

§ 2. DORURE AU TREMPÉ.

Le principe de la **dorure au trempé** ou **dorure par immersion** est celui de l'action des métaux sur les dissolutions salines.

Toutes les fois, en effet, qu'on plonge dans une dissolution métallique saline une lame d'un métal plus oxydable que le métal qui a servi à former cette dissolution, une partie du métal plongé se dissout, tandis qu'une partie correspondante du métal de la dissolution se réduit et se dépose sur la lame plongée. Mais on comprend, par cela même, que la couche ainsi déposée ne peut être bien épaisse, parce que le dépôt étant uniquement dû à l'action du métal plongé sur la dissolution, il doit cesser aussitôt qu'il recouvre parfaitement la surface entière de ce métal.

Cette dorure s'effectue en immergeant les objets dans des *bains* ou liqueurs qui renferment l'or à l'état de sel double de protoxyde de ce métal. Elle est facile à pratiquer, mais elle a le défaut de manquer de solidité, parce que, par la raison que nous venons de dire, il est impossible de donner à la couche déposée une épaisseur assez grande pour résister aux agents ordinaires de destruction. Aussi, ne l'emploie-t-on généralement que pour les objets de peu de valeur, tels, par exemple, que ceux de cuivre, de laiton, de bronze ou de maillechort, qui constituent la bijouterie en faux. Quelquefois, cependant, on l'applique à l'argent.

On a cherché, à diverses reprises, à comparer la dorure au trempé à la dorure au mercure, sous le rapport de la quantité d'or déposée, en opérant, dans les deux cas, sur des lames de cuivre ayant exactement les mêmes di-

mensions, et l'on a toujours trouvé que la meilleure dorure au trempé ne vaut jamais la plus faible dorure au mercure. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

1° *Dorure au mercure, or déposé par décimètre carré.*

Maximum. . A. 0gr.1420 . . B. 0gr.2333 . . C. 0gr.2595
Minimum. . A. 0gr.0428 . . B. 0gr.0736 . . C. 0gr.0695

2° *Dorure au trempé, or déposé par décimètre carré.*

Maximum. . . A. 0gr.0353 . . . B. 0gr.0422
Minimum. . . A. 0gr.0274 . . . B. 0gr.0291

La dorure par immersion, applicable aux petits objets que l'on veut recouvrir d'une légère couche d'or, a été connue d'assez bonne heure.

Au siècle dernier, les bijoutiers en faux et les horlogers, répétant probablement ce qu'avaient fait leurs devanciers, doraient les menues pièces de cuivre en les plongeant dans une dissolution d'or par l'eau régale; mais, comme la dissolution contenait presque toujours un excès d'acide, il en résultait que l'acide non saturé attaquait les pièces, en détruisait les vives arêtes, et leur ôtait la précision que l'ouvrier avait voulu leur donner.

Pour prévenir cet inconvénient, le chimiste Baumé recommanda de se servir d'un bain aussi neutre que possible. Pour préparer ce bain, on faisait d'abord évaporer la dissolution d'or jusqu'à cristallisation; on recueillait ensuite les cristaux, puis, après les avoir desséchés complétement en les pressant dans du papier joseph, on les dissolvait dans de l'eau distillée. Au commencement de son emploi, la liqueur ainsi obtenue attaquait beaucoup moins les objets que la précédente, mais bientôt, par suite de la précipitation de l'or, l'acide, mis en liberté, venait à réagir, et le mal qu'on avait voulu éviter reparaissait dans toute sa force.

Le problème ne pouvait être résolu qu'en faisant usage d'une dissolution alcaline d'or. En effet, avec une liqueur semblable, l'acide mis en liberté devait être immédiatement neutralisé par l'alcali, par conséquent rendu sans action destructive sur les pièces plongées.

Cette manière de résoudre le problème, qui paraît si simple aujourd'hui qu'on la connaît, n'a été trouvée qu'à notre époque. Au siècle dernier, Proust, entre autres, avait cependant remarqué que, lorsqu'on abandonne, pendant vingt-quatre heures, une dissolution alcaline d'or dans un vase de métal, elle dépose une couche d'or sur les parois de ce vase. D'un autre côté, Duportal et Pelletier, pour connaître si un liquide alcalin contenait de l'or, avaient l'habitude d'y plonger une lame d'étain, qui, si le métal soupçonné existait, ne manquait jamais de s'en recouvrir. Tous ces faits passèrent inaperçus jusqu'en 1836, où Elkington, de Birmingham, parvint à rendre la dorure par immersion véritablement manufacturière, en remplaçant par des liqueurs alcalines les liqueurs acides usitées jusqu'alors.

La dorure au trempé comprend quatre opérations distinctes :

La préparation du bain.
La préparation des objets.
La dorure proprement dite.

1° *Préparation du bain.*

Il existe un grand nombre de formules pour préparer le bain, mais nous n'indiquerons que celles dont l'usage est le plus répandu.

1. *Bain au bicarbonate.* — Ce bain, qui a été indiqué par Elkington, est composé de :

Eau.. . . . . 10 litres.

Bicarbonate de potasse. . . . . 5 kilogr.
Or vierge finement laminé (1). . . . 75 gram.

On introduit l'or dans un matras à long col, pour éviter les projections, et l'on y ajoute une eau régale formée de 250 grammes d'acide nitrique pur à 36°, de 250 grammes d'acide hydrochlorique également pur, et de 250 grammes d'eau distillée. On laisse les substances en contact jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs rouges, et que le mélange soit réduit à moitié. On laisse alors reposer pendant quelque temps, puis on décante la solution claire. On obtient ainsi un chlorure d'or aussi pur et aussi neutre qu'il est nécessaire pour former le bain aurifère.

Le chlorure d'or étant terminé, on fait chauffer 6 à 7 litres d'eau dans une marmite de fonte, dorée par des opérations antérieures, et l'on y jette peu à peu le bicarbonate, en ayant soin de remuer avec une baguette de verre. Quand le sel est fondu, on verse dans la liqueur le chlorure par petites portions afin d'éviter une trop vive effervescence, on ajoute le reste du bicarbonate, et l'on fait bouillir modérément pendant deux heures, en remplaçant par de l'eau chaude l'eau enlevée par l'évaporation. A ce moment, une partie de l'or s'est précipitée sous forme de poudre d'un violet noirâtre. On laisse refroidir pendant quelque temps, puis on décante et l'on fait bouillir le liquide clair pendant deux autres heures, en remplaçant, comme ci-dessus, l'eau qui s'évapore. Le bain est alors prêt à servir.

(1) Cet or doit être au titre de 997/1000, c'est-à-dire renfermer au plus 3/1000 d'argent en alliage. Il pourrait cependant en contenir davantage, même 50/1000, puisque l'or étant dissous, l'argent se trouve, à l'état de chlorure, sous forme d'une poudre blanche, au fond du matras, et que l'on peut en séparer aisément la solution; mais il ne faudrait pas dépasser notablement cette proportion, parce qu'alors l'eau régale ne dissoudrait plus l'or.

Avec le bain au bicarbonate, la dorure doit être arrêtée quand la moitié, au plus, de l'or employé s'est déposée : le reste fait partie des déchets et résidus. On admet généralement qu'avec 75 grammes d'or, on peut dorer 15 kilogrammes de bijoux, et retirer 50 grammes d'or des résidus, ce qui fait à peu près 1 gramme 50 d'or par kilogramme de bijoux. On arrive à faire une dorure encore plus légère en composant le bain ainsi qu'il suit :

Eau.	10 litres.
Bicarbonate de potasse.	200 gram.
Potasse caustique.	1800 —
Cyanure de potassium.	90 —
Or.	10 —

Avec un pareil bain, on obtient une pellicule d'or infiniment mince, car il peut dorer jusqu'à 4 kilogrammes de menus objets par gramme d'or employé. Les doreurs par les procédés électro-chimiques l'appellent *bain de préparation* ou de *décrassage*, parce qu'ils y passent les pièces, pour les préparer ou les décrasser, avant de les introduire dans le bain de pile.

Nous avons dit que le vase dans lequel on fait bouillir le bain aurifère est en fonte. D'après Elkington, il est indispensable qu'il soit de ce métal, afin de maintenir plus facilement la température au degré de l'ébullition, parce que le fer est plus prompt à s'échauffer que la terre. Suivant Raspail, il sert, en outre, à déterminer la précipitation, attendu qu'il constitue, avec l'objet à dorer et la liqueur aurifère, un véritable couple galvanique. Les parois du vase représentent un des éléments, l'objet à dorer forme l'autre, et la solution se comporte à la fois comme liquide excitant et comme condensateur. Cela est si vrai que si l'on plonge les objets à dorer, suspendus à un fil d'argent ou de platine, sans qu'ils touchent au

vase de fer, ils ne se dorent pas, en sorte qu'il faut, pour que la dorure s'effectue, qu'ils soient en communication avec ce vase au moyen d'un fil métallique.

2. *Bain au pyrophosphate*. — Ce bain, qui est dû à M. Alfred Roseleur, se compose de :

Eau	10 litres.
Pyrophosphate de potasse.	800 gram.
Acide cyanhydrique	8 —
Or vierge laminé.	10 —

Après avoir versé 9 litres d'eau distillée froide dans une bassine de fonte émaillée ou dans une capsule de porcelaine, on y ajoute peu à peu le pyrophosphate, en remuant bien avec une baguette de verre. On place ensuite le vase sur un feu très-modéré, et le sel est bientôt dissous. On filtre alors la liqueur et on la laisse refroidir.

La dissolution du pyrophosphate achevée, on prépare le chlorure d'or. A cet effet, on introduit les 10 grammes d'or dans un matras de verre, avec une eau régale formée de 15 grammes d'acide nitrique pur et de 25 grammes d'acide hydrochlorique également pur. On chauffe légèrement le fond du matras, et, au bout de quelques instants, le métal a disparu entièrement. Ce résultat obtenu, on chauffe de nouveau le matras, afin que la chaleur volatilise les acides en excès. L'opération est arrivée à sa fin quand il ne se dégage plus de vapeurs et que le liquide commence à prendre une consistance oléagineuse et à se colorer en rouge hyacinthe très-foncé. On retire aussitôt le matras du feu et on l'abandonne à lui-même pour qu'il se refroidisse.

Si l'on a agi avec tous les soins nécessaires, le chlorure d'or se présente, après le refroidissement, en une masse cristalline de couleur jaune safran. On le dissout à plusieurs reprise avec une partie de l'eau distillée qu'on n'a pas employée, et, chaque fois, on jette la dissolution sur

un filtre de papier joseph. Ces filtrations successives ont pour but de séparer une petite quantité d'argent que renferme toujours l'or le plus pur du commerce : elles sont fondées sur l'extrême facilité avec laquelle le chlorure d'or se dissout dans l'eau distillée, tandis que le chlorure d'argent y est insoluble. Enfin, avec ce qui reste du dixième litre d'eau distillée, on lave avec soin le matras et le filtre, de manière à n'y laisser aucune parcelle d'or.

La dissolution de pyrophosphate étant refroidie et le chlorure d'or filtré, on verse la seconde liqueur dans la première, par petites portions et en agitant avec la baguette de verre; puis, quand le mélange est fait, on y ajoute l'acide cyanhydrique. Alors le bain est prêt et il n'y a plus qu'à le porter presque à l'ébullition pour l'employer.

Relativement à l'acide cyanhydrique, M. Roseleur fait remarquer qu'il n'est pas indispensable à la réussite de la dorure, mais il y a un grand avantage à l'employer, parce que, quand on ne le fait pas, le bain, se trouvant plus facilement décomposable, devient d'un maniement moins commode et, de plus, présente l'inconvénient de charger trop rapidement d'or les objets qu'on y plonge.

« Au moment du mélange à froid des diverses parties constituantes du bain, dit le même chimiste, la liqueur est colorée en jaune ou en jaune verdâtre ; cette coloration doit faire place, à mesure que la température s'élève, à l'incolorité la plus parfaite. Il arrive quelquefois, néanmoins, que le liquide vire au rouge groseille ou au violet lie de vin; c'est un indice certain que l'acide cyanhydrique est trop faible : il faut alors en ajouter goutte à goutte jusqu'à décoloration de la liqueur, mais on doit opérer avec ménagement, car un bain trop riche de cet acide ne produirait plus qu'une dorure pâle et quelquefois nulle. Il est, du reste, une méthode très-

simple de remettre un bain en bon état : s'il est trop riche en or, on ajoute avec ménagement de l'acide cyanhydrique ; si l'on a dépassé la dose convenable de ce dernier, on rétablit l'équilibre en ajoutant un peu de chlorure d'or, jusqu'à ce que la dorure s'opère sans difficulté et avec la couleur désirée. »

Depuis plusieurs années, on préfère généralement employer le pyrophosphate de soude à la place de celui de potasse. Quelquefois aussi, on remplace l'acide cyanhydrique par 15 grammes de cyanure de potassium.

2° *Préparation des pièces.*

La préparation des pièces comprend le recuit, le décrochage et le décapage qui se font à la manière ordinaire (voy. la deuxième partie, chap. II), et, enfin, le *ravivage* ou *avivage*. Cette dernière opération est destinée à rendre plus neuves les surfaces à dorer, afin que l'or précipité du bain alcalin puisse s'y appliquer et y adhérer plus intimement. Elle précède immédiatement l'immersion et consiste à plonger quelques instants les objets dans une liqueur acide On peut se servir pour cela du bain de décapage composé d'acide nitrique, de suie et de sel de cuisine, mais comme l'emploi de ce bain exige une très-grande habitude, on préfère faire usage d'un mélange de 0 parties d'acide sulfurique, 40 d'acide nitrique et 1 de sel. Si l'avivage ne paraît pas assez parfait, on passe aussitôt et rapidement les objets dans une très-faible dissolution acide de mercure composée ainsi qu'il suit :

Nitrate de mercure.	20 gram.
Acide sulfurique	1 litre.
Eau	20 —

Dans la dorure au trempé, comme dans la dorure galvanique, l'aspect mat ou brillant des objets dépend de la préparation qu'on leur a fait subir avant l'immer-

sion. En conséquence, quand le décapage proprement dit est terminé, on les passe, suivant le cas, aux acides à mater ou à brillanter (voy. la deuxième partie, chap. II), après quoi on les lave à grande eau, on les fait sécher à la sciure et l'on procède à l'avivage. Enfin, lorsqu'ils sont convenablement avivés, on les plonge dans un baquet d'eau fraîche, puis on les porte dans le bain d'or.

3° *Dorure proprement dite.*

Rien n'est plus simple que l'opération de la dorure. Le bain étant porté et maintenu à l'ébullition, l'ouvrier y introduit les objets, en ayant soin de les agiter continuellement. Il les y tient plus ou moins longtemps, suivant l'épaisseur de la couche qu'il veut déposer, mais rarement plus de 20 à 30 secondes, parce qu'au bout de ce temps, la couche déposée n'augmente plus. Quand il les juge convenablement dorés, il les retire, les lave à grande eau et les essuie à la sciure chaude.

Au sortir du bain, les pièces sont brunies et mises en couleur à la manière ordinaire. (Voyez la deuxième partie, chap. VII.)

Procédé de MM. Bailly *et* Simon.

« Ce procédé se divise en quatre séries d'opérations :

« 1° Composition destinée à rendre le bain d'or alcalin propre à ce genre de dorure, et moyen d'aviver ce bain et de tenir la dorure au même ton pendant toute la durée de l'opération.

« 2° Préparation des cuivres à dorer, cuivre jaune, demi-jaune, rosette et bronze.

« 3° Passage à la couleur dans le cas où la dorure laisserait quelque chose à désirer sous le rapport de la vivacité du ton.

« 4° Procédé pour obtenir l'or vert et l'or blanc, dits ors de couleur et de fantaisie.

1° *Composition du bain d'or alcalin.*

« *Dissolution de l'or par l'eau régale.* — Prenons pour première préparation 60 grammes d'or; on les fait dissoudre dans un matras de verre, à la chaleur, dans 480 grammes d'eau régale, composée par tiers d'acides azotique, chlorhydrique et d'eau.

« On ne retire le matras de dessus le feu que lorsque le liquide est réduit au tiers et que l'or est complétement dissous.

« Il se trouve au fond un dépôt blanc de chlorure d'argent, provenant d'un alliage d'argent que renferme toujours l'or du commerce, qui est rarement à un titre supérieur à 997 millièmes.

« Si l'on conservait dans le bain cette quantité de chlorure d'argent, la dorure prendrait un ton vert et terne qui la rendrait, en certains cas, incapable sous le rapport de la couleur.

« On décante donc soigneusement la dissolution dans un vase de terre verni à la manière de la porcelaine, parce que ce vernis est le seul sur lequel les liquides acides soient sans action; on a dû avoir soin de verser préalablement dans ce vase 8 litres d'eau bouillante, pour étendre suffisamment l'eau régale, ou plutôt la dissolution acide de chlorure d'or.

2° *Combinaison de la dissolution d'or avec le sel alcalin.*

« On jette dans cette eau chaude, augmentée de la dissolution d'or, du bicarbonate de potasse en cristaux, par petites pincées, pour éviter que l'acide carbonique, en se dégageant, ne déverse le liquide au dehors. On ne s'arrête que lorsque le liquide est saturé, c'est-à-dire qu'il ne se manifeste plus d'effervescence, par l'addition d'une nouvelle quantité de cristaux.

« On ajoute alors à ce bain environ 2 grammes d'alun de glace préalablement calciné, afin de favoriser la précipitation de toutes les impuretés qui proviennent de l'eau et du sel employés, et dont on débarrasse le bain dans une opération subséquente.

« Le bain d'or alcalin étant ainsi préparé, on fait bouillir à petit feu, jusqu'à la réduction du liquide aux deux tiers de son volume; on le retire alors du feu et on le laisse reposer jusqu'à ce qu'il ait repris une limpidité suffisante; on le décante doucement avec la plus grande précaution, pour le débarrasser de la boue d'oxyde d'or et des impuretés qu'y ont déterminées l'action du bicarbonate de potasse et celle de l'alun et qui se sont précipitées au fond du vase.

« Cette décantation se fait dans un vase de fonte préparé d'avance de la manière suivante :

« On en polit l'intérieur, afin d'effacer toutes les aspérités et de le purger de tout oxyde de fer au minimum ou au maximum; on y laisse séjourner pendant plusieurs jours un vieux bain d'or alcalin qu'on étend d'eau pour qu'il puisse remplir entièrement le vase.

« Ce vase prend alors la couleur d'or, et dès ce moment il est propre à la dorure.

« L'influence de ce vase sur la beauté des résultats est incontestable, non-seulement à cause de la grande conductibilité du métal pour la chaleur, ce qui permet de tenir le liquide à un degré constant d'ébullition, mais encore et surtout, à cause de l'effet électro-dynamique des parois métalliques; car on peut considérer le fer doré comme un couple voltaïque qui précipite l'or pur sur les cuivres, à la manière des agents galvanoplastiques; c'est un fait que nous démontrerons plus bas.

« Le liquide une fois décanté, on replace le vase de fonte sur le feu, et, dès qu'il rentre en ébullition, on y verse d'assez haut, deux cuillerées environ d'acide hydrochlo-

rique pur, et ensuite le même quantité d'une solution très-faible d'azotate d'argent; il se forme à l'instant un chlorure d'argent qui, avant d'être précipité, s'associe au chlorure d'or par l'action dissolvante de l'excédant du bicarbonate de potasse, et favorise ainsi la dorure, non-seulement en jouant, en quelque sorte, le rôle intermédiaire de mercure, mais encore en imprimant à la dorure cet éclat qui la fait rechercher du public et empêcher l'or de tourner au rouge cuivreux.

3° *Dorure des cuivres préparés d'avance.*

« On réunit les sujets au moyen de fils de cuivre, et on les immerge dans le bain en les suspendant à un crochet de même métal; on a soin de les agiter doucement et avec la précaution de ne les pas choquer contre les parois du vase; car chaque point qui toucherait ces parois formerait tache, par suite de l'action électro-dynamique du vase.

« En effet, cette action étant en raison inverse des distances, il s'ensuit qu'au contact elle sera plus grande qu'à distance; donc, au contact, l'effet de dorure aurait un tout autre aspect, ce qui, sur l'uniformité de ton du reste de la pièce, ferait une tache. Dans un bain ainsi préparé, on peut facilement dorer 20 kilogrammes de cuivre de bijouterie, et cela sans que la dorure varie de ton, pourvu que l'on prenne les précautions suivantes :

« Dès qu'on voit que le ton de la dorure commence à virer au rouge, on asperge le bain avec quelques gouttes d'azotate d'argent; au milieu de l'opération on a soin de décanter une seconde fois le bain pour le débarrasser de sa nouvelle boue.

«Enfin, à mesure que le bain tarit, on prend les eaux de rinçage pour le ramener au même niveau qu'auparavant, et l'on attend, pour y tremper les cuivres, que le liquide

soit remonté à l'ébullition. Mais toutes ces précautions seraient sans fruit, sans la manière de préparer les cuivres à dorer, préparation qui est la partie la plus essentielle du procédé.

4° *Préparation des cuivres à dorer.*

« *Recuit.* On recuit les pièces dans un coffret de fer que l'on place sur les charbons incandescents et que l'on recouvre de charbons jusqu'à ce que ces cuivres soient arrivés au rouge ardent; on retire le coffret du feu, on découvre les pièces, et dès qu'elles ont pris une teinte gris de fer, on les jette toutes chaudes dans une eau seconde (acide sulfurique étendu d'eau) marquant douze degrés à l'aréomètre. Après une demi-heure environ de séjour dans cette eau acidulée, on rince les pièces à grande eau, et l'on procède au décapage.

« *Décapage.* On trempe les pièces dans l'acide azotique du commerce à 36 degrés, sans addition de suie et de sel, dont on se sert pour la dorure par le mercure; on les rince dans trois ou quatre terrines d'eau limpide; on les repasse au même acide et aux mêmes rinçages jusqu'à ce que l'on ait fait disparaître jusqu'aux moindres traces de rouge qui pourraient tacher leurs surfaces, et jusqu'à ce que les cuivres aient pris une teinte d'or.

« *Passage au mat.* Cela fait, on trempe les cuivres décapés dans un nouveau bain d'acides composés, pour leur donner le *mat brillant* ou le *mat mat*, à volonté.

« Ce bain se prépare la veille de la dorure et de la manière suivante :

Acide sulfurique	4 kilog.
Acide azotique.	8 —
Sel marin.	0,60 gr.

« Un semblable bain peut servir à mater 30 kilogrammes environ de bijoux.

« Pour obtenir le *mat brillant*, on n'a qu'à passer vivement les cuivres dans ces acides réunis dans un même vase, on les rince vivement dans trois ou quatre terrines d'eau claire froide, on les secoue légèrement et on les fait sécher dans la sciure de bois chaude.

« Pour obtenir le *mat mat*, on laisse les cuivres plongés un peu plus longtemps dans le bain d'acides, et cela jusqu'à ce que l'effet mat ait été produit; on lave à grande eau et l'on sèche comme dessus.

« Dans l'un et l'autre cas, on peut laisser les cuivres dans une eau acidulée à l'acide sulfurique et marquant deux degrés, si on doit dorer tout de suite; autrement, on doit les sécher à la sciure.

« *Second décapage*. Avant de tremper dans le bain d'or alcalin les cuivres ainsi préparés, il est de toute nécessité de les faire passer immédiatement à un second décapage, dont on compose ainsi le bain :

Acide sulfurique.	6 kilog.
Acide azotique.	5 —
Sel marin	0,8 gr.

« Un pareil bain peut suffire, comme le précédent, à dorer 30 kilogrammes de bijoux.

« On passe d'abord les pièces dans l'eau claire, puis vivement dans ce bain, on rince à trois ou quatre eaux, et on plonge les pièces dans le bain d'or, de la manière expliquée ci-dessus.

« On peut les passer deux fois de suite à ce bain d'acides et au rinçage, si on veut donner plus de vivacité et de ton à la pièce dorée.

« Aussitôt que la pièce sort du bain d'or, on la rince et on la sèche à la sciure de bois chaude. Dans cet état, elle est livrable au commerce.

« Cependant, afin d'arriver à la perfection de l'effet, on peut la passer à la couleur, qui la nettoie et la dégraisse,

pour ainsi dire, en lui donnant un ton plus chaud et plus vif.

5° *Passage des pièces à la couleur.*

« On fait dissoudre dans six litres d'eau :

Sulfate de fer.	1 kilog.
Sulfate de zinc.	1 —
Salpêtre.	2 —
Alun.	2 —

et l'on porte le liquide à l'ébullition.

« On y trempe les pièces dorées, que l'on expose, ainsi mouillées, à l'action de charbons embrasés, dans une moufle verticale, et de manière que les pièces ne touchent pas aux charbons.

« Dès que ces pièces ne fument plus et laissent dégager une vapeur noirâtre très-peu odorante, on les jette dans une eau acidulée par l'acide sulfurique, et marquant deux degrés ; enfin, et pour dernière opération, on les rince à grande eau, puis on les fait sécher à la sciure de bois.

6° *Moyen d'obtenir les ors de couleur.*

« *Or vert.* Quand le bain ne donne plus de bonne dorure et qu'on le considère comme épuisé, il peut servir encore à fournir un magnifique or vert ; il suffit d'y verser une plus grande quantité d'azotate d'argent, et cela jusqu'à ce que l'on ait obtenu le ton que l'on cherche.

« Si enfin il se refusait à cet effet, on le précipiterait au moyen du sulfate de fer, on filtrerait pour retirer un résidu qu'achètent les marchands de cendres, ce qui diminue les dépenses d'autant.

« *Or blanc.* On donne cette couleur aux parties que le bijoutier désigne, au moyen du procédé suivant :

« Dans 64 grammes d'acide azotique, on fait dissoudre

8 grammes d'argent pur et l'on chauffe jusqu'à ce que la cristallisation se manifeste.

« Ajoutez alors deux ou trois cuillerées d'eau distillée, afin de redissoudre les cristaux, et ôtez du feu.

« Si une goutte de ce liquide versée avec le bout d'une allumette sur de l'or n'y dépose pas une couche d'argent, il convient d'ajouter soit un peu d'eau, soit un peu d'acide, jusqu'à ce que cet effet se produise. Alors le liquide étant propre à servir, on trempe le bout d'une allumette dans cet azotate et on le promène sur la partie de la pièce que l'on veut blanchir ; on lave pour enlever l'acide, on sèche et l'on gratte-boesse la partie argentée.

« L'emploi du bain d'or alcalin est depuis longtemps du domaine public. Mais on doit à MM. Simon et Bailly la manière de composer ce bain, et surtout l'emploi de l'alun, de l'azotate d'argent, du vase de fonte tourné et doré à l'intérieur, les deux décantations du bain d'or, comme aussi leurs procédés de décapage au mat, de second décapage, et enfin leurs moyens d'obtenir l'or de couleur, sont d'heureuses innovations dont ils ont fait profiter leur industrie. »

Autre procédé de dorure du cuivre et de l'argent.

« *Manière d'opérer.* — On fait dissoudre de l'or dans l'eau régale et on évapore la dissolution jusqu'à consistance sirupeuse, pour chasser, autant que possible, l'excès d'acide; on verse alors cette dissolution dans 500 grammes d'eau et on ajoute à la liqueur 70 grammes de baryte hydratée par gramme d'or dissous : on fait bouillir, et lorsque le bain est devenu bien noir, on y plonge les pièces de cuivre bien décapées et on les y laisse jusqu'à ce qu'elles aient pris le ton voulu d'or; alors, on les retire, on les plonge dans de l'eau chargée d'acide acétique et on les lave avec de l'eau pure.

« On peut les mettre en couleur avec les procédés ordinaires.

« Au lieu de baryte hydratée, on peut employer de la baryte sèche, mais en moindre proportion, ou bien de la strontiane hydratée ou sèche, dans les mêmes proportions que la baryte.

« On peut aussi employer d'autres proportions de baryte ou de strontiane; mais 70 grammes de baryte donnent les meilleurs résultats.

« Voici la formule d'un liquide qui a donné à M. Becquerel les plus beaux résultats pour la dorure :

« On fait une dissolution avec 1 gramme de chlorure d'or sec, 10 grammes de cyanoferrure jaune de potassium et 100 grammes d'eau distillée ; on filtre pour séparer le cyanure de fer, puis on ajoute encore 100 grammes d'une solution saturée de cyanure jaune. Ce mélange, employé à la dorure, a donné un *mat terne ;* en étendant la solution de son volume d'eau, et même de deux volumes, on obtient un *mat clair*.

« En général, le ton varie selon que la solution est plus ou moins étendue : il est d'autant plus beau qu'elle est plus étendue et qu'elle renferme moins de fer. Pour faire paraître le mat, il suffit de laver la pièce avec de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et de frotter légèrement avec un linge pour enlever les dépôts non adhérents. »

§ 3. DORURE A L'OR MOULU.

Cette dorure est beaucoup plus solide que la dorure dite *à la feuille*. Le mercure y sert d'intermède entre l'or qu'il dissout (et que pour cette raison on appelle *or moulu*) et le métal à dorer. Aussi, n'est-elle qu'un cas particulier de la dorure au mercure.

Pour dissoudre l'or dans le mercure, on projette de l'or

fin, très-pur, très-aminci au laminoir et coupé en très-petits morceaux, dans un creuset enduit de blanc d'Espagne et chauffé au rouge; on y verse le mercure, et on continue à chauffer : l'or se dissout, et l'on s'aperçoit que la dissolution est complète, et l'opération terminée, quand la matière bouillonne fortement et sans soubresaut dans le creuset. On sent ce bouillonnement en appuyant sur les dents l'extrémité d'un tube en fer, dont l'autre extrémité coudée pose sur la matière contenue dans le creuset.

On dissout rarement plus de 7 à 8 grammes d'or à la fois, parce que la dissolution d'une plus grande quantité serait difficile, et 9 à 10 décagrammes de mercure suffisent pour l'opération, quand elle est bien faite.

L'or dissous s'épure en pressant l'amalgame avec le doigt, pour en faire écouler le mercure inutile. Ce mercure sert ensuite à dissoudre une nouvelle quantité d'or.

Pour préparer le métal à recevoir l'or, on le décape par le procédé indiqué plus loin, pour la dorure au livret. Le métal étant ainsi déroché, on le couvre de cet amalgame d'or et de mercure, en y étendant ce dernier le plus également possible avec le petit pinceau en fil de laiton, nommé *gratte-bosse*, que l'on trempe dans l'eau forte pour s'en servir. Cela s'appelle *charger* la pièce. On met alors le métal au feu sur la *grille à dorer* ou sur le *panier à dorer*, au-dessous desquels est un poêle rempli de feu.

La grille à dorer est un petit treillis de fil d'archal dont on couvre le poêle, et sur lequel on pose les ouvrages que l'on dore. Le panier à dorer est aussi un treillis de fil-de-fer, qui ne diffère de la grille qu'en ce qu'il est concave et enfoncé de quelques centimètres.

On étend l'or, à mesure que le mercure s'évapore, avec des pinceaux très-doux et de différentes formes, ce qui

s'appelle *passer* (1). L'or seul reste fixé et étendu sur le métal, dont les pores, dilatés par la chaleur, se resserrent en se refroidissant, et retiennent les parcelles d'or qui y sont placées. La pièce bien passée est jetée dans l'eau seconde et prend alors la couleur du buis ; aussi l'ouvrier l'appelle-t-il alors pièce au *premier buis*. Si ce buis laisse apercevoir les endroits où l'or n'a pas été bien appliqué, on charge de nouveau la pièce d'amalgame, on la passe, et elle vient au *second buis*. On peut dorer à tant de buis que l'on veut, et charger ainsi le métal d'une couche d'or aussi épaisse qu'on le désire; mais il est bien rare qu'une pièce soit à trois buis; deux suffisent pour une très-bonne dorure, et le plus ordinairement, au lieu de donner un second buis, on se borne à *ramander* le premier buis, c'est-à-dire à recharger seulement les endroits où l'or manque.

Lorsque la dorure est pâle et terne, on peut la raviver par le moyen de la *cire à dorer*, qui consiste dans une composition de cire jaune, de bol d'Arménie, de vert-de-gris et d'alun ; il suffit de frotter la pièce avec cette composition et de la chauffer ensuite pour faire couler la cire. (Voyez sur les cires, la deuxième partie, chap. VII.)

Le bronze doré est passé au *vert* pour l'obtenir mat, et les brillants avivés par la cire sont passés au brunissoir. Ce vert de doreur peut consister dans 125 grammes de cire d'abeilles, 30 grammes de vert-de-gris et la même

(1) C'est pendant cette opération que le doreur doit prendre les plus grandes précautions pour ne pas être incommodé par les vapeurs du mercure qui se volatilise ; la cheminée construite sur le modèle de D'Arcet, avec des fourneaux d'appel, une vaste hotte et des registres, afin d'établir un courant d'air assez fort pour entraîner dans la cheminée toute la vapeur du mercure, est le meilleur moyen pour préserver l'ouvrier doreur de cet accident. Nous avons déjà donné la description de cette cheminée, dont la figure est dessinée sur notre planche.

quantité de sulfate de cuivre ; après l'avoir appliqué, on chauffe la pièce et on la gratte-bosse avant de brunir.

« Quand, dit un praticien, on se propose de dorer en couleur d'*or moulu*, on gratte-bosse moins la pièce que d'ordinaire ; on la chauffe plus fortement que pour le *mat*, et après qu'elle est un peu refroidie, on détrempe avec du vinaigre la couleur d'*or moulu*, qui se compose de sanguine, d'alun et de sel marin ; on en couvre la pièce dorée, à l'exception des parties brunies ; on la place sur des charbons ardents, et l'on souffle jusqu'à ce que la couleur commence à noircir. Alors on retire du feu cette pièce, qu'on met dans de l'eau froide, et par lavage on donne une couleur uniforme, orangée, à la dorure, et on la frotte avec un pinceau trempé dans du vinaigre (acide acétique) ; si cette pièce est unie, et si elle est gravée ou ciselée, on se sert d'acide nitrique faible au lieu de vinaigre. »

Autre dorure à l'or moulu.— Quoique cette dorure, qui est considérée comme la plus solide, soit connue de temps immémorial, nous croyons devoir entrer dans quelques détails nouveaux qui ne figuraient pas dans les précédentes éditions.

On fait rougir la pièce que l'on veut dorer, dans le but de la dégraisser : on se sert pour cela d'un feu qui se fait avec des mottes à brûler, ou avec du charbon, mais l'emploi des mottes est plus économique. Pour cela, on place la pièce sur du feu, on l'entoure de mottes et on donne de l'activité au feu en soufflant. Ce mode n'est employé que lorsque l'on a affaire à une *forte pièce*, à une pièce fondue.

Si l'on a à dorer une *pièce légère*, une pièce en laiton, on ne la fait que bleuir en suivant le même mode, mais il faut avoir soin que le feu ne soit pas trop fort.

Les pièces ayant été ainsi chauffées sont jetées dans un liquide acide, *eau seconde*, formé d'acide sulfurique et d'eau.

Si l'on veut avoir le *paré* ou le mat, ce qui est nécessaire pour que l'or puisse prendre, on passe la pièce dans de l'eau-forte du commerce, dans laquelle on a mis de la suie et du sel marin. On prend pour un huitième de litre d'eau-forte, une bonne pincée de suie grasse et autant de sel marin pour enlever les taches rousses qui restent sur la pièce et qui sont le résultat de la cuisson. La pièce a alors subi le *dérochage*. Pour employer moins de liqueur, on peut dérocher la pièce en la frottant vivement avec le liquide acide au moyen d'un chiffon fixé sur une des extrémités d'un bâton. La pièce étant bien dérochée et exempte de taches, on la plonge dans de l'eau bien claire. On a reconnu qu'on donnait plus de brillant à la pièce et que le dérochage était meilleur quand on le passait, sortant de l'eau de lavage, dans une seconde eau acidulée par l'acide sulfurique. Par ce moyen, on enlève une portion jaunâtre qui avait échappé aux opérations précédentes.

Les pièces ainsi lavées sont desséchées dans de la sciure de bois. On les brosse ensuite pour en enlever l'excès.

Toutes ces opérations étant terminées, on prend un petit creuset de Hesse (fig. 5) bien uni dans son intérieur, on le frotte avec du blanc d'Espagne pour que l'or ne s'y attache pas. On le met au feu, on le chauffe doucement et on le porte successivement au rouge; alors on y introduit de l'or fin à 24 karats. L'or étant fondu, on ajoute dans le creuset, du mercure, dans les proportions de 30 grammes pour 3 grammes d'or, et ne le mettant dans le creuset que lorsque le vase commence à rougir. On remue avec un crochet en fer, et lorsque le mercure commence à se volatiliser et présente des fumées blanches, on verse le mélange (*l'amalgame*) dans une petite terrine contenant de l'eau, en continuant d'agiter avec un crochet de fer pour que le mélange soit bien égal dans toutes ses parties.

Il faut que le mélange soit bien homogène; si l'amalgame était trop sec, il faudrait ajouter une petite quantité de mercure. Si l'amalgame était trop clair, il faudrait le passer dans une peau de chamois mouillée dans de l'eau fraîche, et presser de manière à ce que le mercure sortît à travers les pores de la peau et qu'il ne restât que l'or dont on veut faire usage.

L'amalgame étant préparé, il s'agit de son application. On prend un gratte-bosse en laiton fort, on avive les pièces à l'aide de ce gratte-bosse que l'on trempe dans de l'eau mêlée avec du vinaigre. Après cette opération faite, on prend à l'aide d'un second gratte-bosse, que l'on trempe dans de l'eau seconde composée de la manière suivante : 30 grammes de mercure, 125 grammes d'eau-forte; on met le métal dans un vase en verre; on le place sur un feu doux jusqu'à ce que le mercure soit dissous; on verse le liquide dans un vase qui contient trois litres d'eau; on conserve dans une bouteille. Cette eau seconde sert à faire adhérer l'or au cuivre.

On prend de l'amalgame, on frotte la pièce et on la charge également dans toutes les parties. On se met pour opérer, sur une assiette large qui permet de recueillir l'amalgame en excès. Sur cette assiette est placée une petite planchette sur laquelle on appuie la pièce pour la dorer.

La pièce étant dorée, on la saisit avec une paire de brucelles et on la porte au feu de manière à la chauffer de telle façon que le mercure puisse se volatiliser tandis que l'or reste sur la pièce.

La pièce, pendant qu'on la chauffe, doit être *frappée* avec une brosse en soie de porc pour faciliter le dégagement du mercure et pour fixer en même temps l'or et le répandre d'une manière égale sur la pièce.

On dore plus ou moins légèrement les pièces. Autrefois, les ouvrages étant mieux payés, on dorait à 5 ou 6 reprises

différentes, c'est-à-dire qu'on recommençait 5 ou 6 fois l'opération, de telle sorte que la couche d'or était 5 ou 6 fois plus épaisse. Aujourd'hui que les objets se vendent à bas prix, on dore à une et quelquefois deux reprises. Presque tout le bruni n'est doré qu'une seule fois : le mat exige presque toujours deux couches. Cette modification explique pourquoi les dorures anciennes se conservent sans altération, et pourquoi elles sont recherchées.

Lorsque la pièce est dorée, on lui fait subir encore quelques opérations, dans le but de l'aviver. On a un gratte-bosse très-fin; on le trempe dans de l'eau et du vinaigre, et l'on frotte en faisant agir le gratte-bosse en rond, de manière à ne pas faire de traits sur la pièce. On rince ensuite cette pièce à l'eau claire, et on la sèche à l'aide d'un linge bien propre, près d'un feu doux. Pour faire repousser le ton de l'or, on le gratte-bosse de nouveau au vinaigre, on le rince, on le sèche, et là se termine cettte opération.

Si l'on ne fait pas usage de tout l'amalgame, on le met dans le creuset, en y ajoutant un peu de mercure, et l'on fait l'opération comme en premier lieu. Quand on a fini de dorer, on doit se laver les mains pour gratte-bosser. Il faut s'éloigner de l'endroit où l'on a doré; sans cela les pièces pourraient recevoir du mercure, se tacher et devenir blanches.

Couleur rouge pour les objets dorés.

L'or qui compose les pièces devant avoir diverses couleurs, on les lui donne au moyen de différents procédés (1).

(1) L'or appliqué sur les pièces est *mat*, *bruni*, on dit *or moulu;* le premier peut être touché sans se tacher ; l'or bruni peut être essuyé ; l'or moulu, recouvert d'un vernis, peut recevoir la poussière et être essuyé et épousseté.

On donne aux objets dorés la couleur rouge, et l'or est alors désigné sous le nom d'*or moulu*. Pour cela on prend deux parties de vert-de-gris, une partie de sel de cuisine (le sel blanc), une partie de tartre rouge, le tout réduit en poudre très-fine. On les fait fondre ensemble avec un peu d'eau dans un poêlon en terre. On les amène en consistance de bouillie claire. On enduit les pièces de ce mélange en se servant d'un pinceau. On met les pièces sur un feu doux, et on les y laisse jusqu'à ce qu'elles aient acquis une couleur rouge-brun. On jette ensuite ces pièces dans du vinaigre rouge, ou, ce qui vaut mieux, dans du vin rouge; on retire et on gratte-bosse ou l'on brunit, selon la nature des pièces.

Si les pièces n'étaient pas suffisamment rouges, on recommencerait l'opération une deuxième fois.

Quelques doreurs se servent du procédé suivant pour obtenir la couleur rouge. On prend : *cire jaune*, huit parties; *vert-de-gris*, deux parties; *sanguine*, deux parties; *cuivre brûlé* (1), une partie; *borax*, une demi-partie. On réduit le tout en poudre très-fine, on fait fondre la cire dans un poêlon et l'on y incorpore les autres produits. On fait bouillir pendant une demi-heure; on prend la pièce, on la trempe ou on l'enduit du mélange. On enlève l'excès du produit et on met la pièce sur un feu vif. Lorsque la pièce cesse de flamber, on la jette dans l'eau et on la gratte-bosse.

Cette opération, qui donne des résultats moins avantageux que ceux obtenus de l'opération précédente, est cependant mise en pratique par quelques doreurs. Quelques-uns se servent des deux modes d'opérer, en faisant usage premièrement de la cire, deuxièmement du mélange dans lequel entre la crême de tartre.

Voici comment on donne encore la couleur rouge :

(1) Les battitures.

on prend la pièce dès qu'elle sort de la forge à passer, étant dorée sur *buis* et étant encore chaude; alors on l'immerge, après l'avoir attachée à un fil-de-fer, dans la composition qu'on nomme *cire à dorer*, laquelle se trouve composée de: *alun*, *cire jaune*, *ocre rouge* et *vert-de-gris*; on fait chauffer la pièce assez fortement, et l'on enflamme le mélange dont elle est couverte; quand toute la cire est brûlée et que l'on voit que la flamme s'éteint, on met la pièce dans l'eau et on la gratte-bosse avec d'excellent vinaigre pur. Si la teinte obtenue ne se trouve pas être bien égale, ou s'il arrive que la couleur ne soit pas belle, on enduit cette même pièce de vert-de-gris qu'on a délayé dans du vinaigre; on la fait sécher ensuite sur un feu doux, on la met dans l'eau froide, et on gratte-bosse avec du vinaigre pur ou bien avec de l'acide nitrique étendu. Cela fait, on la lave, on l'essuie avec un linge fin et on la fait sécher à une douce chaleur.

Nettoyage de l'or moulu.

Frottez les pièces tachées avec une éponge fine trempée dans du vin ou du vinaigre rouge bien chaud, faites sécher au soleil et frottez ensuite avee un linge bien fin. Ce procédé nettoie bien l'or, mais il attaque la dorure, c'est-à-dire le cuivre que peut contenir l'or qu'on y a employé.

§ 4. DORURE MATE, DORURE BRUNIE.

Du bruni. — On pratique cette opération en frottant la pièce avec des brunissoirs d'hématite ou pierre sanguine (fig. 13), qui sont de formes et de grandeurs diverses.

Le brunisseur trempe son brunissoir dans de l'eau vinaigrée et en frotte constamment sa pièce dans le même sens, jusqu'à ce qu'elle ait acquis tout l'eclat métallique et un beau poli; alors il la lave avec de l'eau froide, il

l'essuie avec un linge fin et finit par la faire sécher sur un grillage au-dessus duquel se trouve un réchaud contenant du feu.

Du mat.—Voici la manière d'opérer : si la pièce, dit D'Arcet, doit avoir des parties *brunies*, on *épargne* ces parties et l'on attache la pièce à l'extrémité de la tringle en fer (fig. 15); on la fait chauffer assez fortement pour colorer en brun l'*épargne* en caramélisant la cassonade, etc. Alors la pièce dorée acquiert une belle teinte d'or. On la couvre avec un mélange de sel marin, de nitre, et d'alun liquéfiés dans l'eau de cristallisation de ces mêmes sels. Ordinairement le mélange salin est vendu tout préparé aux doreurs. M. D'Arcet, qui l'a souvent analysé, l'a trouvé composé de :

Nitrate de potasse (salpêtre).	40
Hydrochlorate de soude (sel marin). .	35
Sulfate d'alumine et de potasse (alun).	25
	100

Pour la dorure mate, dit un de nos plus habiles doreurs, on prend : *salpêtre*, seize parties; *sel de verre*, seize parties; *alun de Rome*, huit parties, le tout réduit en poudre très-fine. On délaie tous ces produits dans un peu d'eau en remuant de manière à obtenir une bouillie épaisse. On couvre la pièce de cette bouillie, et on la fait chauffer jusqu'à ce qu'elle change de couleur et prenne une teinte grise. A ce moment, on applique de nouveau sur la pièce une nouvelle couche de couleur avec un pinceau, et on la remet dans le four, qui est construit en briques ; ou dans une cage de fer, percée de trous, et qu'on entoure de charbon. On laisse la pièce en contact avec la chaleur jusqu'à ce que le mat soit fondu sur toute la surface. On jette alors la pièce très-vite dans de l'eau de rivière; on la retire de cette eau et on la porte dans de la couleur bouillante, qui est une *dissolution complète* d'une partie

du mélange du *mat*, composée de sel de verre et d'alun, pour dégager la pièce du salpêtre de la première couleur qui pourrait rester à la surface. Cette immersion n'enlevant pas d'une première fois tout le mat, on fait chauffer de nouveau la pièce et on la plonge dans l'eau claire. Si la pièce présentait quelques taches, il faudrait la passer dans de l'eau seconde.

§ 5. DORURE AU SAUTÉ.

La **dorure au sauté** n'est autre chose que la dorure au mercure appliquée aux menus objets que l'on veut recouvrir d'une couche légère d'or. On l'appelle aussi, dans beaucoup d'ateliers, **dorure au vif**, à **la terrine**, à **la grelette** et même au **pot de chambre**. On y a quelquefois recours en horlogerie pour dorer les aiguilles de montre.

Pour dorer au sauté, on commence par préparer l'amalgame d'or. A cet effet, on chauffe un peu de mercure dans un creuset, et, lorsqu'il a atteint la température de 100° environ, on y ajoute le quart de son poids d'or fin réduit en feuilles très-minces, en remuant avec un gros fil-de-fer. L'or se dissout immédiatement, et la composition prend, en même temps, la consistance du beurre. On verse alors le contenu du creuset dans l'eau froide et on l'y laisse jusqu'au moment de l'emploi.

Après avoir bien décapé les objets, on les blanchit avec le nitrate acide de mercure en solution faible, comme pour la dorure galvanique. A cet effet, on les met, avec la dissolution, soit dans une terrine de grès, soit dans un vase de bois ou de fer, puis on les *saute* ou *hoche*, c'est-à-dire on les secoue, afin de changer leurs points de contact et d'étendre uniformément le nitrate sur toutes leurs surfaces. On ajoute alors l'amalgame et on saute de nouveau. Ce dernier se distribue rapidement sur tous les objets, et, lorsqu'on les en juge convenablement couverts,

on les rince à l'eau fraîche. Il ne reste plus alors qu'à les débarrasser du mercure. Pour cela, on les dispose dans une passoire de cuivre rouge, sur un feu doux de charbon, et on les saute et les remue continuellement. Sous l'action de la chaleur, le mercure ne tarde pas à se volatiliser, en sorte qu'il ne reste bientôt plus que l'or.

Quand les objets ont une teinte d'un jaune terreux, on les passe dans de l'eau tenant un dixième d'acide sulfurique, puis, après les avoir rincés et séchés, on les brillante, soit par le gratte-bossage, soit par le brunissage, soit enfin par le sassage, le choix du procédé dépendant de leurs formes et de leurs dimensions.

Au lieu d'une dorure jaune, on donne quelquefois aux objets une dorure rouge. Pour produire cette teinte il suffit de les *passer en cire* aussitôt après que le mercure les a entièrement abandonnés. Cette opération consiste à les arroser, pendant qu'ils sont encore sur le feu, dans l'écumoire, avec un mélange fondu de cire jaune, d'huile d'olive, d'acétate de cuivre et d'ocre rouge. Cette composition s'enflamme bientôt; on la laisse se consumer d'elle-même, après quoi on *éteint* les objets, en les plongeant, comme ci-dessus, dans une eau contenant un dixième d'acide sulfurique, et l'on termine en les brillantant.

§ 6. DORURE A LA FEUILLE OU AU LIVRET.

L'or en feuilles s'applique sur les métaux de plusieurs manières.

Premier procédé. — On commence par préparer une solution un peu forte de nitrate acide de mercure. L'objet à dorer étant préalablement bien décapé, on le plonge dans cette liqueur, puis, quand il en est sorti, on le frotte avec un linge ou une brosse, afin d'étendre le mercure, et l'on y applique une feuille de livret. On le passe de

nouveau dans la liqueur mercurielle, on brosse, on applique une autre feuille d'or, et l'on continue de la même manière jusqu'à ce qu'on juge la dorure assez forte. On chauffe chaque fois pour volatiliser le mercure, et, après la dernière couche, on passe au brunissoir de sanguine.

Comme on voit, ce procédé est une modification de la **dorure au feu.**

Autre procédé. — On enduit la surface à dorer d'une couche d'un vernis vulgairement appelé *vernis mixtion*, qui happe et retient la feuille d'or, et l'on termine en passant une couche de vernis au copal.

Autre procédé. — On opère comme dans le précédent; seulement, au lieu de laisser le vernis sécher naturellement, on le soumet, après l'application de la feuille, à une température d'environ 150°, ce qui donne plus de solidité à la dorure.

Ce procédé est vulgairement appelé **dorure au four.**

Autre procédé. — On commence par bien *gratter*, *dérocher* ou *décaper* la pièce. A cet effet, on la récure avec du sable, ou bien avec un mélange de suie et d'eau seconde, puis on la fait tremper pendant quelque temps dans de l'eau-forte (acide nitrique du commerce) affaiblie par beaucoup d'eau et mise à l'état de ce que, dans le commerce, on appelle *eau seconde*. On fait chauffer ensuite la pièce de métal; cette opération s'appelle *bleuir*, parce que, lorsqu'elle a lieu sur le fer, celui-ci prend une couleur bleue. Quand la pièce est convenablement chaude, on y applique la première couche d'or en feuille, qu'on étend avec un tampon de coton, et que l'on *ravale* légèrement avec un brunissoir ou un polissoir.

On ne donne, pour l'ordinaire, que trois ou quatre couches, d'une seule feuille d'or chacune, dans les ouvrages communs, et trois ou quatre couches de deux feuilles dans les beaux ouvrages : à chaque couche on ravale; et

ensuite on remet l'ouvrage au feu, ce qui s'appelle *recuire*.

Après la dernière couche, l'or est en état d'être bruni clair avec le brunissoir de pierre sanguine, qu'on appelle aussi *pierre à dorer*.

Ce procédé est quelquefois désigné sous le nom de **dorure au feu sans mercure.**

§ 6. DORURE A L'OR HACHÉ.

La dorure d'or haché se fait avec des feuilles d'or comme la dorure d'or à la feuille; mais, quoiqu'elle se pratique d'une manière analogue, elle en diffère en deux points essentiels.

1. Quand le métal a été gratté et poli, on y pratique un grand nombre de petites hachures, d'où cette espèce de dorure a reçu son nom, et ces hachures s'y font dans tous les sens avec le *couteau à hacher*, qui est un petit couteau à lame d'acier courte et large, emmanché de bois ou de corne. Ces hachures ne paraissent plus à l'extérieur, lorsque la dorure est achevée.

2. Pour la dorure hachée, il faut jusqu'à dix à douze couches, à deux feuilles d'or sur chaque couche; au lieu que, pour la dorure unie, il n'en faut que quatre. Cette grande quantité d'or est nécessaire pour couvrir les hachures; mais la dorure qui en résulte est plus belle et plus solide.

§ 8. DORURE AU POUCE OU AU BOUCHON.

Ce genre de dorure ne sert plus aujourd'hui à dorer des pièces entières, mais on y a souvent recours pour réparer des surfaces de peu d'étendue qui ne sont pas bien venues à la dorure ou qui ont été dédorées par suite du frottement ou de toute autre accident. On évite ainsi de redorer entièrement l'objet, et on peut dire qu'elle

adhère parfaitement, car elle supporte l'action du brunissoir sans s'écailler. Sous ce rapport, elle est préférable à l'emploi de l'or en coquille auquel les doreurs à la pile ont généralement recours pour réparer les pièces manquées ou détériorées.

Il existe plusieurs manières de préparer l'or pour dorer au pouce, mais la plupart sont purement empiriques. Du reste, elles se réduisent toutes à dissoudre dans l'eau régale de l'or vierge finement laminé.

Supposons, par exemple, qu'on veuille employer 5 grammes d'or : on le jette dans 30 grammes d'eau régale, on laisse évaporer un peu pour chasser l'acide en excès, puis on ajoute 30 grammes de salpêtre en poudre. Quand la liqueur s'est refroidie, on la verse dans une assiette de porcelaine, puis on y place, les uns sur les autres, des morceaux carrés de toile de fil, que l'on frappe légèrement avec une baguette de verre afin qu'ils s'imprègnent bien de la dissolution. Alors, on les égoutte au-dessus de l'assiette, on les fait sécher dans un lieu obscur, et l'on y met le feu : le salpêtre ajouté au mélange trouve ici son utilité, car il est uniquement destiné à faciliter la combustion des carrés. On recueille avec soin la cendre résultant de l'opération, et on la broie à la molette avec un peu d'eau. Il n'y a plus alors qu'à la faire sécher lentement et à la conserver pour l'usage.

Pour se servir de la poudre dont nous venons de parler, on en prend une petite quantité, on la délaie avec une goutte d'eau, et on l'étend par friction sur l'objet à dorer. Les parties planes se frottent avec le pouce, les filets avec un bouchon de liége fin taillé en couteau, les creux et les angles avec un morceau de peuplier, de tilleul ou de tout autre bois tendre.

Les pièces que l'on veut dorer au pouce doivent être en argent ou du moins argentées, car ce genre de dorure ne prend pas bien sur les autres métaux.

Il est, en outre, à remarquer que la dorure est peu apparente et généralement pâle avant le brunissage. Quand on veut avoir une dorure rouge, on ajoute un peu de cuivre pur à l'or qui doit être dissous par l'eau régale, ou bien on prend de l'or allié au cuivre.

Suivant M. Roseleur, il serait vraisemblablement possible de préparer la poudre à dorer en trempant des morceaux de linge dans une dissolution ordinaire de perchlorure d'or, on brûlerait ensuite ces linges et l'on en emploierait immédiatement la cendre.

La dorure au pouce est très-facile et très-économique, mais aussi excessivement légère. La plupart des ornements d'or qui sont sur les éventails, les tabatières, etc., ne sont que de l'argent doré de cette manière.

§ 7. DORURE A L'ÉTHER.

On fait dissoudre une quantité quelconque d'or fin dans l'eau régale, et l'on évapore jusqu'à ce que la liqueur soit rouge-brun. Quand le chlorure d'or est refroidi, on y ajoute, pour 5 grammes d'or dissous, 10 grammes d'éther sulfurique, en ayant soin d'opérer le mélange dans un flacon d'une capacité double du volume des deux liquides. On bouche bien et l'on agite fortement. Par suite de la réaction qui a lieu, l'éther s'empare de l'or, dont il dépouille l'acide, et se montre à la surface avec une belle couleur jaune. Versant alors le tout dans un entonnoir qui a le bec bouché, l'acide ayant une plus grande densité que l'éther chargé d'or, ne tarde pas à se précipiter. On le laisse couler et l'on reçoit l'éther dans un flacon bouché à l'émeri.

L'emploi de cette liqueur est des plus simples. Il suffit, en effet, d'y tremper une plume d'oie ou un pinceau, puis de passer sur les objets qui doivent recevoir la dorure, et qui ont préalablement été chauffés légèrement.

L'éther s'évapore, et l'or adhère à l'objet. On peut rendre la couche d'or plus ou moins épaisse en passant plusieurs fois le pinceau.

Ce procédé a été surtout recommandé pour dorer le fer et l'acier.

§ 8. DORURE AU PINCEAU OU A L'OR EN COQUILLE.

Cette dorure consiste à appliquer sur les objets de la poudre d'or délayée dans une eau gommeuse. Cette poudre ne tenant qu'au moyen de la gomme, la dorure qui en résulte ne présente pas plus de solidité qu'une couleur à l'aquarelle, qu'on appliquerait sur une pièce dorée. On n'emploie ce procédé que pour recouvrir de très-petites surfaces, surtout pour réparer les menus défauts des objets dorés par les autres méthodes.

L'or en coquille dont on se sert n'est autre chose que de la poudre d'or unie à la gomme arabique, mais toutes les poudres de ce genre ne peuvent pas convenir, parce qu'elles ne possèdent pas toutes la couleur et l'éclat métallique à un assez haut degré. Les poudres chimiquement préparées ne peuvent pas être employées. Il n'y a que les poudres faites à la manière des poudres de bronze d'Allemagne qui aient les qualités voulues.

Pour préparer l'or en coquille, on broie à la molette des feuilles d'or au livret, auxquelles on ajoute du miel pour qu'elles ne puissent s'envoler. Quand on juge l'opération poussée assez loin, on jette le tout dans l'eau chaude. Le miel se dissout, tandis que la poudre métallique reste insoluble et se précipite au fond du vase. On recueille cette poudre par décantation, on la lave à l'eau propre à plusieurs reprises, et on la fait sécher. Enfin, lorsqu'elle est sèche, on la broie de nouveau avec de l'eau gommée, puis on l'étend, soit sur un godet de porcelaine, soit sur une coquille de moule.

Si, au lieu de poudre d'or jaune, on veut obtenir de la poudre d'or rouge, on broie avec l'or au livret une ou plusieurs feuilles de cuivre rosette. Si c'est de la poudre d'or vert, on ajoute à l'or au livret une ou plusieurs feuilles d'argent. Dans les deux cas, il vaut mieux, si l'on en a la possibilité, se servir de métaux alliés au titre convenable avant leur transformation en feuilles.

§ 9. AUTRE DORURE AU PINCEAU.

En 1854, MM. Peyraud et Martin ont pris un brevet d'invention pour un procédé de dorure au pinceau qui n'a rien de commun avec le précédent.

« Ce procédé, qui s'exécute à froid, s'applique à tous les métaux sans distinction. Se faisant à la main, il permet à l'opérateur de répartir d'une manière égale la couche d'or. De plus, il présente l'avantage très-important de dorer certaines parties d'un objet, tandis qu'on en argenterait d'autres pour produire des dessins variés. »

Pour opérer, on galvanise les objets à la manière ordinaire, puis on les recouvre au pinceau d'une dissolution d'or dans un mélange d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique. Les proportions de ces substances peuvent varier à l'infini, mais, disent les auteurs, les suivantes nous ont donné les meilleurs résultats.

« Nous mettons dans une capsule :

Or laminé.	10 gram.
Acide chlorhydrique.	20 —
Acide nitrique..	10 —

« Nous faisons évaporer ce liquide en plaçant la capsule sur un feu modéré et en remuant continuellement avec un tube de verre, jusqu'à ce que l'or ait passé à l'état de chlorure ; on laisse ensuite refroidir, puis on dissout dans 20 grammes d'eau distillée.

« Cela opéré, nous faisons dissoudre 60 grammes de

cyanure de potassium dans 80 grammes d'eau distillée, et nous mélangeons ce liquide avec le précédent, dans un flacon que nous avons soin de remuer pendant vingt minutes. Nous filtrons ensuite le mélange. Enfin, nous mélangeons 100 grammes de blanc d'Espagne, bien sec et tamisé, avec 5 grammes de crème de tartre pulvérisée, et nous délayons cette poudre avec une certaine quantité du liquide ci-dessus, de manière à former une bouillie assez épaisse pour pouvoir l'étendre au pinceau sur l'objet à dorer. Il suffit alors de laver l'objet ainsi recouvert, en le frottant avec une brosse grossière pour en enlever la poudre.

« On comprend combien ce procédé est prompt, peu coûteux et facile à mettre en usage. Nous avons, par son moyen, obtenu de très-beaux résultats sur tous les métaux, et nous pouvons livrer les objets dorés à très-bon marché. »

§ 10. PROCÉDÉS DIVERS.

1° *Dorure sur argent, par M.* NORMAND.

On fait dissoudre dans une fiole de verre, par une douce chaleur, 4 grammes d'or fin laminé, trempé d'une eau régale composée de 15 grammes d'acide nitrique pur et 15 grammes d'acide hydrochlorique pur. Pendant que la dissolution s'opère, on place sur le feu une capsule de porcelaine contenant 1 litre et 1/2 d'eau filtrée et 500 grammes de bicarbonate de potasse. Ce bicarbonate étant fondu, on y verse doucement la dissolution d'or; on fait bouillir la préparation jusqu'à l'évaporation aux trois quarts; alors on éloigne la capsule du feu, et l'on y ajoute de l'eau filtrée, pour remplacer celle perdue par l'évaporation. On laisse reposer, et on décante doucement le mélange liquide, pour en retirer le dépôt noir qui s'est formé au fond de la capsule; dès lors le bain est préparé.

Les pièces que l'on veut dorer par ce procédé doivent être mises sur le feu, et, lorsqu'elles sont rougies, il faut les jeter dans l'acide sulfurique marquant 15 degrés au pèse-acide de Baumé. Faire bouillir jusqu'à ce que les pièces soient parfaitement blanches, les retirer et les soumettre à l'action du gratte-bosse, faire bouillir le bain, y mettre les pièces à dorer, y joindre un ou plusieurs fils de cuivre; remuer dans le bain avec les pièces. Un précipité noir colore aussitôt ces mêmes pièces; retirer les cuivres et laisser bouillir les pièces seules, jusqu'à ce qu'elles aient pris une teinte assez jaune; les retirer et les gratte-bosser de nouveau, laisser déposer le bain, en retirer le précipité qui reste, et remettre le bain sur le feu, y déposer de nouveau les pièces en y ajoutant au-dessus un fil de cuivre. Si la couleur obtenue alors n'était pas suffisante, on devrait recommencer une seconde fois l'opération.

Par ce même procédé, on peut dorer au rouge vermeil, en faisant noircir les pièces à dorer trois fois dans le bain, après les avoir gratte-bossées, et en les passant au rouge employé pour la dorure au feu : on obtient ainsi un rouge plus vermeil que par la dorure au mercure.

Le bain qui a servi plusieurs fois est préférable à un bain neuf.

2° *Dorure sur bronze.*

L'art du doreur sur bronze avait fort peu fixé l'attention des savants, quand, ainsi qu'on l'a vu plus haut, *Ravrio*, ancien fabricant distingué de bronzes dorés, institua un legs de trois mille francs pour être décerné à celui qui trouverait le moyen de garantir les ouvriers doreurs de l'insalubrité des émanations du mercure. D'Arcet entra dans la lice, il obtint le prix, et l'on adopta son appareil pour garantir les ouvriers des vapeurs mercurielles.

Le savant chimiste a publié sur ce sujet un excellent

ouvrage dans lequel nous avons puisé des renseignements d'un grand intérêt.

Dans la pratique de cet art, l'objet que l'on a déjà fondu et coulé en bronze, s'il est destiné à être doré, est d'abord envoyé au *ciseleur* ou au *tourneur*. Lorsque ce travail est fait, on le passe à l'ouvrier doreur, qui le fait *recuire* et le *déroche* au moyen de l'acide nitrique ou de l'acide sulfurique faible.

Aussitôt que le bronze est bien net, et que le *décapage* se trouve complet, on le lave soigneusement à plusieurs eaux, et on le fait bien sécher au moyen du son, de la sciure de bois, de la tannée, etc. L'ouvrier doreur prépare alors l'amalgame d'or et de mercure et l'applique sur la pièce à l'aide du *gratte-bosse*, qu'il doit avoir soin de tremper un peu dans de l'acide nitrique pur, ou dans de l'acide nitrique contenant en dissolution un peu de mercure. Au moyen de ce gratte-bosse, il étend l'amalgame le plus également qu'il peut, en en mettant davantage sur les parties qui doivent être mises au *mat* ou bien en *or moulu*, et en chargeant moins celles qui doivent être brunies. La pièce est ensuite lavée, séchée et soumise à une température propre à volatiliser le mercure sans faire rougir le bronze. Pendant cette opération, l'ouvrier doit retirer souvent la pièce du feu pour la brosser en divers sens avec une brosse ordinaire, afin d'y étendre uniformément l'amalgame.

Lorsqu'on est arrivé au point que tout le mercure est volatilisé, on applique une autre couche d'amalgame si on le juge nécessaire, et l'on opère comme nous venons de l'exposer. Quand cette opération est terminée, on lave la pièce avec de l'eau acidulée au moyen de l'acide acétique (vinaigre), et on la nettoie avec des gratte-bosses neufs et rudes; on passe dessus de l'eau claire, et on la sèche bien comme nous l'avons indiqué. Alors la pièce est d'une couleur jaune sale et est susceptible de recevoir,

suivant qu'on le désire, le *mat*, la *couleur d'or moulu*, le *bruni* ou *l'or rouge*.

Autre dorure du bronze. — L'art de dorer le bronze est très-préjudiciable aux ouvriers, à cause des vapeurs mercurielles. Voici le moyen d'éviter ce danger. On fait dissoudre :

Or fin.	150 gr.
Dans l'eau régale.	1kil.600

Cette eau régale doit être faite avec 700 grammes d'acide azotique pur à 1,45 degrés, 480 grammes d'acide hydrochlorique également pur à 1,15 degrés et 425 grammes d'eau distillée.

On transvase la dissolution d'or dans une capsule de porcelaine pour en séparer le peu de chlorure d'argent qui se forme ; on y ajoute d'abord 18 litres d'eau distillée, puis 9 kilogrammes de bicarbonate de potasse, et l'on fait bouillir pendant deux heures. Quand on veut s'en servir, on la fait chauffer dans un vase de faïence bien uni, qui conserve parfaitement la chaleur, et l'on y plonge, étant bouillante, les objets qu'on veut dorer, et qu'on y suspend au moyen d'un fil métallique : on les y laisse plus ou moins de temps, suivant la dorure qu'on veut obtenir. Ces objets sont disposés en un certain nombre, plongés et agités dans la composition, à plusieurs reprises, en ayant soin d'y laisser plus longtemps les plus gros que les plus petits. Quand l'immersion est finie, on les lave à l'eau propre et on les brunit.

3° *Dorure des fils d'argent.*

Le procédé que suivent les doreurs de fils d'argent, consiste à appliquer une feuille d'or sur une verge d'argent qu'on tire ensuite à la filière de telle manière que l'or suit l'étirage. La plus faible proportion de ce métal, est en Angleterre, suivant un acte du parlement, de

100 grains pour 5760 grains d'argent, et la plus forte de 120. D'après les calculs connus, un gramme d'or peut recouvrir, après l'étirage ordinaire, une longueur de 2,400 mètres, ou une surface de 2m.500 carrés. Réaumur assure qu'un grain d'or (moins de 6 centigrammes) peut s'étendre à 2,900 pieds (958 mèt.), et recouvrir une surface de 1,400 pouces carrés ; il ajoute que l'épaisseur de l'or, dans la partie la plus mince du fil, ne va pas au-delà de 14,000,000 de pouce.

4° *Dorure de l'aluminium.*

M. Tissier a indiqué le procédé suivant pour dorer l'aluminium.

On fait dissoudre 8 grammes d'or dans l'eau régale, on étend d'eau la solution et on la met digérer jusqu'au lendemain avec un petit excès de chaux. Le précipité d'aurate de chaux et de chaux bien lavé est traité, à une douce chaleur, par une dissolution de 20 grammes d'hyposulfite de soude dans un litre d'eau. La liqueur filtrée est propre à dorer à froid ; il suffit d'y plonger l'objet d'aluminium, après l'avoir préalablement décapé par l'action successive de la potasse, de l'acide nitrique et de l'eau pure.

5° *Dorure du fer et de l'acier.*

On prépare de l'eau régale en dissolvant dans une fiole à médecine 8 grammes d'hydrochlorate d'ammoniaque (sel ammoniac) et 30 grammes d'acide azotique (eau-forte), et l'on y dissout, à l'aide d'une douce chaleur, un livret d'or en feuilles.

Quand la dissolution est terminée, on vide la fiole dans un bol de porcelaine, et l'on y ajoute, avec beaucoup de précaution et peu à peu, 60 grammes d'essence de térébenthine qu'on mélange intimement avec la dissolution d'or. Après quelque temps de repos, l'essence monte à la

surface, chargée de l'or qu'elle a enlevé à l'acide hydrochloro-azotique (eau régale). Il ne reste plus qu'à l'en séparer par la décantation.

Pour dorer le fer, l'acier ou d'autres métaux, on promène légèrement sur leur surface bien décapée, une petite brosse plate trempée dans cette essence de térébenthine. On laisse sécher à l'air libre, et l'on chauffe ensuite le métal plus ou moins fortement selon sa nature. Quand il est froid, on brunit la dorure.

Autre dorure du fer et de l'acier. — Pour cette dorure, on commence par faire dissoudre de l'or dans de l'acide hydrochloro-azotique (eau régale), selon le procédé ordinaire. On verse ensuite sur la dissolution environ un volume double d'éther sulfurique, ce qui exige quelques précautions, et doit se faire dans un matras très-volumineux; on agite ensemble les deux liqueurs; dès que le mélange est en repos, on voit l'éther se séparer de l'acide hydrochloro-azotique; l'acide devient plus transparent et l'éther plus foncé à raison de l'or qu'il a enlevé à l'acide. On verse le tout dans un entonnoir de verre, dont le bec est tiré en pointe et fermé; on ne l'ouvre que lorsque les liquides se sont bien séparés l'un de l'autre. L'acide qui occupe le fond sort le premier; lorsqu'il est passé en totalité, on ferme l'ouverture, et on la rouvre sur un flacon pour y faire entrer la dissolution éthérée; on bouche bien ensuite ce flacon.

Quand on veut se servir de cette dissolution éthérée, pour dorer le fer ou l'acier, on commence par polir avec beaucoup de soin le métal avec de l'émeri fin ou du rouge d'Angleterre et de l'eau-de-vie; on applique ensuite, avec le pinceau, l'éther aurifère; cet éther s'évapore et laisse l'or sur la surface du métal, que l'on polit ensuite au brunissoir.

6° *Procédé pour dorer le fer par l'intermédiaire du cuivre.*

Après que l'on a bien nettoyé le fer au moyen d'un bain acidulé, on le frotte soigneusement et on le plonge dans une solution de sulfate de cuivre. Dès que le fer est recouvert d'une légère couche de ce métal, on y applique de l'amalgame d'or, puis on l'expose à la chaleur, qui volatilise le mercure, et l'objet se trouve très-bien doré.

7° *Dorure du cuivre par amalgame.*

Après avoir plongé une pièce de cuivre bien propre dans une solution d'azotate de mercure, on voit ce dernier métal se précipiter sur le premier. On étend alors un léger amalgame d'or sur cette pièce, puis on la soumet à un feu de fourneau qui ne laisse pas dégager de fumée. Le mercure se volatilise, et le cuivre se trouve doré.

8° *Procédé pour dorer des barres de cuivre de manière à les rendre susceptibles d'être laminées en feuilles, par* M. Turner.

«On prépare des barres de cuivre et de laiton d'une dimension convenable, ensuite on les nettoie avec soin, on nivelle et on polit leur surface; l'on prépare des feuilles d'or de la même grandeur que ces barres et d'une épaisseur convenable. Quand la feuille d'or est placée sur ces barres, on les martèle et on les comprime ensemble de telle sorte que les surfaces soient très-bien égales entre elles; alors on les lie avec du fil métallique, et l'on prend de la limaille d'argent qu'on mêle avec du borax pour en faciliter la fusion. Ce mélange étant appliqué sur la feuille d'or qui recouvre le cuivre, on expose le tout à l'action d'un feu de fourneau, jusqu'à ce que le borax et l'argent soient fondus, et l'adhérence de l'or au cuivre complète.

Alors on retire les barres qui se trouvent bien dorées et susceptibles d'être laminées en feuilles. »

8° *Gravure dorée sur acier.*

La liqueur d'éther indiquée au § 5 fournit un moyen très-commode d'orner les pièces d'acier de dessins délicats. On couvre l'objet d'un mélange, en parties égales, de cire, de colophane et d'oxyde de fer. Avec une pointe très-fine, on trace le dessin sur cet enduit, en conduisant l'outil de manière à mettre à nu tous les points du métal qu'il rencontre, et l'on termine en couvrant le tout de la liqueur à dorer. Celle-ci s'introduit promptement dans tous les petits sillons formés par la pointe, et va fixer l'or sur les parties découvertes.

On peut aussi, une fois que le dessin est tracé sur le vernis, le recouvrir de bichlorure de mercure ou sublimé corrosif et d'un peu d'eau. Au bout de 5 à 10 minutes, le métal est creusé comme dans la gravure à l'eau-forte. On le lave alors, on le sèche et l'on y passe l'eau à dorer. On enlève ensuite le vernis, et l'objet se trouve orné d'une gravure dont tous les traits sont dorés.

Il est à remarquer que lorsqu'on emploie la liqueur sans la gravure, il faut passer le brunissoir afin de bien fixer la dorure.

Ce procédé est peu employé aujourd'hui, parce que la dorure galvanique l'a remplacé. Cependant, il n'a pas l'inconvénient de rouiller l'acier, comme fait cette dernière, quand on applique directement la dorure sur ce métal, c'est-à-dire sans cuivrer.

9° *Moyen de donner à l'or seul ou à des dorures une couleur belle et foncée.*

Sulfate de fer calciné au rouge. . .	91 gram.
Sel ammoniac	61 —
Vert-de-gris.	20 —

broyés ensemble et conservés dans un flacon hermétiquement fermé. Quand on veut colorer l'or, on l'humecte, on le saupoudre de ce mélange, puis on le fait recuire à plusieurs reprises et tremper dans l'eau.

Autre.

Sel ammoniac.
Couperose verte. } parties égales.
Nitrate de potasse.

On broie ensemble; on verse dessus du vinaigre; on broie de nouveau, on laisse sécher, on réitère plusieurs fois cette opération et l'on conserve cette poudre. Pour s'en servir, on humecte l'or avec de l'urine, on le frotte avec une brosse et on le couvre de cette poudre; on chauffe, et, quand elle est noircie, on trempe dans l'urine, et l'on frotte avec une brosse de laiton.

10° *Moyens de dorer à l'huile, en or bruni, sur métal verni.*

Premier procédé. — Les pièces étant vernies et polies, on applique le mordant de la manière suivante : il faut d'abord réchauffer la pièce, et la faire ressuyer dans l'étuve afin de s'assurer qu'il ne reste plus d'humidité. On met alors avec précaution, et le plus également possible, au moyen d'un petit bâton affilé en forme de crayon, des gouttes du mordant préparé, qu'on a dans un petit godet. Cette opération doit être faite avec le plus de promptitude possible, afin que les dernières gouttes mises ne prennent pas un degré de consistance qui pourrait nuire à la parfaite extension du mordant. On étend ce dernier d'abord avec un petit tampon de taffetas, ensuite au moyen d'un velours qui le distribue également. Sans cette précaution, le principal inconvénient serait de ternir l'or en l'appliquant, ce qui lui ôterait tout le brillant qu'il

obtient par la seule application, dont la réussite dépend encore plus des moyens de la main-d'œuvre que des procédés de composition du mordant.

Composition du mordant. — Or-couleur et huile cuite, parties égales. L'or-couleur se trouve chez le marchand de couleurs.

Deuxième procédé. — Toutes les préparations ci-dessus étant effectuées, on peut parvenir à produire le même effet par l'addition de deux parties de cire à une partie de vernis au mastic fait d'huile de lin dégraissée et de mastic qu'on applique de même que le mordant ci-dessus. Lorsqu'il est frotté et bien étendu, il faut l'exposer à la chaleur d'une étuve pour achever l'extension. L'application de l'or se fait comme il va être indiqué dans le procédé suivant.

Troisième procédé. — Il consiste à faire un mordant avec une partie de vernis blanc ou noir de succin et de deux parties d'huile grasse. Ainsi, dans la supposition que la portion de vernis blanc ou noir soit de 30 grammes, la portion d'huile grasse sera de 60 grammes.

On couche le mordant au pinceau : après cette opération, on essuie avec un velours, et l'on met un intervalle entre l'application du mordant et celle de l'or.

On prend un coussin de peau de veau fauve. Sur ce coussin on étale une feuille d'or battu, qu'on divise en petites portions pour appliquer sur les endroits à dorer. L'or une fois appliqué, on appuie dessus avec un morceau de peau bien propre, on y repasse ensuite avec un velours bien net, afin d'unir et de donner le brillant nécessaire; on laisse sécher et l'on donne une ou plusieurs couches de vernis gras. Ces couches de vernis qu'on donne sur l'or servent à le mettre à l'abri des frottements, et à même d'être lavé, s'il en est besoin.

11° *Dorure sur zinc au mat, par* M. Poncel.

On a fait un bain avec de l'eau seconde et de l'acide chlorhydrique à 15 degrés au pèse-acide; on trempe à froid la pièce de zinc à dorer; on la retire immédiatement; on la passe à l'eau claire et on la cuivre, sans la sécher, dans le bain suivant :

On fait dissoudre 100 grammes de sulfate de cuivre dans 4 litres d'eau; on ajoute autant de cyanure de cuivre qu'il s'en peut dissoudre; on fait chauffer le bain à 70 degrés, et on cuivre au moyen d'une pile.

La pièce étant cuivrée, on la gratte-bosse et on l'argente dans le bain suivant :

On fait dissoudre dans 20 litres d'eau 160 grammes de sel double de cyanure d'argent et de potassium, 1250 grammes de sesquicarbonate de soude, et 350 grammes de cyanure blanc; on fait bouillir le tout pendant une demi-heure avant de s'en servir, et on l'emploie à 70 degrés centigrades.

On rendra la pièce mate en l'agitant fortement.

Quand elle est argentée, on la dore dans le bain suivant :

On fait dissoudre dans 20 litres d'eau, 150 grammes de sel double d'or et de potassium, 350 grammes de cyanure blanc; on fait bouillir deux heures avant de s'en servir, et on l'emploie à 60 degrés centigrades. Quand on retire la pièce d'un bain, il faut la rincer dans l'eau froide.

On peut obtenir l'or moulu en gratte-bossant la pièce dorée mate.

12° *Sur les divers genres de dorure, par* Odolant-Desnos.

Nous croyons utile de placer ici, comme point de comparaison, un extrait de la notice de Desnos, qui divise les

genres de dorure en sept classes au lieu de trois, et présente en conséquence quelques nouveaux détails pouvant offrir un certain intérêt. Dans la fabrication de Paris, dit Desnos, « il se pratique plusieurs sortes de dorures parmi lesquelles on remarque surtout :

« La dorure *mate au mercure ;*

« La dorure *mate à l'anglaise ;*

« La dorure *au vermeil ;*

« La dorure *évaporée ;*

« La dorure *vive ;*

« La dorure *mate avec des ors de couleurs,* verts, blancs et roses ;

« Puis la dorure *vive, également avec des ors de couleur.*

« Toutes les dorures faites au moyen de l'amalgame d'or et de mercure exigent, pour obtenir l'aspect soit du *mat,* soit de la couleur connue sous le nom d'*or moulu,* soit de celle d'*or rouge,* qu'on leur fasse subir, après l'application de l'amalgame, des préparations spéciales en raison de cet aspect.

« Ainsi, pour obtenir l'or mat, on doit, après que la pièce a été couverte d'amalgame, la chauffer légèrement et la recouvrir du mélange appelé *mat* dans le commerce, et composé de salpêtre, d'alun et de sel marin.

« Quant à l'or moulu, il se donne en appliquant sur la dorure, à l'instant qu'elle est d'un aspect sale, un mélange de sanguine, d'alun et de sel marin, délayés dans du vinaigre; puis on chauffe la pièce à 150 ou 200 degrés environ, c'est-à-dire plus ou moins, suivant qu'on veut obtenir un ton plus ou moins chaud ; ensuite on la plonge dans l'eau froide, et on la lave avec une brosse imbibée de vinaigre.

« La couleur d'or rouge, que l'on donne pour imiter l'or des bijoux, s'obtient en appliquant sur la pièce dorée

un mélange composé de cire jaune, d'ocre rouge, de vert-de-gris et d'alun, et en faisant chauffer ensuite assez fortement pour que le mélange arrive à s'enflammer. Alors on attend que la cire soit brûlée, puis on plonge dans l'eau et on lave au vinaigre.

« Cette dorure produit un ton rouge que l'on nomme *vermeil*.

« Le doreur la prépare par grammes, en ajoutant 21, 26, 32 et 42 centigrammes de grains d'or par 30 grammes de mercure, selon la beauté qu'il veut donner à la pièce.

« La dorure au moyen de l'amalgame se fait de deux manières, savoir : *au sauté* et *au gratte-bosse*.

« On appelle *au sauté* une dorure obtenue en sautant les pièces, réunies dans une sébile remplie à moitié d'amalgame d'or, jusqu'à ce qu'elles soient entièrement couvertes du mélange mercuriel.

« La dorure *au gratte-bosse* ne se fait guère que sur les pièces d'horlogerie.

« *Dorure vive*. — La dorure vive est réservée surtout pour les articles de bijouterie que l'on veut dorer à très-bon marché ; car on peut dorer avec 5 centigr. et même 3 centigrammes par 30 grammes de matière à dorer. Il en résulte en réalité une dorure très-légère, puisque l'on voit des broches qui ne pèsent pas plus de 30 grammes ou 60 grammes au plus, la douzaine, ne consommer que 5 centigrammes d'or habituellement, et au plus 1 décigramme quand on veut obtenir une dorure plus forte.

« On peut se figurer le bon marché de cette dorure, puisque le doreur, pour le paiement de l'or, du mercure, de l'eau-forte qu'il a dépensés et du temps qu'il a employé, ne reçoit que 25 centimes par 5 centigrammes d'or. Ainsi l'on pourrait par cette méthode dorer une douzaine de broches pour 50 et même pour 25 centimes.

« Il est inutile de dire ici que plus on ajoutera d'or, plus la dorure sera belle : c'est naturel. Avec 15 centigrammes d'or par 30 grammes, on obtiendra une fort jolie dorure : néanmoins il est nécessaire de faire remarquer que lorsqu'on arrive à ce dosage, il est indispensable, lors de l'évaporation du mercure, de l'activer en couvrant la dorure d'un mélange de suif, de rouge et d'essence, ce qui favorise l'action de la flamme et fait évaporer plus promptement le mercure.

« *Dorure évaporée.* — Il existe encore un genre de dorure qu'on nomme *évaporée*. Pour l'exécuter, les pièces couvertes d'amalgame ne sont plus brûlées avec la cire, mais sont simplement soumises à l'action naturelle du feu, qui fait évaporer le mercure. Cette dorure a un ton vert, mais, après l'avoir gratte-bossée, on la remonte en couleur en la chauffant de nouveau sur la braise à une chaleur de 100 degrés.

« Quand il y a suffisamment d'or, les pièces prennent alors un beau ton jaune, et l'on peut, avec 20 centigrammes d'or par 30 grammes, faire ainsi une très-jolie dorure.

« Du reste, il ne faut pas oublier qu'il est toujours nécessaire, quel que soit le genre de dorure que l'on fasse, de dorer d'abord, ensuite de faire des épargnes en mettant du blanc d'Espagne en bouillie partout où l'on veut faire des réserves, afin de ne mettre ensuite, au moyen d'un petit gratte-bosse, les ors de couleur que dans les endroits où l'on veut qu'ils produisent leur effet. Il en est de même si l'on veut dorer de l'argent ; il faut mettre de l'*épargne* à toutes les places où le fond doit paraître. Malheureusement nos doreurs n'ont pas la patience assez artistique, et ils sont loin encore de faire en ce genre tout ce qu'ils pourraient obtenir ; mais, il faut le dire, il ne leur manque que la volonté ; aussi font-ils payer à un prix très-élevé ce travail, et tiennent tellement plus à

faire vite qu'à vaincre les difficultés, que, il y a quelques années, nous avons vu un des plus habiles orfèvres de Paris obligé de reculer devant le prix énorme et le temps qu'on lui demandait pour produire de pareils effets sur une pièce qui aurait pu considérablement augmenter la réputation de notre orfèvrerie à l'étranger. »

13° *Procédé indien pour imiter la dorure.*

Les Indiens emploient une composition particulière pour imiter la dorure. Les Moochées et les Nuggashes, chez lesquels on l'a trouvée en usage, la préparent de la manière suivante : ils fondent de l'étain bien pur et le versent liquide dans un bambou de 6 à 8 centimètres de diamètre; ils le ferment aussitôt, l'agitent fortement et réduisent ainsi le métal en une poudre impalpable verdâtre, qu'ils passent encore à travers un tamis. Ils mêlent cette poudre avec de la glu de manière à donner au mélange la consistance d'une crème légère, puis ils l'étendent avec un pinceau sur les métaux qu'ils veulent argenter ou dorer. Ils obtiennent par là une couleur mate verdâtre; mais, en brunissant le tout avec l'agate, cette composition prend un éclat vif, semblable à celui de l'argent; en passant par-dessus un vernis jaune, on en fait une espèce de dorure qui s'altère fort peu par l'action de l'air. M. Robison en conseille l'emploi pour peindre les ponts de fer et autres grands ouvrages métalliques qu'il serait trop dispendieux de faire dorer par les moyens ordinaires. Il assure avoir vu fort longtemps des objets qui avaient été traités de la sorte, et qui ont toujours conservé leur brillant.

CHAPITRE II.

PROCÉDÉS D'ARGENTURE.

§ 1. ARGENTURE A LA FEUILLE OU AU LIVRET.

Ce procédé s'applique surtout au cuivre et aux alliages de ce métal. Il a un grand défaut : c'est d'exiger une main-d'œuvre considérable.

Les pièces sont d'abord recuites, c'est-à-dire chauffées jusqu'au rouge. On les plonge ensuite, toutes chaudes, dans l'acide nitrique étendu, ou eau seconde, ou mieux dans un bain d'acide sulfurique additionné d'un peu d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique, après quoi on les frotte avec une pierre ponce et de l'eau. On les réchauffe alors légèrement, puis on les replonge dans la liqueur acide, qui y fait naître une multitude d'aspérités microscopiques destinées à retenir les feuilles d'argent. Enfin, on les fait chauffer jusqu'à ce qu'elles aient acquis une couleur bleuâtre, ce qu'on appelle *bleuir*. Dès ce moment, les pièces ne doivent plus se refroidir qu'elles ne soient terminées. On les fixe solidement sur un tour ou dans un étau, suivant leur forme, puis, à l'aide de charbons ardents, on les maintient à une température d'environ 150°. En même temps, avec de petites pinces d'acier, dites *brucelles*, on pose dessus deux ou trois feuilles d'argent battu et on les fait adhérer en frottant fortement avec le brunissoir à ravaler. Sur ces feuilles on en pose d'autres de la même manière, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que la *charge*, c'est-à-dire l'argenture, ait l'épaisseur voulue. On termine alors avec le brunissoir à polir, que l'on conduit de façon à faire disparaître les joints des feuilles.

Dans ce procédé d'argenture, les réparations sont à peu près impossibles. Quand quelques points de la couche d'argent viennent à se détériorer, on est obligé de tout désargenter pour argenter de nouveau.

§ 2. ARGENTURE AU TREMPÉ OU PAR IMMERSION.

L'**argenture par immersion** ou **argenture au trempé,** repose sur les mêmes bases que la dorure de même nom. On peut opérer à chaud ou à froid, mais c'est ce dernier procédé qui donne l'argenture la plus belle et la plus solide.

Pour argenter à froid, les bains se composent généralement ainsi qu'il suit :

1. Cyanure de potassium. . . . . 80 gram.
   Nitrate d'argent. . . . . 10 —
   Eau. . . . . 2 litres.
2. Bisulfite de soude. . . . . 2000 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 5 —
   Eau. . . . . 2 litres.
   Nitrate d'argent, autant qu'il peut s'en dissoudre dans les 2 litres d'eau contenant les deux autres sels.
3. Potasse caustique. . . . . 100 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 50 —
   Nitrate d'argent. . . . . 10 —
   Eau. . . . . 2 litres.

Par argenter à chaud, c'est-à-dire à la température de l'eau bouillante, les bains que voici sont d'un bon usage :

1. Bicarbonate de potasse. . . . . 200 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 20 —
   Nitrate d'argent. . . . . 10 —
   Eau. . . . . 3 litres.

2. Potasse caustique. . . . . 100 gram.
Prussiate jaune de potasse.. . . . . 60 —
Nitrate d'argent. . . . . 10 —
Eau.. . . . . 3 ou 4 litres.

§ 3. ARGENTURE MELLAWITZ.

On mouille la surface du métal, bien polie et bien nette, avec une eau tenant un peu de sel marin en dissolution. On tamise ensuite sur le métal humecté la poudre suivante, dite de *première charge*.

Poudre de première charge.

Argent précipité de sa dissolution dans l'acide azotique par le cuivre. 1
Chlorure d'argent lavé et bien séché. . . 1
Borax pur, bien calciné. 2

La pièce ainsi chargée, est mise au milieu de charbons jusqu'à ce qu'elle soit devenue rouge. On la retire alors avec des pincettes et on la plonge dans une eau bouillante tenant en dissolution un peu de sel marin ou du surtartrate de potasse (crême de tartre). Après cela, on la gratte-bosse pour enlever les impuretés produites par cette poudre. En cet état, le métal se trouve avoir pris une couche d'argenture; on lui en donne une nouvelle au moyen de la pâte suivante qu'on étend sur toute la pièce avec un pinceau.

Pâte pour les autres charges.

Poudre de la première charge. 1
Chlorure de sodium pur (sel marin). . . 1
Sulfate de zinc (vitriol blanc). 1
Fiel de verre. 1

On porphyrise le tout et l'on en fait un litre au moyen

de l'eau gommée. Quand la pièce est recouverte de cette pâte, on la chauffe de nouveau au rouge cerise, on la retire, on la gratte-bosse, et l'on continue de charger, c'est-à-dire d'argenter quatre ou cinq fois de suite de la même manière et avec la même pâte. L'argenture est alors terminée, si elle doit être mate; dans le cas contraire, on brunit.

Ce procédé convient pour les pièces de peu d'épaisseur, surtout si elles sont relevées en bosse.

§ 4. ARGENTURE AU PINCEAU OU A L'ARGENT EN COQUILLE.

Cette argenture consiste à appliquer sur les objets, avec un pinceau, de la poudre d'argent délayée dans de l'eau gommée. Elle a les mêmes défauts que la dorure du même nom et sert aux mêmes usages. Quant à la poudre d'argent au moyen de laquelle on l'exécute, elle s'obtient par le même procédé que l'or en coquille (voy. page 60).

§ 5. AUTRE ARGENTURE AU PINCEAU.

Cette argenture est un cas particulier du procédé de dorure de MM. Peyraud et Martin, dont nous avons parlé page 61, et s'applique exactement de la même manière. Quant à la liqueur à argenter, elle se prépare en faisant dissoudre, d'une part, 10 grammes de nitrate d'argent dans 50 grammes d'eau distillée; d'autre part, 25 grammes de cyanure de potassium dans 50 grammes d'eau distillée. On mêle les deux dissolutions, on filtre le produit de l'opération, puis on y délaie un mélange composé de 100 grammes de blanc d'Espagne tamisé, 10 grammes de crème de tartre pulvérisée et 1 gramme de mercure.

§ 6. ARGENTURE AU FEU.

On triture ensemble :

Argent.	15 gram.
Hydrochlorate d'ammoniaque.	60 —
Chlorure de sodium	60 —
Deutochlorure de mercure.	3 —

Au moyen d'un peu d'eau, on en fait une pâte; d'autre part, on fait bouillir l'objet qu'on veut argenter, dans une solution d'alun et de tartre, et on le frotte avec la pâte ci-dessus. On fait chauffer ensuite au rouge, et l'on brunit. Cette sorte d'argenture est celle des selliers et des harnacheurs. On peut aussi étendre sur la pièce le précipité d'argent ci-dessus, au moyen du mercure ou du borax, et le fixer par la chaleur.

Les pièces que l'on argente sont ordinairement en laiton (alliage de cuivre et de zinc) ou en cuivre. On commence par dérocher la pièce, et on la fait bouillir pendant quelques instants dans un bain de dix litres d'eau étendu d'un à deux litres d'acide sulfurique : ce bain dispose les pores du cuivre à s'ouvrir; on chauffe ensuite la pièce à un feu de charbon, et pendant qu'elle est chaude (environ 200 degrés centigrades), on y applique les feuilles d'argent qu'on fixe avec le brunissoir. Il y a rarement plus de quatre à cinq feuilles d'argent sur un objet argenté et cependant, en chauffant successivement, on peut fixer sur le cuivre quinze à vingt feuilles d'argent qui y adhèrent parfaitement.

L'argenture au feu et au mercure peut également se faire de la même manière que la dorure de même nom ; mais on n'y a presque jamais recours. Nous avons décrit, page 22, le procédé imaginé par M. H. Dufresne pour l'employer.

§ 7. ARGENTURE AU POUCE.

Cette argenture se nomme aussi **argenture au bouchon** ou **argenture à la pâte.** Pour l'appliquer, on emploie des poudres à argenter que l'on prépare de plusieurs manières. Celle que fournit la formule suivante est d'un excellent usage :

Chlorure d'argent.	10 gram.
Sel de cuisine.	80 —
Crème de tartre.	40 —
Craie.	30 —

Après avoir bien trituré ces substances dans un mortier, on les broie à la molette de manière à les réduire en une poudre impalpable, qu'il faut conserver dans un flacon noir ou dans un pot opaque, parce que l'action de la lumière la décompose rapidement.

Au moment de se servir de cette poudre, on la délaie à l'eau pure, puis, avec le doigt enveloppé d'un chiffon fin ou d'un morceau de peau, on prend un peu de la bouillie qu'on a ainsi formée, et l'on en frotte l'objet à argenter. Pour les parties creuses, où le doigt ne peut pénétrer, on opère comme nous l'avons dit en parlant de la dorure au pouce. L'objet étant argenté, on le lave dans l'eau tiède, puis dans l'eau froide. Enfin, on l'essuie avec un linge bien propre et on le fait sécher à une douce chaleur.

L'argenture au pouce se fait généralement sur le cuivre et ses alliages. On peut en rehausser l'éclat en la passant très-rapidement dans une très-légère solution d'acide sulfurique.

§ 8. ARGENTURE AU CHIFFON.

L'**argenture au chiffon** n'est, en réalité, qu'une modification de l'argenture au pouce. Elle consiste à mouiller

un linge fin avec une liqueur particulière, puis à frotter l'objet de cuivre ou de laiton qu'on veut argenter jusqu'à ce qu'il devienne parfaitement blanc partout.

La liqueur dont on se sert se compose de :

Argent réduit en chlorure, cyanure, etc.	10 gram.
Cyanure de potassium.	100 —
Eau commune..	200 centil.

On ajoute souvent à cette dissolution 50 grammes de craie ou de blanc d'Espagne en poudre impalpable, mais cette addition n'est pas nécessaire. En effet, la craie est uniquement destinée à nettoyer la pièce à argenter, et si on l'introduit dans la composition, ce n'est qu'afin de simplifier l'opération. Toutefois, il vaut mieux faire celle-ci en deux temps. Dans le premier, on nettoie la pièce en la frottant avec un chiffon et la craie réduite en bouillie; dans le second, on l'argente réellement.

L'eau à argenter se trouve toute préparée, mais sous différents noms (*liquide californien*, *eau californienne*, *conservateur du plaqué*, *eau à réargenter*, etc.), dans les magasins de droguerie. On s'en sert avec avantage pour entretenir les objets argentés quand l'usage en a découvert quelques parties. Elle est également très-utile pour rendre la couleur et l'éclat à l'argent noirci par l'hydrogène sulfuré, parce que la grande quantité de cyanure qu'elle contient dissout le sulfure d'argent qui s'est formé. Mais on ne doit pas oublier qu'elle constitue un poison violent, ce qui oblige à la conserver hors de la portée des enfants et à ne pas respirer l'odeur qu'elle dégage quand on l'emploie. La poudre dont nous avons parlé plus haut n'a pas ce défaut; elle donne aussi une argenture plus forte, mais elle exige une friction plus énergique et plus longue.

Il ne faut pas confondre les préparations dont il vient d'être question avec celle que les charlatans vendent, sur

les places publiques, sous le nom d'*argenture merveilleuse*. Cette dernière est tout simplement du nitrate de mercure, tantôt en poudre, tantôt en dissolution. Quand on en met un peu sur du cuivre ou du laiton, il suffit d'un léger frottement pour revêtir ces métaux d'une couche mercurielle qui leur donne le brillant de l'argent; mais ce brillant est éphémère, car le mercure ne tarde pas à se volatiliser, en sorte que l'objet sur lequel il a été appliqué reprend bientôt son aspect primitif. La vente de cette prétendue argenture constitue donc une insigne tromperie. Elle peut, en outre, devenir la cause de graves accidents, parce que le nitrate de mercure est un poison.

§ 9. PROCÉDÉS DIVERS.

1° *Procédé pour argenter le laiton.*

Le laiton peut être argenté à chaud, tout comme à froid.

Le procédé pour argenter à chaud consiste à enduire les pièces, bien décapées au moyen de l'acide sulfurique, avec un mélange argentifère réduit en bouillie; on les fait chauffer sur un feu de charbon jusqu'au rouge faible; on les plonge toutes chaudes dans l'eau, puis on les frotte avec de la crême de tartre pulvérisée; on recommence les mêmes opérations, mais en ne chauffant les pièces que lorsqu'elles ne fument plus.

Le mélange argentifère pour l'argenture à chaud se compose de :

Chlorure d'argent.	1 partie.
Sel marin.	4
Sel ammoniac.	4
Fiel de verre.	4

On peut encore argenter à chaud et par fusion, en pre-

nant de l'argent divisé, que l'on mêle avec du borax et du sel ammoniac; on étend ce mélange sur le laiton avant de le faire chauffer.

On argente à froid en frottant avec un mélange convenable les pièces décapées et encore chaudes que l'on veut argenter; on les lave dans l'eau et on les frotte avec de la crême de tartre.

Le mélange, pour l'argenture à froid, se compose de :

Chlorure d'argent.	1 partie.
Chlorure de sodium.	6
Crême de tartre.	6

M. Dernen, qui s'est occupé de recherches sur cette argenture, établit :

1° Que l'on n'argente que faiblement le laiton en le frottant avec du chlorure d'argent pur et sec.

2° Que si l'on humecte le chlorure, et que l'on chauffe jusqu'à l'ébullition, le laiton est corrodé et non argenté.

3° Que l'argenture est très-faible lorsqu'on fait chauffer du laiton dans de l'eau tenant du chlorure d'argent en suspension.

4° Que, dans les mêmes circonstances, le cuivre rouge ne décompose pas le chlorure d'argent.

5° Que l'argenture s'effectue vite et très-bien, lorsqu'on frotte les pièces avec un mélange humecté de chlorure d'argent et de chlorure de sodium, et beaucoup mieux encore quand on fait chauffer le laiton dans une dissolution concentrée de sel marin ou de sel ammoniac avec du chlorure d'argent.

6° Que le sel ammoniac agit plus efficacement que le sel marin, parce qu'il dissout une plus grande proportion d'argent.

7° Que les argentures préparées comme il vient d'être dit, ont une teinte jaune verdâtre qui disparaît complétement en les frottant avec la crême de tartre.

8° Si l'on frotte une plaque de laiton avec un mélange de chlorure d'argent, de sel marin et de mercure, elle prend l'aspect du mercure; si on la chauffe pour volatiliser ce métal, elle acquiert une teinte noire qu'elle perd en la frottant avec de la crême de tartre. Alors elle prend un aspect blanc agréable, et elle est argentée solidement.

En Angleterre, on argente le cuivre en le frottant avec une poudre qui se compose de :

Tartre.	8 gram.
Chlorure de sodium.	8
Alun.	2

On unit le tout à 80 ou 100 centigrammes d'argent précipité de sa dissolution dans l'acide azotique par le cuivre. On brosse ensuite la pièce et on la brunit.

2° *Argenture des cadrans de montre.*

On prend :

Chlorure d'argent.	} parties égales.
Sous-tartrate de potasse humide.	}

On décape avec soin le cadran de la montre et on le frotte bien avec ce mélange, jusqu'à ce qu'il en soit recouvert d'une couche suffisante; on chauffe ensuite fréquemment, et on plonge dans l'eau distillée pour enlever toute la matière saline superflue.

3° *Argentures diverses peu solides.*

On peut encore argenter le cuivre, quoique peu solidement, en le frottant avec la poudre suivante.

On mêle 7 grammes de tartre avec une pareille quantité de sel commun et 19 décigrammes d'alun, et l'on ajoute environ 1 gramme d'argent précipité de l'acide azotique au moyen du cuivre. La surface du métal devient blanche

quand elle a été frottée avec cette préparation, et on peut ensuite la brunir et la polir avec du cuir.

Les cadrans de montre, les échelles de baromètre et autres articles semblables, peuvent être argentés en les frottant avec un mélange de chlorure d'argent, de sel marin et de tartre, et enlevant ensuite soigneusement par l'eau la matière saline. Dans ce procédé, l'argent est précipité de l'acide hydrochlorique qui s'unit avec une partie de la surface du cuivre. Cette argenture n'est pas durable, mais on peut lui donner de la solidité en chauffant l'objet et en répétant l'opération jusqu'à ce que la couverte paraisse suffisamment épaisse.

Les épingles sont argentées en les faisant bouillir avec du sel d'étain et du tartre.

4° Argenture au moyen de l'étain.

On prend de l'étain très-pur, on le met en fusion et on le verse, ainsi fondu, dans une boîte qu'on ferme et qu'on agite vivement : le métal, en se refroidissant, se trouve réduit en une poudre très-fine, de couleur grise. On la tamise et on l'unit à de la gélatine fondue. On l'étend avec une brosse douce, comme la peinture ordinaire. Quand elle est sèche, elle ressemble à une couche de grisaille en détrempe ; on lui donne le poli avec un brunissoir d'agate, et on y applique ensuite une couche de vernis à l'huile ou à la gomme-laque, blanc ou de couleur d'or, suivant qu'on veut argenter ou dorer. Il est bon de faire observer que la dissolution de gélatine ne doit pas être trop forte (consistance d'un lait peu épais), car le brunissoir n'opérerait aucun effet ; elle ne doit pas être non plus trop faible, car le brunissoir enlèverait l'étain. De cette manière on peut faire argenter ou dorer le bois, le cuir, le fer, etc. Ce vernis résiste assez longtemps.

DEUXIÈME PARTIE

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES.

INTRODUCTION

§ 1. PRINCIPES DE LA DORURE ET DE L'ARGENTURE GALVANIQUES.

La *dorure* et *l'argenture galvaniques* reposent sur les mêmes principes que la GALVANOPLASTIE, dont elles ne sont qu'un cas particulier.

On sait que, lorsqu'on soumet la dissolution d'un sel métallique à l'influence d'une pile voltaïque, cette dissolution se trouve bientôt réduite en ses éléments, de telle sorte que le métal vient se déposer au pôle négatif.

Si, par exemple, dans une dissolution saturée de sulfate de cuivre, on fait passer un courant électrique à l'aide de deux lames de platine, on observe un dépôt de cuivre sur la lame négative et un dégagement d'oxygène au pôle positif. Le sulfate de cuivre est d'abord décomposé, l'acide se rend au pôle positif et l'oxyde au pôle négatif; puis l'oxyde lui-même se décompose, le métal se portant seul au pôle négatif et l'oxygène s'accumulant au pôle positif.

Beaucoup de composés métalliques, tels que les chlorures, les cyanures, les sulfures, etc., se comportent de même. Le métal se dépose toujours au pôle négatif, tandis que le chlore, le cyanogène, le soufre se rendent au

pôle positif; mais il faut toujours que ces composés soient conducteurs de l'électricité, ce qui oblige le plus souvent à les prendre à l'état liquide, c'est-à-dire en dissolution.

Il est à remarquer que lorsqu'on traite certains composés métalliques par l'électricité de la pile, le dépôt du métal présente un aspect différent selon l'intensité du courant. Prenons pour exemple le sulfate de cuivre. Le courant est-il très-énergique? les conducteurs se couvrent d'une poussière rougeâtre de cuivre : c'est une espèce de boue métallique, sans consistance et sans éclat. Le courant est-il, au contraire, très-faible? le cuivre cristallise, il offre à sa surface des paillettes miroitantes; mais il est très-cassant. Enfin, si le courant a une intensité convenable, le métal se dépose en couche cohérente, et l'on obtient une lame ou plaque de cuivre, parfaitement homogène et entièrement semblable au cuivre qu'on emploie dans l'industrie.

Les conducteurs ou électrodes de la pile ont aussi une grande influence sur les produits de la décomposition. Avec des électrodes inoxydables, ces produits se séparent en général à l'état de pureté. Avec des électrodes oxydables, il ne se passe aucune action au pôle négatif; mais, au pôle positif, l'oxygène et les acides qui s'y dégagent oxydent et attaquent l'électrode en donnant naissance à divers produits secondaires qui peuvent y rester, ou se dissoudre, ou bien encore réagir sur la dissolution et les corps qui s'y trouvent.

On appelle *électrode soluble* tout conducteur positif formé d'un métal oxydable qui se dissout au fur et à mesure de la décomposition du liquide. Ainsi, quand on décompose du sulfate de cuivre en plongeant dans sa dissolution deux lames ou plaques de cuivre reliées aux pôles de la pile, la plaque négative se recouvre de cuivre métallique, tandis que l'oxygène et l'acide sulfurique

viennent se dégager sur la plaque positive, l'attaquent et forment avec elle du sulfate de cuivre. Le poids de la plaque négative augmente donc à mesure que celui de la plaque positive diminue.

On voit, d'après cela, que si l'on prend pour électrode soluble une lame du même métal que celui qui existe dans la dissolution soumise à l'action du courant, cette lame se dissoudra au fur et à mesure que cette dissolution se décomposera, en sorte que celle-ci pourra toujours être maintenue à peu près au même degré de saturation.

§ 2. HISTORIQUE.

Le fait essentiel sur lequel repose l'électro-métallurgie n'est devenu le point de départ d'applications véritablement industrielles que dans le courant de 1837. Toutefois, avant cette époque, quelques chimistes avaient eu l'occasion de l'observer, mais d'une manière si accidentelle, et ils l'avaient si imparfaitement étudié qu'il n'avait pas tardé à tomber dans l'oubli.

Ainsi, Grimelli rapporte que, dès la fin de 1800, c'est-à-dire à peine au lendemain de l'invention de la pile, Louis Brugnatelli, élève et collaborateur de Volta, remarqua la réduction, le transport, la précipitation et la cristallisation du métal dissous, sur le pôle négatif; qu'en 1802, ce même Brugnatelli indiqua le choix à faire entre les solutions métalliques les plus propres à offrir la réduction du métal qui leur sert de base, et que, parmi elles, il signala les ammoniures comme convenant le mieux à une application pratique; que, vers la fin de 1805, il acheva de démontrer comment, en vertu des mêmes principes métallurgiques, l'ammoniure d'or, dissous dans une menstrue appropriée, peut servir à dorer l'argent par le moyen de la pile; qu'enfin, entre les années 1816 et 1818, il reconnut encore les propriétés élec-

tro-chimiques du sulfate de cuivre, à l'aide duquel le plus faible courant électrique, traversant une dissolution de ce sel, peut réduire le métal dissous et le recomposer à la surface d'un autre métal, ou même sur du charbon constitué à l'état négatif.

Voici, d'après la *Bibliothèque* de Gagliardo, publiée en 1807, comment Brugnatelli opérait « pour dorer les médailles et les petits objets d'argent au moyen du galvanisme :

« Prenez une partie saturée d'or dissous par l'acide hydrochloro-nitrique (chlorure d'or), ajoutez-y 6 parties d'ammoniaque liquide; la dissolution s'y décompose, et il se précipite un thermoxyde d'or, qui se dissout aussitôt en partie pour former l'ammoniure d'or. On recueille ce mélange dans un vase de verre. Les objets destinés à être dorés sont fixés solidement à un fil d'acier ou d'argent que l'on fait ensuite communiquer au pôle négatif d'une pile voltaïque. L'objet en argent qui doit être doré plonge entièrement dans le liquide contenant l'ammoniure d'or; le courant galvanique est fermé par une grosse bande de carton mouillé, qui, de l'ammoniure, passe au pôle positif de la pile. En quelques heures l'argent se trouve entièrement doré par l'action galvanique. La dorure peut être mise en couleur par les moyens ordinaires, et on lui fait prendre le plus vif éclat avec la gratte-boësse des doreurs. »

Ce procédé a été apprécié ainsi qu'il suit, dans un rapport d'expertise judiciaire, rédigé par MM. Barral, Chevallier et Henri :

« Le texte de Gagliardo légitime l'objection qu'on a faite au procédé de Brugnatelli de fournir la dorure dans une espèce de pâte, car, en employant les proportions qui sont données par l'auteur, on n'obtient qu'une dissolution partielle. Une partie de l'or reste précipitée, comme le tribunal peut le voir par l'échantillon que

nous lui montrons. Nous faisons aussi passer deux pièces de 2 francs sous les yeux du tribunal pour lui montrer la mauvaise couleur de la dorure obtenue par l'ammoniure de Brugnatelli décrit par Gagliardo. Toutefois, la portion liquide est alcaline, mais d'une instabilité très-grande, car l'ammoniaque s'échappe très-rapidement, et l'or se dépose au fur et à mesure, de telle sorte que la dorure industrielle est impraticable. »

On doit conclure de ce qui précède que Brugnatelli a eu le premier l'idée de la dorure galvanique, qu'il a eu le premier la gloire de la réaliser dans des expériences de laboratoire, mais qu'après lui cette dorure restait tout entière à créer industriellement.

En 1825, M. de la Rive, physicien de Genève, voulant prévenir les maladies graves dues à la dorure au mercure, renouvela prématurément les essais de Brugnatelli. « J'essayai, dit-il, de faire passer le courant d'une forte pile dans une solution d'or, en mettant au pôle positif un fil de platine, et au pôle négatif l'objet à dorer. » Il se servait d'une dissolution de chlorure d'or, mais, de quelque manière qu'il s'y prît, « ses essais ne furent pas heureux. » En effet, il ne parvint à dorer que le platine, et ses efforts échouèrent quand il voulut opérer sur le laiton et l'argent. « L'action chimique qu'exerçait sur ces métaux la dissolution d'or, toujours très-acide, les dissolvait eux-mêmes, et empêchait l'or d'adhérer à leur surface. »

Après cet échec, la dorure galvanique subit un temps d'arrêt.

En 1829, M. Becquerel père employa l'action décomposante de l'électricité au traitement des minerais d'argent, de plomb, de cuivre; « mais, écrit-il, n'ayant en vue que le traitement des métaux, nous ne songeâmes pas à appliquer nos observations à la dorure et à la galvanoplastie. »

L'année 1837 vit naître la galvanoplastie. Cet art, qui

devait, en peu de temps, acquérir une importance énorme, fut créé, à quelques mois d'intervalle : à Dorpat, en février, par le physicien Jacobi; à Liverpool, en septembre, par le physicien Thomas Spencer. Un peu plus tard, ce premier fit la découverte des électrodes ou anodes solubles.

La galvanoplastie réalisée, la pensée d'employer l'agent galvanique comme moyen de dorure vint naturellement à l'esprit des savants et des industriels.

M. de la Rive reprit alors ses essais de 1825, et, au mois d'avril 1840, il publia le résultat de ses nouvelles expériences.

« On verse, disait-il, une solution de chlorure, aussi neutre que possible et très-étendue (5 à 10 milligrammes d'or par centimètre cube de solution), dans un sac cylindrique formé d'une membrane de vessie; ce diaphragme est plongé dans un vase de verre contenant de l'eau convenablement acidulée, et il baigne lui-même dans la dissolution d'or. Si on le préfère, on versera l'eau acidulée dans le diaphragme et l'on y plongera le zinc, tandis que la solution d'or sera renfermée dans le vase de verre où plongera l'objet à dorer. Au bout d'une minute, ou un peu plus, on retire l'objet, on l'essuie avec un linge fin, en frottant vigoureusement les endroits qui ont pris la dorure. Après deux ou trois immersions semblables, la dorure sera suffisamment épaisse pour qu'il devienne inutile de recommencer l'opération.

« Les précautions dont il faut tenir compte sont : la faiblesse du courant, l'acidulation de l'eau avec une petite quantité d'acide sulfurique ou nitrique, et l'immersion plus ou moins profonde de la lame de zinc. On ne doit pas non plus négliger de bien polir l'objet avant la première immersion et après chacune des autres. Dans l'un et l'autre cas, on l'essuiera avec un soin tout particulier; car, sans cette précaution, dans le premier cas, la couche

d'oxyde, de graisse, ou d'autre nature qui ternit la surface de l'objet, empêcherait la précipitation et l'adhérence de l'or; dans le second cas, l'objet resterait noir, en sortant du liquide, et dans les immersions ultérieures, il se couvrirait d'une couche noire pulvérulente. On ne doit enfin plonger l'objet qu'après avoir tout disposé, afin qu'il ne se trouve pas en contact avec la solution d'or avant l'établissement du courant électrique qui, exerçant une action directe sur le métal à dorer, attaquerait sa surface, et la rendrait impropre à recevoir une dorure convenable. »

« Ce procédé, dit M. Becquerel, présente plusieurs inconvénients. Le premier est le peu d'adhérence de la dorure, car la condition de frotter pour faire adhérer les corpuscules d'or montre que la dorure est due en partie à la pression. Dès lors, elle ne peut avoir aucune solidité. De plus, une partie de l'or est réduite par le zinc (1); les linges et la peau sont continuellement imprégnés de la dissolution; la vessie elle-même réduit l'or, en sorte qu'au bout de quelque temps il faudrait recueillir ces objets et les incinérer. »

En 1840, comme en 1825, M. de la Rive n'était arrivé à rien de pratique, et, ce qui le prouve, c'est que son procédé n'a donné lieu à aucune application commerciale. Ses expériences n'étaient encore que des expériences de laboratoire, au même titre que celles de Brugnatelli. Le principe physique d'un nouvel art était incontestablement trouvé, mais, comme disait M. Dumas à l'Académie des sciences, en novembre 1841, « il fallait y joindre toutes les ressources chimiques nécessaires pour rendre la dorure solide, brillante, capable de prendre le mat, le bruni et les couleurs; enfin, il fallait rendre surtout l'opération économique. »

(1) Peu à peu il y a endosmose à travers la membrane, et l'or se précipite sur le zinc.

C'est à M. Henri Elkington, de Birmingham, qu'appartient la gloire d'avoir rendu la dorure galvanique industriellement possible. Il y parvint en remplaçant par des liqueurs alcalines, les liqueurs acides employées jusqu'alors, et en faisant usage des composés de cyanogène et autres sels doubles qui ne sont pas décomposés par les métaux électro-positifs. « Ces composés, dit Jacobi, n'étaient pas, il est vrai, restés inconnus aux chimistes, mais on ne leur avait pas reconnu d'applications industrielles. »

Le même jour que M. Henri Elkington fit breveter son procédé de dorure (29 sept. 1840), son frère, M. Georges-Richard Elkington, remplit la même formalité pour un procédé qui réalisa pratiquement l'argenture galvanique, et les deux brevets furent immédiatement exploités en Angleterre par les inventeurs, et presque aussitôt dans le reste de l'Europe par leurs cessionnaires.

A peine M. Henri Elkington avait-il fait connaître les premiers produits de l'industrie nouvelle, que, de tous côtés, on vit surgir des inventeurs faisant des recherches dans la même voie et arrivant aux mêmes résultats; mais nul ne put lui enlever le mérite d'avoir découvert le principe de l'alcalinité et d'avoir fait, le premier, industriellement, des dépôts galvaniques dans les sels doubles.

Parmi ces inventeurs, nous citerons seulement M. Henri de Ruolz, notre compatriote, qui, à partir du 17 juin 1841, prit plusieurs brevets pour la dorure et l'argenture galvaniques par des moyens presque semblables à ceux de M. Elkington.

M. de Ruolz n'a pas créé l'orfèvrerie électro-chimique comme on le croit généralement. Il a simplement, et c'est déjà un titre de gloire considérable, posé nettement les conditions nécessaires pour que l'opération réussisse parfaitement, et qui peuvent se résumer ainsi :

« 1° Les éléments électro-négatifs des liqueurs doivent

être sans action sur les métaux à recouvrir, c'est-à-dire que les corps, qui sont transportés par le courant galvanique au pôle négatif, ne doivent tendre en aucune façon à attaquer les métaux qui s'y trouvent placés pour être recouverts : les liqueurs elles-mêmes ne doivent point agir sur le métal à recouvrir ;

« 2° Sous l'influence de la pile, il ne doit se précipiter aucun autre corps que le métal à déposer ;

« 3° Les liqueurs doivent être suffisamment conductrices du courant galvanique. »

CHAPITRE Ier.

QUALITÉS ESSENTIELLES DE LA DORURE ET DE L'ARGENTURE GALVANIQUES.

Avant de commencer la description des procédés de dorure et d'argenture, il nous semble utile de passer sommairement en revue les causes qui peuvent déterminer la réussite ou l'insuccès des opérations, ce qui nous amène à parler des qualités essentielles que doivent présenter les objets dorés ou argentés par la pile.

§ 1. DE L'ADHÉRENCE.

La première et la plus importante qualité d'une bonne dorure, c'est la parfaite adhérence de l'or sur les objets qu'il recouvre. Pour arriver à ce résultat, il faut que la surface des pièces qu'on veut dorer présente certaines conditions chimiques et mécaniques.

On sait que tous les objets soumis à l'action de l'atmosphère se revêtent d'une couche d'air, et l'oxygène, qui forme un des éléments constitutifs de ce corps, ne tarde pas à déterminer, à la superficie des métaux, un commencement d'oxydation qui, pour n'être pas toujours

appréciable à la vue, n'en existe pas moins réellement. Or, on conçoit facilement que l'interposition de cette couche d'air ou d'oxyde, si elle n'est pas détruite, doit s'opposer au contact parfait de la couche d'or avec l'objet qu'elle doit revêtir, et, par une suite nécessaire, la dorure n'est point adhérente. On parvient à vaincre cette cause d'insuccès, au moyen d'une série d'opérations préparatoires, dont l'ensemble a reçu le nom de *décapage*.

C'est aussi à l'aide du décapage que l'on fait disparaître les matières grasses qui souillent toujours plus ou moins les objets, quand il sortent de la main de l'ouvrier.

Mais il ne suffirait pas d'avoir entièrement débarrassé la surface de tous les corps étrangers qui peuvent y adhérer, si l'objet à dorer était de nature à réagir avec la solution métallique lors de son immersion dans l'appareil. C'est ce qui aurait lieu infailliblement, si le sel d'or en dissolution renfermait quelque trace d'acide. Cet acide ne manquerait pas d'attaquer la superficie de l'objet au moment même où il est plongé dans le bain, et avant qu'il ait pu être recouvert d'aucune couche d'or. Dès lors, le dépôt métallique, n'ayant plus lieu sur une surface entièrement nette, manquerait d'adhérence et de solidité.

On ne saurait donc trop recommander de n'employer pour la dorure que des solutions alcalines, ou du moins parfaitement neutres. Si l'on se sert de ces dernières, il est à propos de les étendre d'une certaine quantité d'eau (sauf à n'employer qu'un courant très-faible), parce qu'alors les particules acides qu'elles peuvent encore renfermer exercent une influence bien moindre sur la superficie de l'objet à dorer.

MM. Elkington et Becquerel ont eu l'heureuse idée de combiner, en quelque sorte, l'ancien procédé de dorure au mercure avec la dorure galvanique, et d'utiliser l'extrême affinité qui existe entre l'or et le mercure, en

déposant une couche infiniment mince de ce dernier métal sur les objets que l'on veut dorer à la pile.

Après avoir parfaitement décapé les objets, ainsi que nous le décrirons bientôt, on les plonge dans une solution étendue de nitrate de mercure ; on les lave ensuite à grande eau, puis on les frotte avec une peau très-douce, pour bien étendre la couche de mercure. On recommence l'opération jusqu'à ce que la pièce soit entièrement amalgamée et présente un aspect mat ou poli, suivant l'effet qu'on veut obtenir, et d'une couleur blanche. Il faut se rappeler que la couche de mercure doit être excessivement mince, et juste suffisante pour se combiner avec le métal à recouvrir. Un excès de mercure produirait un effet contraire à celui qu'on veut obtenir, car il se formerait alors un amalgame blanc d'or et de mercure, qui nuirait à la fois à l'adhérence et à la couleur de la dorure. Lors de la mise en couleur de la pièce, l'élévation de température nécessaire pour cette opération détermine l'évaporation du mercure, et la dorure présente un fort bel aspect.

Nous venons de dire que, pour obtenir une dorure adhérente, il fallait opérer sur une surface aussi chimiquement pure que possible ; mais l'état moléculaire de cette surface n'exerce pas une moins grande influence sur la nature et la qualité du dépôt. En général, les surfaces un peu rugueuses, celles, par exemple, qui ont été recouvertes d'une multitude de petites aspérités à l'aide du décapage dit par la *voie sèche*, sont dans les conditions les plus favorables pour recevoir une dorure très-adhérente. Malheureusement, ce mode de décapage ne peut pas être employé dans tous les cas, et donne à la dorure une couleur peu agréable. Il n'en reste pas moins établi, comme principe général, que l'adhérence du dépôt est d'autant plus forte que le corps recouvert présente une surface plus rugueuse et mieux avivée.

Outre ces causes qui tiennent à l'état de la surface du métal à recouvrir, il en est d'autres qui se rattachent à la manière de diriger la pile pour modifier l'intensité du courant, suivant le degré de concentration du bain métallique. En général, il y a tout avantage à se servir de solutions très-étendues; la dorure marche alors plus lentement, mais le dépôt s'opère d'une manière bien plus uniforme; des molécules infiniment petites viennent se cristalliser sans trouble les unes contre les autres, et la masse du dépôt acquiert ainsi une densité et une cohésion parfaites.

On se rappelle que, sous l'influence d'un courant trop énergique, les métaux se précipitent à l'état de poudre noire; tandis que, si l'action électrique est trop faible, la réduction a lieu en cristaux irréguliers et d'une mauvaise couleur. Il y a, entre ces deux extrêmes, un terme moyen qu'il faut savoir saisir, car les circonstances qui déterminent la réduction du métal à l'état le plus régulier, sont aussi celles qui donnent au dépôt métallique la plus grande adhérence possible.

Supposons donc le cas le plus ordinaire, celui où la pile fonctionne avec trop d'énergie, et voyons comment se comportera une opération de dorure dirigée sous cette influence. Quelque soin que l'on ait apporté à la préparation de l'objet à dorer, il se recouvrira, aussitôt son immersion dans le bain, d'une couche noire pulvérulente. Si l'on diminue progressivement la force du courant, le dépôt passera successivement par les nuances purpurine, brun-rouge, dorure rouge, rouge jaunâtre, et enfin dorure jaune, qui est la plus parfaite et la plus adhérente.

On peut employer plusieurs moyens pour modifier un courant trop énergique. Il suffit, pour y parvenir, ou d'étendre le liquide excitant, en y ajoutant une certaine quantité d'eau, ou de diminuer le volume du zinc qui plonge dans ce liquide. On peut encore diminuer le vo-

lume de l'anode qui plonge dans la cuve à décomposition, ou éloigner cet anode de l'objet à dorer. En adoptant ces diverses modifications, ensemble ou séparément, on parviendra à régler parfaitement le courant au point où l'on obtient la dorure parfaite.

S'il était, au contraire, nécessaire d'augmenter la force du courant, on adopterait des dispositions tout-à-fait opposées.

La température du bain métallique exerce aussi une action sur la réduction du métal. Plus elle est élevée, plus l'opération marche avec célérité; mais alors le dépôt offre moins d'adhérence. On pourra donc encore élever ou abaisser la température pour modifier à volonté la marche de l'action galvanique.

N'oublions pas d'insister sur un point qui nous paraît très-important, c'est de plonger toujours les objets dans le bain *immédiatement* après le lavage qui termine le décapage.

Tout ce qui vient d'être dit pour la dorure s'applique également à l'argenture électro-chimique; c'est surtout dans la réduction de l'argent qu'on doit craindre de donner trop d'énergie à la pile.

§ 2. DE L'ÉPAISSEUR.

Ce serait peu d'obtenir une dorure parfaitement adhérente, si le dépôt ne présentait pas, en outre, une épaisseur suffisante pour résister aux frottements et à l'usage. Si l'on se contentait, en effet, de recouvrir les objets d'un simple réseau métallique présentant de nombreux interstices, le métal recouvert, au lieu d'être protégé par la dorure, serait encore plus sujet à s'oxyder sous l'influence du couple galvanique qu'il formerait avec l'or déposé.

C'est donc surtout, lorsqu'on veut obtenir une certaine

épaisseur, qu'il faut redoubler de soins pour ne pas employer un courant trop fort. On devra aussi apporter une attention minutieuse à ce que ce courant reste constamment le même pendant toute la durée de l'opération. S'il en était autrement, le manque de similitude entre les molécules des différentes couches déposées empêcherait leur agrégation parfaite, et la dorure ainsi obtenue ne résisterait ni au frottement, ni à l'action du brunissoir.

Du reste, toutes les précautions qui ont été recommandées au paragraphe précédent pour déterminer l'adhérence, sont également indispensables pour obtenir une couche suffisamment épaisse.

§ 3. DE LA COULEUR, DU MAT ET DU POLI.

On sait que la couleur de la dorure se modifie sous l'influence d'un courant plus ou moins fort, et, aussi, suivant la nature du métal qu'il s'agit de dorer. C'est ainsi que la dorure sur cuivre prend généralement une teinte foncée, tandis que, sur l'argent, elle est d'une couleur plus claire. Il n'est pas rare de voir un bain d'or, qui a servi pendant quelque temps, mais qui n'est pas épuisé parce qu'il a été alimenté aux dépens d'un anode soluble de même métal, donner à la dorure une couleur rouge cuivreuse. Cet effet doit être attribué à la présence, dans la dissolution, de petites particules cuivreuses que le bain a enlevées successivement aux objets qui y ont été plongés.

Nous verrons plus loin que ces observations ont été mises à profit pour modifier à volonté la couleur de la dorure.

La production du *mat* ou du *poli* repose sur un principe bien simple posé par M. Becquerel : « *Telle est la surface, telle est la dorure.* »

« Le poli d'une surface, dit ce physicien, consiste dans la faculté qu'elle possède de réfléchir régulièrement la lu-

mière; ce qui exige que cette surface soit composée de particules disposées toutes de la même manière, c'est-à-dire ayant leurs facettes supérieures placées dans le même plan.

« Le mat, au contraire, parait être le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière, condition qui est remplie lorsque la surface est recouverte d'une infinité de petites aspérités dont les facettes affectent toutes sortes de directions. »

Si donc une surface métallique polie ou mate est plongée dans une solution d'or, sous l'influence d'un courant électrique, afin de la recouvrir d'une couche d'or, on comprend que l'état de cette surface soit très-peu modifié par la couche déposée, et que la dorure présentera le même aspect que la surface. Ceci cesserait d'être vrai, si l'on déposait une couche d'or assez épaisse pour changer l'état moléculaire primitif et la relation qui existait entre les inégalités de la surface. Mais il y a d'autres moyens de donner le mat ou le poli à la dorure, lorsqu'elle est terminée; ils seront bientôt décrits.

CHAPITRE II.

DÉCAPAGE.

Nous avons dit que, sous le nom de DÉCAPAGE, on désigne un ensemble d'opérations qui sont destinées à débarrasser les objets à dorer ou à argenter de tous les corps étrangers qui peuvent y adhérer. Accessoirement, elles servent aussi à disposer la surface de ces mêmes objets à recevoir le mat et le poli.

On distingue deux sortes de décapage :

Le **décapage mécanique** ou **décapage par voie sèche**, et :

Le **décapage chimique** ou **décapage par la voie humide**.

§ 1. DÉCAPAGE MÉCANIQUE.

Le décapage mécanique consiste à frotter l'objet, à en aviver la surface, avec une brosse et une substance en poudre qui peut être la pierre ponce, l'émeri, le tripoli, le rouge anglais, la potée d'étain, la diamantine, etc. Suivant la nature du métal, on donne la préférence à l'une ou à l'autre de ces substances, comme aussi on l'emploie soit à l'état sec, soit réduite en bouillie au moyen de l'eau, de l'alcool ou de l'huile. Toutefois, on ne doit jamais faire usage de ce dernier liquide pour décaper les pièces destinées à être dorées, à moins de les laver ensuite avec une dissolution chaude de potasse ou de soude, afin de les dégraisser ; sans cela, la dorure n'adhérerait pas.

On décape mécaniquement le plomb, l'étain, le fer, l'acier, l'argentan, l'argent et tous les alliages imitant l'argent.

§ 2. DÉCAPAGE CHIMIQUE.

Le décapage chimique consiste à mettre les objets en contact avec des liqueurs acides, en se conformant à des règles dont l'expérience a constaté l'utilité.

On décape chimiquement le cuivre, le bronze, le laiton et, en général, tous les alliages imitant l'or. On procède aussi quelquefois de la même manière pour la fonte et le zinc.

§ 3. PRÉCAUTIONS A PRENDRE.

De quelque façon qu'il soit exécuté, le décapage doit être dirigé avec beaucoup de soin, car c'est de lui que dépend le succès des opérations suivantes.

Pour faciliter et abréger le travail, on commence ordinairement par délivrer les pièces des matières grasses qui s'attachent au métal et proviennent du passage à la

filière ou au laminoir, des soudures, du poli à l'huile, du contact des mains, etc. On obtient ce résultat de plusieurs manières.

Quand les pièces peuvent être chauffées, on les expose sur un feu clair ou à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, en les retournant dans tous les sens, et jusqu'à ce qu'elles aient atteint la couleur rouge sombre : c'est ce qu'on appelle la **recuisson** ou le **recuit**. Si elles ne peuvent pas être soumises au feu, ce qui a lieu, par exemple, lorsqu'elles ont des soudures d'étain, on les place, pendant quelques instants, dans une lessive bouillante de potasse ou de soude. Cette opération constitue ce qu'on appelle le **dégraissage**.

Dans les deux cas, c'est-à-dire aussitôt que les objets ont été retirés du feu ou de la lessive, on les plonge dans un bain d'acide sulfurique étendu de huit à dix fois son volume d'eau, afin de détruire les particules d'oxyde qui peuvent se trouver à leur surface, et on les y laisse jusqu'à ce qu'ils aient pris une couleur métallique bien brillante. C'est ce traitement que l'on nomme **dérochage, déroche** ou **dérocné**. Après cette immersion dans l'acide, on les lave à grande eau, puis on les sèche à la sciure de bois dans une étuve.

On confond quelquefois le dérochage et le décapage proprement dit. Quoique ces deux opérations tendent au même but, elles sont cependant bien distinctes. En effet, le dérochage suppose toujours le chauffage ou recuit préalable de la pièce métallique dont on veut aviver la surface, ou son immersion dans un liquide bouillant. Dans le décapage, au contraire, cet effet est obtenu soit au moyen de poudres à polir (*décapage par la voie sèche*), soit en immergeant l'objet à froid dans un liquide renfermant des acides ou d'autres réactifs propres à exercer une légère corrosion sur sa surface (*décapage par la voie humide*).

Nous allons dire maintenant comment on décape chaque métal en particulier.

§ 4. DÉCAPAGE DU PLOMB ET DE L'ÉTAIN.

Les acides ne pouvant être employés au décapage du plomb et de l'étain, on se contente de frotter ces métaux, soit avec du papier d'émeri, soit avec une brosse et de la pierre-ponce en poudre.

§ 5. DÉCAPAGE DU FER.

Si le fer est oxydé, on le laisse, pendant deux ou trois heures, dans un bain d'eau commune contenant 1 pour 100 d'acide sulfurique. Au sortir de ce bain, on le rince à l'eau fraîche, puis on le frotte avec une brosse et une poudre d'autant plus ténue que l'objet est plus fini.

On peut aussi, après avoir parfaitement écuré la pièce avec une poudre à polir, la plonger d'abord dans l'acide sulfurique concentré, puis dans une solution chaude de potasse caustique pour enlever ou neutraliser l'acide.

On peut encore déposer une couche de mercure sur la surface du fer, de manière à y produire un amalgame. Pour cela, on commence par décaper à l'acide sulfurique et à la potasse; on plonge ensuite dans une solution étendue de proto-nitrate de mercure, contenant moitié environ de nitrate de cuivre. On lave, on étend l'amalgame avec une peau, ou on gratte-bosse si on veut obtenir le brillant.

Pour décaper le fer et l'acier, le docteur Fau emploie le moyen suivant : Une petite lame de zinc est plongée dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique; l'objet à décaper est mis en contact par un fil métallique avec le zinc, et plongé en second lieu dans l'acide étendu; au bout de quelques minutes, on retire la pièce, on la met de nouveau en contact avec le zinc et on plonge le tout

dans une solution saturée de sulfate de cuivre, aiguisée d'un vingtième d'acide sulfurique. On lave ensuite à grande eau et la pièce est soumise immédiatement à l'action galvanique, soit qu'il s'agisse d'épaissir la couche de cuivre, soit qu'on veuille la dorer ou l'argenter.

On peut encore décaper le fer et l'acier dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau.

§ 6. DÉCAPAGE DE LA FONTE.

On plonge la fonte dans un bain d'eau commune contenant 1 pour 100 d'acide sulfurique. Après deux ou trois heures d'immersion, on rince, puis on frotte avec une brosse ou un tampon de linge et du grès en poudre ou du sablon. Enfin, on repasse dans le bain et on rince de nouveau.

Si l'on employait plus d'un centième d'acide, il faudrait abréger proportionnellement la durée des deux immersions, sans quoi les pièces ne manqueraient pas d'être attaquées et détériorées.

§ 7. DÉCAPAGE DE L'ACIER.

Après avoir été dégraissés dans un bain de potasse, les objets sont légèrement frottés avec de la pierre-ponce en poudre très-fine, puis passés rapidement dans un bain d'eau commune contenant, par litre, 100 grammes d'acide sulfurique ou 300 grammes d'acide hydrochlorique, et, enfin, rincés à l'eau fraîche.

La plupart des procédés décrits pour le décapage du fer sont aussi applicables à l'acier, ainsi que nous venons de le voir.

S'il s'agit de pièces d'horlogerie ou d'instruments de chirurgie, le meilleur décapage se fait avec la diamantine. On étend un peu de cette poudre sur un morceau de peau de mouton, et l'on frotte vivement, soit à sec,

soit en mouillant avec un peu d'alcool. La diamantine s'emploie de la même manière que le rouge anglais, mais elle lui est bien préférable. C'est la poudre que l'on emploie de préférence, dans les ateliers d'horlogerie, quand on veut obtenir un poli parfait.

§ 8. DÉCAPAGE DE L'ARGENT.

On décape l'argent par la voie sèche ou par la voie humide, suivant les cas.

Quand les objets sont terminés, qu'ils ont été brunis ou qu'ils ont des appliques de fer, on les frotte à sec et légèrement, avec une peau de mouton et la diamantine, car ils ne pourraient pas supporter le recuit.

Quand les objets ne présentent aucune de ces conditions, on les fait chauffer et on les plonge aussitôt dans de l'eau bouillante contenant un cinquième d'acide sulfurique. Ils sortent ordinairement de ce bain avec une apparence d'un blanc mat irréprochable. S'ils offrent des taches, on recommence l'opération. On comprend que l'acide dissout l'oxyde de cuivre formé par le recuit, et que c'est l'argent fin qui se montre à la surface avec l'aspect mat. On conçoit aussi que si l'on dore une pièce ayant cet aspect, elle le conservera après la dorure. Si l'on voulait une dorure brillante, la surface de l'objet devrait, après le bain acide, être polie à sec avec l'émeri ou, ce qui serait préférable, avec la diamantine.

Il est bon de savoir que, pour qu'une pièce bien polie avant la dorure sorte sans fard du bain d'or, il suffit de la frotter, avant la dorure, avec le doigt mouillé de bain d'or : c'est un de ces petits artifices que les ouvriers appellent vulgairement des *ficelles*, et la pratique que nous signalons ici n'est peut-être pas bien connue.

§ 9. DÉCAPAGE DES ALLIAGES IMITANT L'ARGENT.

En raison de leur composition très-complexe, les alliages imitant l'argent ne peuvent être décapés sans inconvénient que par la voie sèche. Toutefois, quand l'opération est terminée, il est indispensable de les passer rapidement dans une solution faible de nitrate de mercure, sans quoi la couche d'or ou d'argent déposée par la pile adhérerait si peu qu'elle se détacherait au brunissage.

On décape encore les objets d'orfèvrerie au tour à gratte-bosser.

§ 10. DÉCAPAGE DU ZINC.

Le zinc étant préalablement passé, pendant quelques secondes, dans une lessive bouillante de potasse ou de soude caustique (100 parties d'eau et 5 ou 6 d'alcali), on le rince à l'eau fraîche, puis on le plonge, pendant quelques minutes, dans un bain contenant un dixième ou un vingtième d'acide sulfurique. Au sortir de ce bain, on le rince de nouveau, et, autant que possible, à l'eau chaude.

D'après M. Roseleur, on obtient un décapage plus parfait en plongeant vivement le zinc dans un mélange bien refroidi de 100 parties (en volume) d'acide sulfurique, 100 d'acide nitrique et 1 de sel de cuisine, puis le lavant encore plus vivement à l'eau fraîche.

§ 11. DÉCAPAGE DU CUIVRE ET DES ALLIAGES DE CUIVRE.

Le décapage du cuivre et de ses alliages est le plus compliqué et le plus important. Il comprend six opérations distinctes, en comptant la recuisson ou le dégraissage et le dérochage. Ces opérations sont : 1° la recuisson ou le dégraissage; 2° le dérochage; 3° le passé à l'eau-forte vieille; 4° le passé à l'eau-forte vive; 5° le passé

aux acides à brillanter et à mater; 6° le passé au nitrate de mercure.

1° *Recuisson* ou *dégraissage*. — On ne peut recuire ni les objets délicats, tels que le filigrane et le paillon, ni les objets dont les différentes parties sont soudées à l'étain, ni les objets pour lesquels la sonorité est une qualité indispensable. Pour tous ces objets, il faut avoir recours au dégraissage, que, dans quelques ateliers, on appelle aussi *décrassage*, opération consistant, nous l'avons dit, à les tenir, pendant un certain temps, ordinairement quelques secondes, dans une lessive bouillante de soude ou de potasse.

Quand on procède au recuit, on dispose ordinairement les objets dans une petite caisse de fer à bords étroits, que l'on place sur des charbons ardents, et que l'on recouvre également de charbons semblables pour rendre la chaleur égale en-dessus et en-dessous.

De quelque manière qu'on opère, la température élevée à laquelle les pièces sont soumises fait apparaître à leur surface une espèce de croûte grise de bioxyde de cuivre, que les doreurs appellent *calamine de cuivre*.

2° *Dérochage*. — Après la recuisson ou le dégraissage, on jette les objets dans un bain composé de 10 litres d'eau et 1 d'acide sulfurique ou de 8 litres d'eau et 2 d'acide. On peut les laisser sans crainte, pendant plusieurs heures, dans ce bain, ou *déroche*, à moins qu'ils n'aient des appliques de fer ou de zinc ou des soudures d'étain, auquel cas il faut les enlever aussitôt que l'effet désiré est produit. On reconnaît qu'ils sont dérochés au point convenable quand ils ont perdu la couleur grisâtre de bioxyde de cuivre qui les recouvrait, pour prendre une teinte rouge brique de protoxyde de cuivre.

Une précaution qu'on ne doit jamais négliger, c'est de ne dérocher les objets dégraissés qu'après les avoir bien rincés à grande eau. La même opération doit être faite

après chacune des manipulations qui suivent. Il faut aussi avoir toujours soin, soit qu'on rince, soit qu'on passe aux acides, de bien secouer les objets, afin de renouveler et de multiplier les points de contact.

3° *Passé à l'eau-forte vieille.* — Cette opération, qu'on appelle *noircir* en termes d'atelier, est la première du décapage proprement dit. Elle a pour objet de trans-former l'oxydation inégale des objets en une teinte mé-tallique et, en même temps, d'empêcher une attaque trop vive, dans le bain suivant, des parties où le cuivre est déjà mis à nu. Pour obtenir ce résultat, on plonge les pièces dans un bain d'acide nitrique ayant déjà servi à de précédentes opérations, tenant, par conséquent, du cuivre en dissolution, et on les y laisse jusqu'à ce que, après le rinçage, les pièces présentent une teinte parfai-tement uniforme. A mesure que le bain s'épuise, et on le reconnaît quand les pièces de cuivre en sortent comme voilées d'un nuage blanc olivâtre, on le remonte en y ajoutant un vingtième d'acide neuf.

4° *Passé à l'eau-forte vive.* — Les objets étant bien rincés et égouttés, on les plonge rapidement dans un bain composé de (en volume) :

Acide nitrique neuf.	100
Sel de cuisine.	1
Suie calcinée.	1

On peut remplacer la suie par du tabac. On la remplace aussi quelquefois par une égale quantité d'acide chlor-hydrique. Quelquefois encore, on emploie un bain formé de :

Acide nitrique.	10 parties.
Acide sulfurique.	10 —
Acide chlorhydrique.	1 —

Ce bain, appelé *blanchiment*, attaquant le cuivre avec la plus grande énergie, il ne faut y laisser les objets que fort peu de temps, quelques secondes au plus.

Au sortir du bain, quand ils ont été rincés à l'eau fraîche, les objets présentent une belle teinte rouge, jaune verdâtre ou jaune doré, suivant la composition du métal qui a servi à les fabriquer. Si l'ou ne procédait pas immédiatement à leur rinçage, il se formerait à leur surface des vapeurs d'un jaune orangé, provenant de la décomposition, au contact de l'air, de l'acide qui les mouille, ils *fumeraient jaune*, comme on dit, et ils prendraient une coloration noirâtre et un aspect terne que le lavage ne pourrait faire disparaître.

Après le passé à l'eau-forte vive, les objets doivent être traités différemment, selon qu'ils doivent offrir une apparence mate ou une apparence brillante.

5° *Passé aux acides à mater*. — On obtient le résultat voulu en corrodant les objets par des acides. Toutefois, quand ils sont en laiton, il est préférable de se servir de sels acides, parce qu'ils donnent un mat égal partout, tandis que les acides attaquent certaines parties plus que d'autres.

Voici quelques compositions acides d'un excellent usage :

1. Acide nitrique.	2000	gram.
Acide sulfurique.	1000	—
Sulfate de zinc.	50	—
Sel marin.	10	—

Ce bain doit se préparer au grand air ou sous le manteau d'une cheminée qui tire bien, à cause des vapeurs nuisibles auxquelles il donne lieu. On verse d'abord l'acide nitrique dans une capsule de porcelaine, puis on y ajoute lentement l'acide sulfurique en agitant avec une baguette de verre. Quand le mélange est refroidi, on y fait fondre les sels. Il faut éviter qu'il contienne de l'eau, parce qu'il aurait une trop grande énergie. Ce bain doit être froid lorsqu'on y plonge les objets. Si on les y laisse trop longtemps, c'est-à-dire plus de quinze minutes, ils

en sortent avec un aspect terreux, et l'on ne peut alors les argenter ou les dorer qu'après les avoir *éclaircis* en les passant vivement dans un acide à brillanter, nous disons vivement, parce que si l'action de l'acide à brillanter était trop prolongée, le mat disparaîtrait entièrement, et tout serait à recommencer.

2. Acide nitrique. . . . . 1000 gram.
Acide sulfurique. . . . . 500 —
Acide hydrochlorique.. . . . . 250 —
Nitrate de cuivre. . . . . 125 —
Eau. . . . . 250 —

Même préparation et même emploi que la liqueur qui précède.

3. Acide nitrique.. . . . . 50 gram.
Nitrate de mercure.. . . . . 250 —
Eau. . . . . 250 à 300 —

Même préparation et même emploi, mais il ne faut pas oublier que les pièces, une fois blanchies, ont besoin d'être chauffées afin de volatiliser le mercure, ce qui donne lieu à un dégagement de vapeurs nuisibles.

4. Acide nitrique vieilli. . . . . 4 à 500 gram.
Acide sulfurique. . . . . 1 —
Sulfate de zinc. . . . . 8 à 10 —

Ce mat s'emploie à chaud. Il est d'abord terne, mais, après l'avoir rincé, on l'avive en le plongeant une ou deux fois dans le même bain, puis le rinçant de nouveau. Les fabricants de grands estampés pour meubles sont ceux qui en font le plus usage.

Quand on se sert des sels, un mélange qui réussit bien est le suivant :

Nitrate de potasse. . . . . 400 gram.
Sel de cuisine.. . . . . 10 —
Sulfate de cuivre.. . . . . 10 —
Eau. . . . . 30 —

On fond les sels dans l'eau, puis, lorsque le mélange est bouillant, on y plonge les objets préalablement chauffés. Si l'action est trop énergique, on diminue le nitrate de potasse et l'on augmente l'eau ; si elle est trop lente, on ajoute de l'acide sulfurique avec précaution.

6° *Passé aux acides à brillanter*. — Ces acides se préparent de la même manière que les acides à mater, surtout l'acide n° 1, et réclament les mêmes précautions. Ils se composent de :

Acide nitrique.	1000 gram.
Acide sulfurique.	1000 —
Sel de cuisine.	10 —

Ce bain s'emploie aussi à froid, et on n'y laisse les objets qu'une ou deux secondes, en agitant, après quoi on les rince aussitôt à grande eau. Quand on ne s'en sert pas, il faut le tenir dans des bouteilles bien bouchées, parce que l'acide sulfurique absorbe l'humidité. Quand il contient de l'eau, il attaque le cuivre, surtout le laiton, avec énergie, mais on remédie à cet inconvénient en y ajoutant de l'acide sulfurique monohydraté, c'est-à-dire fumant, et de l'acide nitrique à 40°, ou bien on s'en sert pour faire de l'acide à mater, en y versant le quart de son volume de ce dernier acide.

D'après M. Roseleur, on peut ramener au brillant des pièces matées par un mauvais décapage, en les faisant séjourner quelques minutes, dans un bain dit *eau-forte à brillanter*, qui est composé comme il suit :

Vieilles eaux-fortes presque épuisées.	1 part. en vol.
Acide hydrochlorique.	6 —
Eau.	2 —

Les pièces sortent complétement noires de ce bain et doivent être décapées de nouveau, mais après un rinçage prolongé à l'eau propre. « Ce bain, ajoute M. Roseleur, qui est presque inconnu des doreurs, leur rendra, je n'en

doute pas, de fréquents services. Il convient aussi parfaitement pour débarrasser la fonte de cuivre dite *galeuse* du sable de moulage que la chaleur y a fait adhérer; il faut seulement, pour les fortes pièces, prolonger la durée de l'immersion de 20 à 30 minutes, et quelquefois plus, ce mélange n'attaquant le cuivre et ses alliages qu'avec une extrême lenteur. »

Pour les opérations qui précèdent, il est nécessaire d'employer les acides du commerce les plus forts.

L'acide nitrique doit être au moins à 36°, et il ne faut pas qu'il contienne de l'acide sulfurique. Pour s'assurer qu'il n'en renferme pas, il suffit d'y ajouter un peu de nitrate de baryte. Alors, en effet, s'il y a de l'acide sulfurique, on le reconnaît à ce qu'il se produit un précipité de sulfate de baryte.

Quant à l'acide sulfurique, il doit être à 66°

7° *Passé au nitrate de mercure.* — Le passé au nitrate de mercure a pour objet d'augmenter l'adhérence de l'or ou de l'argent avec le métal sur lequel on les applique, mais elle n'est pas indispensable pour le cuivre et le laiton. Il peut également servir à augmenter plus rapidement l'épaisseur de la dorure; on arrive même à faire une dorure aussi forte que le plaqué, lorsque, après la dorure, on repasse au nitrate de mercure et au bain d'or, et cela plusieurs fois de suite.

L'opération consiste à plonger les objets préalablement décapés dans un mélange de:

Eau commune..	5 litres.
Acide nitrique.	5 gram.
Nitrate de mercure..	2 —

Quand on veut obtenir une forte dorure, il convient de n'employer que 2 litres d'eau. Dans tous les cas, on ne laisse les objets dans le bain que pendant une ou deux secondes.

CHAPITRE III.

DES PILES ET DES APPAREILS A DÉCOMPOSITION.

§ 1. DES PILES.

Sous le nom de **pile électrique, voltaïque** ou **galvanique,** on désigne un appareil destiné à développer de l'électricité par le contact de certains métaux ou d'autres corps éprouvant une action chimique. Elle consiste essentiellement dans la réunion de deux métaux mouillés par un liquide qui attaque l'un et respecte l'autre. Le métal attaqué est ordinairement le zinc. Le métal inattaqué est généralement le cuivre, mais on le remplace souvent par le charbon; on peut, du reste, employer à sa place toute substance conductrice de l'électricité, pourvu qu'elle soit inattaquable ou à peu près par le liquide adopté. Quant à ce dernier, c'est presque toujours une dissolution plus ou moins forte de sel de cuisine ou de l'eau commune contenant de l'acide sulfurique.

Toute pile se compose d'un certain nombre de parties semblables dans lesquelles les deux métaux sont invariablement disposés dans le même ordre. Chacune de ces parties est ce qu'on appelle un *couple* ou un *élément*. Quand une pile est montée, c'est-à-dire quand les éléments qui la constituent sont réunis, on remarque que la moitié qui commence par l'un des deux métaux est chargée d'électricité négative, tandis que l'autre, qui se termine par l'autre métal, est chargée d'électricité positive. On remarque, en outre, que la tension, nulle au milieu, va en augmentant à mesure qu'on s'approche des extrémités, où elle est la plus forte.

Les extrémités de la pile sont ses *pôles*, et on les dis-

tingue en *pôle positif* et *pôle négatif*, suivant la nature de l'électricité qui s'y accumule. Le pôle positif s'appelle aussi *anode* et le pôle négatif *catode*. On désigne le premier par le signe +, ou signe *plus*, et le second par le signe —, ou signe *moins*.

Quand on met une pile en activité, en d'autres termes, quand on en réunit les pôles par un fil métallique, l'électricité positive et l'électricité négative, accumulées aux pôles, se rejoignent au travers de ce fil et se neutralisent, en reconstituant le fluide naturel ou neutre; mais, comme elles se renouvellent sans cesse, on a, dans le fil, un mouvement continuel d'électricité, qui a reçu le nom de *courant électrique*, *voltaïque* ou *galvanique*.

Les fils qui servent à joindre les deux pôles s'appellent *rhéophores*, *électrodes* ou *conducteurs*, parce qu'ils ont pour fonctions de conduire l'électricité où il est nécessaire de la faire agir.

Parmi les nombreuses piles qui existent, les unes fournissent des courants qui s'affaiblissent rapidement, tandis que ceux que donnent les autres conservent longtemps leur intensité. Les piles qui possèdent cette dernière propriété sont dites *à courant constant* : ce sont celles qu'emploie l'industrie. On y trouve habituellement deux corps, l'un qui est attaqué par le liquide dans lequel il plonge, l'autre qui est baigné par un second liquide sans action sur lui. Une cloison poreuse, appelée vulgairement *diaphragme* et placée entre eux, s'imprègne à la fois des deux liquides, mais empêche leur mélange. Pour former cette cloison, on a employé le cuir, une peau de vessie, le bois, la toile à voile, le plâtre, la terre de pipe, mais, aujourd'hui, on donne la préférence à la porcelaine simplement dégourdie, c'est-à-dire non recouverte de glaçure ou vernis.

Les piles à courant constant sont aussi appelées *piles à deux liquides*, bien que certaines d'entre elles fonc-

tionnent réellement avec un seul liquide. Nous allons décrire sommairement celles dont l'usage est le plus répandu.

1. *Pile de Daniell.*

La pile de Daniell est une des plus anciennement connues et la première que l'on ait employée à la dorure et à l'argenture galvaniques. Malgré les tentatives qu'on a faites pour la remplacer, elle est toujours très-estimée, parce qu'elle est peu dispendieuse, ne répand aucune odeur désagréable et demande peu de soins d'entretien. On lui reproche bien de fournir des courants peu intenses, mais ce défaut fait précisément son mérite, car il lui permet de déposer lentement l'or et l'argent, ce qui donne le moyen d'obtenir toujours une dorure belle et égale, par conséquent, d'éviter ce qu'on appelle des *coups de pile* ou *coups de feu*, c'est-à-dire des dépôts d'or trop rapides, accident très-fréquent avec la plupart des piles douées d'une grande intensité, et par suite duquel la dorure est souvent brune ou de mauvaise couleur, surtout quand on emploie des bains un peu épuisés.

Chaque élément ou couple (fig. I) se compose des parties suivantes :

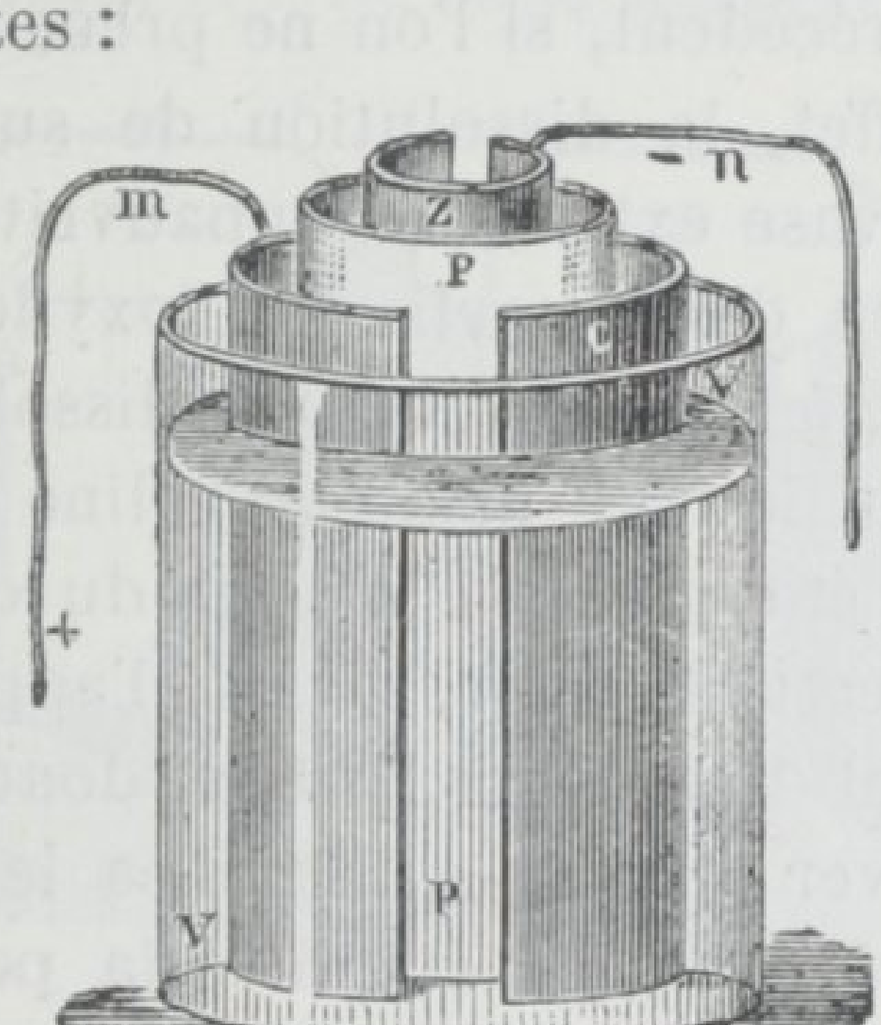


Fig. I.

1° Un vase extérieur de verre ou de grès V, V, qui est

rempli aux trois quarts environ d'une solution saturée de sulfate de cuivre;

2° Un vase concentrique, ou diaphragme, de porcelaine dégourdie P, qui est rempli aux trois quarts environ, soit d'une dissolution saturée de sel de cuisine, soit d'une eau ordinaire additionnée d'une petite quantité d'acide sulfurique;

3° Une lame de cuivre rouge C, enroulée cylindriquement, qui plonge dans la dissolution cuivreuse;

4° Une lame de zinc Z, également enroulée en cylindre, qui plonge dans la dissolution saline ou acide.

Au bord supérieur des cylindres zinc et cuivre sont fixées des bandes minces ou rubans de cuivre *m n*, qui ont environ 1 centimètre de largeur et constituent les rhéophores.

Le cylindre de cuivre est le pôle positif et le cylindre de zinc le pôle négatif.

Pour que le courant électrique de la pile de Daniell soit constant, il faut que les substances qui réagissent chimiquement les unes sur les autres restent au même état de saturation. C'est ce qui n'aurait pas lieu avec les dispositions qui précèdent, si l'on ne prenait certaines précautions. En effet, la dissolution de sulfate de cuivre placée dans le vase extérieur s'appauvrit graduellement par la réduction d'une partie de l'oxyde du sulfate de cuivre qu'il renferme à l'état de dissolution aqueuse. D'autre part, la liqueur acide ou saline perd progressivement de son énergie aux dépens du cylindre de zinc immergé dans cette liqueur. Quand l'appareil doit fonctionner pendant longtemps, il faut donc s'arranger de façon à conserver aux deux liquides leur composition primitive. A cet effet, on établit à la partie supérieure du cylindre de cuivre, mais à l'intérieur, une galerie ou trémie percée de trous, dans laquelle on met des cristaux de cuivre qui baignent constamment dans la disso-

ution cuivreuse. On peut aussi se contenter d'enfermer ces cristaux dans un sachet de crin ou de toile claire qui plonge dans la liqueur. Dans tous les cas, cette dernière demeure toujours au même degré de saturation, c'est-à-dire saturée à froid pendant toute la durée de l'opération. Quant à l'appauvrissement du liquide contenu dans le diaphragme, on peut y remédier d'une manière fort simple. Comme le composé qui en résulte se précipite au fond du vase, à cause de son poids spécifique, on l'extrait, à mesure qu'il se forme, au moyen d'un siphon dont la plus courte branche aboutit au fond de ce vase, et on le remplace aussitôt par une quantité correspondante d'eau salée ou acidulée que l'on fait tomber goutte à goutte au moyen d'un flacon disposé en conséquence.

La *pile de Daniell* est la réunion d'un plus ou moins grand nombre de couples semblables à celui que nous venons de décrire. Pour les assembler, en former une *batterie*, on les dispose de façon que deux couples contigus communiquent par leurs métaux hétérogènes, c'est-à-dire que le zinc du premier élément est relié au cuivre du second, puis le zinc de celui-ci au cuivre du troisième, et ainsi de suite (fig. II). De cette manière, la pile, une

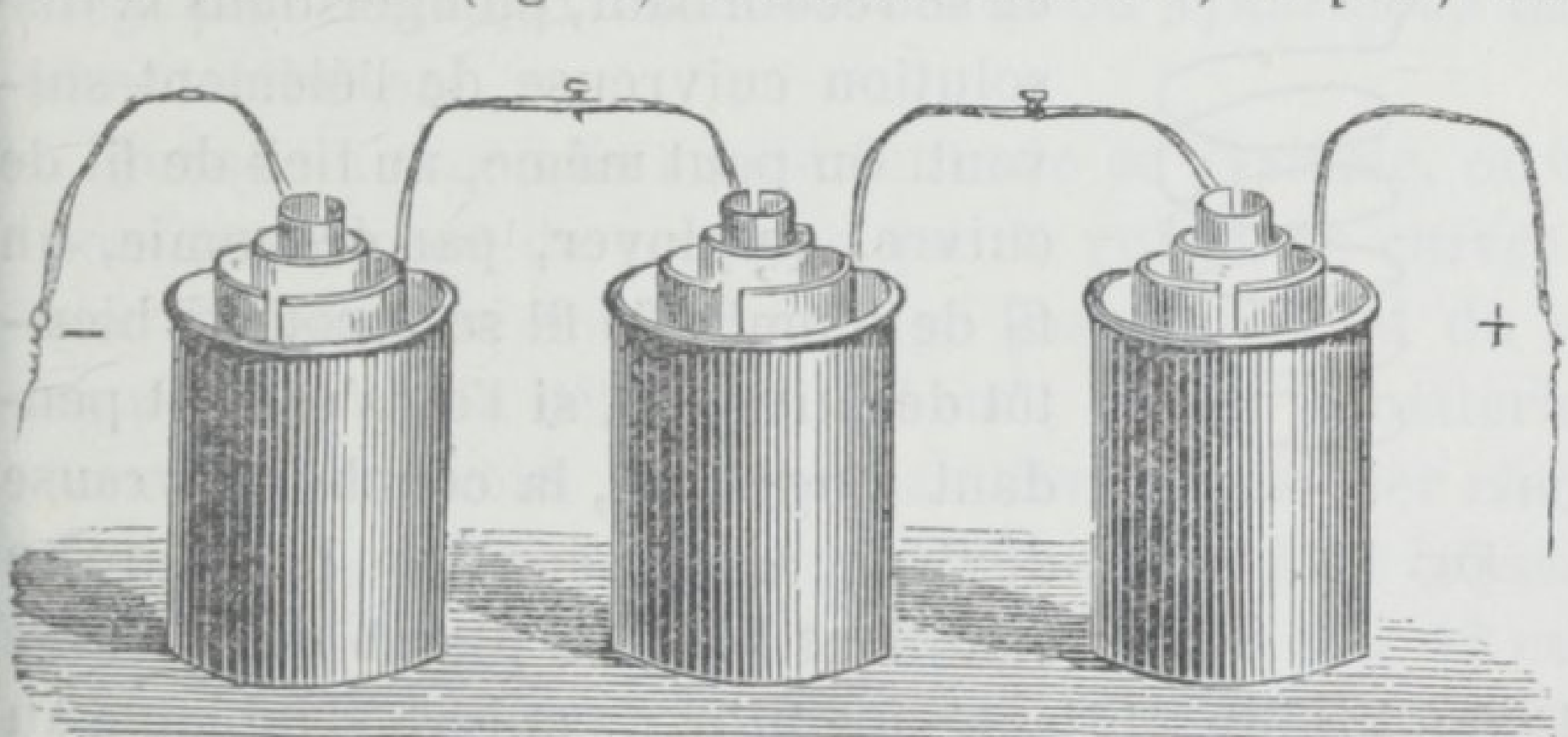


Fig. II. Pile de Daniel.

bois montée, offre à l'une de ses extrémités un cuivre tout

à fait indépendant, et à l'extrémité opposée un zinc également libre. Son pôle positif est à l'extrémité qui se termine par le cuivre, et son pôle négatif à celle qui se termine par le zinc.

Quand l'appareil est en activité, le zinc est attaqué et se dissout lentement dans le liquide qui le baigne, pour former un chlorure double de sodium et de zinc ou bien du sulfate de zinc, suivant que ce liquide est de l'eau salée ou de l'eau contenant de l'acide sulfurique : c'est là ce qui fait la dépense de la pile. Quant au sulfate de cuivre, il disparaît peu à peu, ainsi que nous l'avons dit, mais il s'applique sur les parois du cylindre de cuivre, qui augmente par là même de poids et d'épaisseur.

On peut donner d'autres formes au couple de Daniell. Ainsi, par exemple, on *renverse* souvent la disposition du système, en mettant dans le vase extérieur l'eau salée ou acidulée et le cylindre de zinc, et dans le vase en porcelaine le sulfate de cuivre et le cylindre de même métal. Souvent aussi, on remplace ce dernier cylindre par un fil de cuivre roulé en spirale (fig. III), qui, soudé à la partie supérieure de chaque zinc, vient, en se recourbant, plonger dans la dissolution cuivreuse de l'élément suivant. On peut même, au lieu de fil de cuivre, employer, par économie, un fil de plomb. Ce fil se recouvre bientôt de cuivre et, si l'on s'en sert pendant longtemps, la couche cuivreuse devient assez épaisse pour qu'en chauffant le fil de plomb de manière à le fondre, on obtienne un tube de cuivre semblable au serpentin d'un alambic.

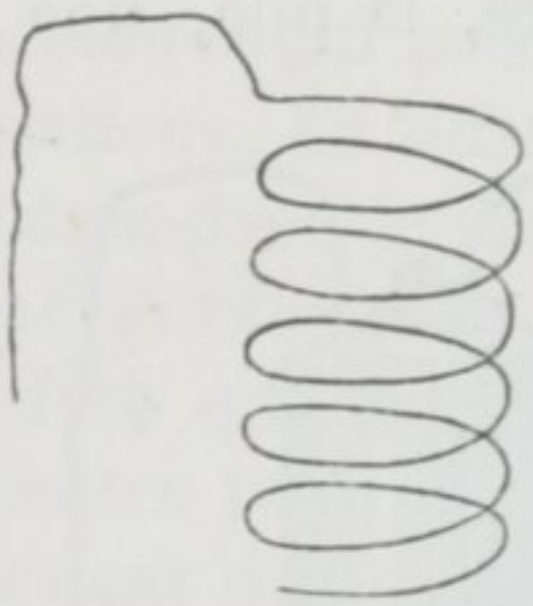


Fig. III.

Un perfectionnement d'une grande importance a été fait, il y a une huitaine d'années, à la pile renversée, c'est-à-dire à celle dont le vase en porcelaine contient la

dissolution cuivreuse et le cylindre de cuivre. Il consiste à surmonter ce même vase, dans chaque couple, d'un ballon en verre rempli en grande partie de sulfate de cuivre en cristaux. Ce ballon (fig. IV), naturellement placé

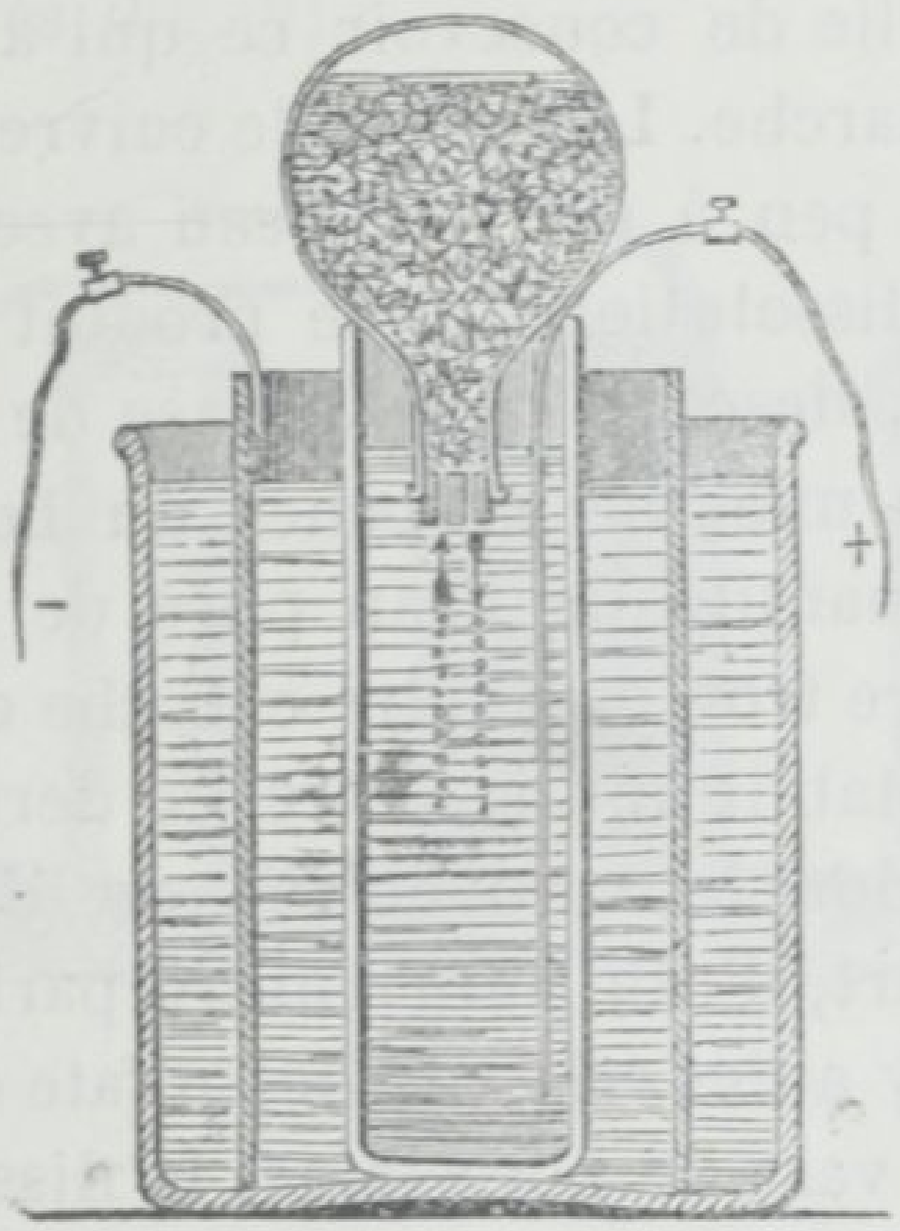


Fig. IV.

le goulot en bas, est fermé au moyen d'un bouchon de liége percé de deux trous verticaux ou ayant deux enco-ches latérales.

Quand on accouple les éléments de ce système, on dispose les choses de manière que le ruban de cuivre du zinc du premier élément plonge jusqu'au fond du vase en porcelaine de l'élément qui suit, et que la batterie se termine, d'un côté, par le ruban libre du dernier zinc et, de l'autre, par un vase de porcelaine vide dans lequel on plonge un ruban semblable, qui en sort de 10 à 12 centimètres. Ces dispositions terminées, on remplit d'eau ordinaire le vase extérieur et le diaphragme de porcelaine de chaque couple. On répète la même opération pour les ballons, qu'on a préalablement approvisionnés de sulfate en cristaux, puis, après les avoir bouchés, on les place

rapidement sur les vases auxquels ils sont destinés. Il n'y a plus alors qu'à attendre 24 heures pour que la pile commence à fonctionner. Si l'on veut qu'elle marche immédiatement, il suffit d'ajouter un peu d'acide sulfurique ou de sel de cuisine à l'eau qui baigne le zinc.

Il est très-facile de concevoir ce qui a lieu quand la pile à ballons marche. Le sulfate de cuivre de chaque ballon est dissous peu à peu par l'eau avec laquelle il est en contact. La dissolution qui se produit étant plus pesante que l'eau, descend dans le vase de porcelaine par un des trous ou une des encoches du bouchon, tandis qu'une égale quantité de l'eau pure de ce même vase monte par l'autre trou ou l'autre encoche et pénètre dans le ballon. Il s'établit ainsi, entre ce dernier et le diaphragme, un double mouvement de dissolution cuivreuse d'une part, d'eau pure d'autre part, qui se maintient tant qu'il y a des cristaux de sulfate dans le ballon. Arrivée dans le vase de porcelaine, la dissolution se décompose : le cuivre se dépose sur le ruban de même métal qui s'y trouve placé, et l'acide sulfurique, traversant par exosmose les parois du vase, va attaquer le zinc du vase extérieur.

On comprend que la pile à ballons peut marcher plus régulièrement et bien plus longtemps que celles des autres systèmes, parce que la dissolution cuivreuse contenue dans le vase de porcelaine, devenant plus légère à mesure qu'elle s'épuise, monte dans le ballon, d'où il en descend une quantité égale qui est toujours saturée tant qu'il reste des cristaux dans ce dernier. Aussi, engageons-nous les doreurs qui se servent de la pile de Daniell à donner la préférence à cette disposition ; ils éviteront par là bien de contrariétés.

2. *Pile de* Bunsen.

La pile de Bunsen est aussi désignée sous le nom de *pile au charbon*. Chacun de ses éléments se compose des parties suivantes (fig. V) :

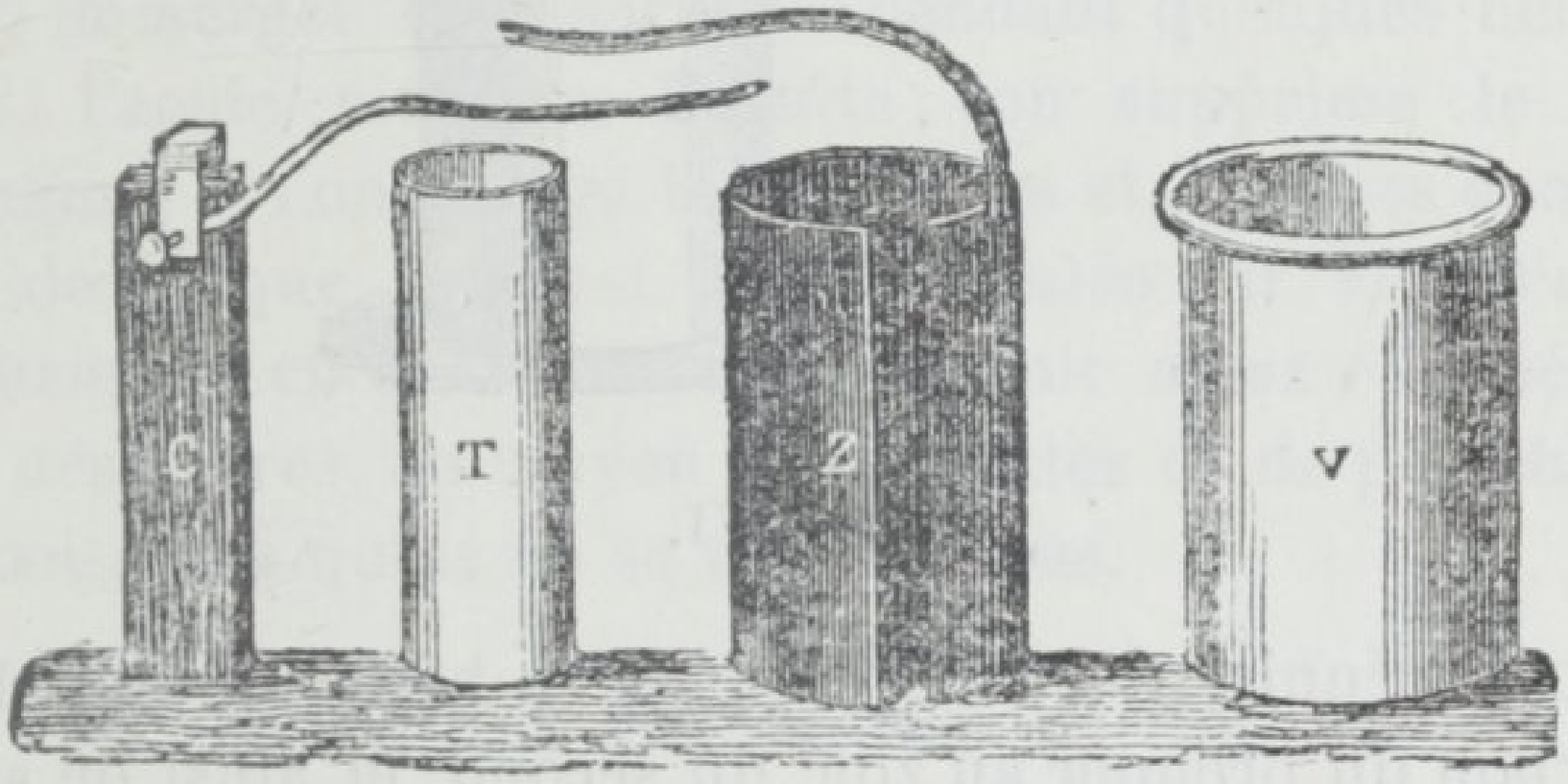


Fig. V.

1° Un vase extérieur en verre, en grès ou en faïence V, qui est rempli à moitié d'acide nitrique à 36 ou 40 degrés;

2° Une lame de zinc enroulée cylindriquement Z, qui baigne dans la liqueur acide du vase extérieur;

3° Un vase poreux ou diaphragme en porcelaine dégourdie Z, qui entre dans le cylindre de zinc, et qui contient une solution d'acide sulfurique, au dixième environ;

4° Un parallélipipède en coke pulvérisé et réduit en pâte C, qui entre dans le vase poreux.

L'extrémité supérieure du parallélipipède de charbon est munie d'un collier en cuivre qu'une vis de pression permet de serrer à volonté, et auquel est fixé un rhéophore ou ruban de cuivre. Un rhéophore semblable est soudé à la partie supérieure de zinc.

La figure VI montre le couple tout monté. Le charbon représente le pôle positif, le zinc le pôle négatif.

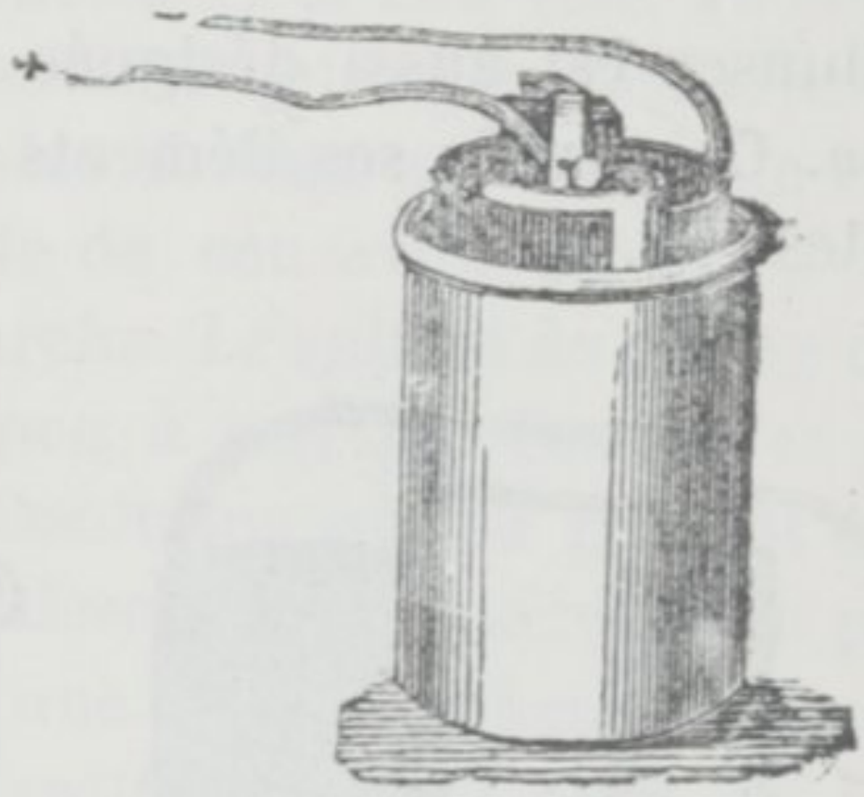


Fig. VI.

Pour réunir plusieurs couples en batterie, on relie le charbon du premier au zinc du second, et ainsi de suite, de façon que l'appareil se termine, d'un côté, par un charbon tout à fait indépendant, et de l'autre, par un zinc également libre.

Très-souvent, on renverse le système en mettant le charbon dans le vase extérieur, avec l'acide nitrique, et la lame de zinc dans le vase en porcelaine. Le charbon présente alors la forme d'un cylindre.

Quand la pile de Bunsen est montée, le pôle positif se trouve au dernier charbon, et le pôle négatif au dernier cylindre de zinc.

Le charbon qui sert à faire les cylindres ou les prismes est cette espèce de graphite qui tapisse l'intérieur des vieilles cornues des usines à gaz. On le choisit de préférence à tout autre, parce qu'il est très-compacte et excellent conducteur de l'électricité.

La pile de Bunsen est plus énergique que celle de Daniell, mais elle est moins constante, parce qu'il est impossible de maintenir uniforme la composition des deux liquides qui remplissent les vases. En outre, l'acide nitri-

que, en se décomposant, quand elle fonctionne, répand dans l'air des vapeurs malsaines, ce qui oblige à la tenir en dehors de l'atelier. De plus, elle demande beaucoup de soin et d'entretien.

Lorsqu'on veut faire usage de cet appareil pendant 1 heure ou 2 seulement, on peut, pour économiser l'acide, immerger les charbons pendant quelques heures, dans l'acide nitrique. Ensuite, on supprime le diaphragme, et l'on plonge les charbons et les zincs dans un liquide unique, qui est l'eau acidulée par 1/20 d'acide sulfurique, en ayant soin de les tenir assez éloignés les uns des autres, au moyen de baguettes ou de planchettes de bois, afin qu'ils ne se touchent pas.

3. *Pile de* Grove.

La pile de Grove ne diffère de la précédente qu'en ce que le charbon est remplacé par une lame de platine. Cette lame est souvent recourbée en S et fixée à un couvercle qu'on pose sur le diaphragme ou vase de porcelaine. Souvent aussi, elle est soutenue par une espèce de petite potence en cuivre jaune qui fait corps avec un cercle placé à la partie supérieure du vase extérieur. Le platine représente le pôle positif et le zinc le pôle négatif.

Cette pile a les mêmes qualités et les mêmes défauts que celle de Bunsen. La présence du platine la rend, en outre, très-coûteuse. Dans ces derniers temps, on a essayé d'en répandre l'usage en remplaçant le platine par l'aluminium; mais, malgré cette substitution, elle est encore d'un prix trop élevé.

4. *Pile au bichromate de potasse.*

C'est une pile de petites dimensions, qui est extrêmement énergique et ne marche que peu de temps. On ne

l'emploie guère que pour faire des expériences de courte durée, qui exigent beaucoup d'électricité. Il est même rare qu'on la mette en batterie, et, dans tous les cas, son travail est coûteux.

Réduite à sa plus grande simplicité, cette pile consiste en un vase de verre contenant une dissolution saturée de bichromate de potasse, dans laquelle baignent une lame de zinc et une lame de charbon de cornue à gaz. Ces deux lames portent chacune un rhéophore, et sont fixées à une planchette de manière à ne pas se toucher. De plus, on verse dans la dissolution de bichromate 50 grammes d'acide sulfurique par litre.

Comme on voit, la pile au bichromate de potasse est une pile à un seul liquide et n'a point de diaphragme.

5. *Piles thermo-électriques.*

Nous ne parlerons pas des piles thermo-électriques parce qu'elles ne sont pas usitées par les doreurs. Nous en ferons autant pour les machines électro-magnétiques rotatives. Ces dernières ont cependant été employées en Angleterre, dans quelques grands établissements, mais, si nos souvenirs ne nous trompent pas, nous croyons qu'on les a abandonnées pour reprendre les piles ordinaires, sauf peut-être à y revenir un jour, car elles paraissent réellement économiques là où l'on peut disposer d'un cours d'eau, d'une machine à vapeur ou de toute autre force motrice.

6. *Recommandations pour l'emploi des piles ayant un zinc; amalgamation du zinc.*

Quelques recommandations relatives aux piles qui ont un zinc, et qui, nul ne l'ignore, sont celles dont l'usage est le plus répandu, ont ici leur place naturelle.

En premier lieu, il convient d'augmenter, autant que

possible, la surface du zinc, ce qui oblige à le mettre à l'extérieur du diaphragme poreux. On sait, en effet, que l'intensité d'un courant galvanique est en raison de la surface du zinc en contact avec le liquide dissolvant dans lequel il plonge.

En second lieu, quand la pile est neuve, il faut, avant de s'en servir, *amalgamer le zinc*, c'est-à-dire le recouvrir d'une mince couche de mercure, car il est alors attaqué plus uniformément et le courant est plus intense.

Avant de procéder à l'amalgamation, on décape chaque zinc en le plongeant, pendant 2 ou 3 minutes, dans de l'eau aiguisée par 1/10 d'acide sulfurique. Au sortir de ce bain, on le roule, sans le laver, dans une cuvette de photographe contenant du mercure, puis, avec un tampon de drap ou une brosse, on étend ce dernier, d'une manière bien égale, sur ses diverses surfaces. On l'abandonne à lui-même pendant 8 jours, afin de donner le temps au mercure de pénétrer parfaitement dans l'épaisseur du zinc. Enfin, on y soude le conducteur. Il est à remarquer que cette soudure tiendrait mal si elle était faite immédiatement après l'application du mercure.

Au lieu d'opérer ainsi que nous venons de dire, M. Roseleur recommande d'ajouter dans le vase de porcelaine un sel de mercure en dissolution : le mercure est réduit et se dépose sur le zinc. Nous avons plusieurs fois expérimenté ce procédé, mais nous ne l'avons pas trouvé avantageux, car il ne recouvre le zinc que d'une couche superficielle et très-légère de mercure, tandis que, par le nôtre, le mercure pénètre dans le zinc à une plus grande profondeur et en quantité telle qu'il suffit pour toute la durée de ce dernier.

La nécessité d'amalgamer le zinc provient de ce que ce métal, tel que le commerce le livre, contient toujours une certaine quantité de fer et de cadmium, ce qui en altère nécessairement la pureté. Tant que dure l'action chimi-

que, les particules de ces métaux hétérogènes forment les éléments d'une infinité de petits couples, dont le circuit est fermé dans la plaque de zinc elle-même. Aussi, quand du zinc impur fait partie d'un couple, les petits courants dont nous parlons troublent la distribution de l'électricité qui doit produire le courant principal, et c'est pour cela lui-ci une cause d'affaiblissement. Au contraire, lorsque le zinc est amalgamé, la couche d'amalgame qui en recouvre la surface étant parfaitement homogène, tous les points de cette surface sont également oxydables, par conséquent uniformément attaqués. Une autre propriété du zinc amalgamé, c'est que, tant que le circuit de la pile reste ouvert, il n'est pas attaqué par la liqueur acide, tandis qu'il se dissout avec un abondant dégagement d'électricité aussitôt qu'on ferme ce circuit.

7. *Manière de réunir les conducteurs aux éléments.*

On réunit ordinairement les fils conducteurs ou électrodes aux éléments de la pile au moyen d'étriers à vis, de pinces ou d'agrafes d'une construction fort simple.

Toutefois, dans une foule de circonstances, il est infiniment préférable de souder à l'étain les parties qu'on veut joindre ensemble. Malheureusement, cette opération présente des difficultés, car le laiton, et surtout le cuivre rouge, ne peuvent se souder ainsi, qu'autant que leur surface est parfaitement décapée. Aussi, la plupart des expérimentateurs se contentent-ils de réunir les conducteurs à la pile, soit avec des crochets, soit à l'aide de la torsion; mais ce dernier système est insuffisant pour assurer le contact parfait des différentes pièces et la transmission du courant électrique. Les deux procédés que nous allons décrire permettent de vaincre toutes les difficultés en donnant la possibilité de décaper et de souder les deux métaux dont il s'agit, d'une manière très-

rapide et très-complète. Le premier est dû à M. F. Werner, et le second à M. F. Lockey.

Premier procédé. — On fait dissoudre des morceaux de zinc dans l'acide hydrochlorique, jusqu'à saturation. On fait ensuite évaporer le liquide à une douce chaleur, et, lorsqu'il a acquis une consistance huileuse, on le laisse refroidir, puis on l'introduit dans un flacon bien bouché à l'émeri.

Il est bon d'essayer cette liqueur au papier bleu de tournesol, pour s'assurer qu'elle n'a plus aucune trace de réaction acide. Quand on veut s'en servir pour souder, il suffit d'en humecter légèrement, avec un pinceau, les deux surfaces à réunir, préalablement grattées avec un racloir; on les étame ensuite facilement avec le fer à souder et un peu de soudure d'étain; puis, après les avoir mises exactement en contact, on achève la soudure soit avec le fer, soit au moyen d'une lampe à esprit-de-vin.

Second procédé. — Ce procédé est encore plus simple et plus facile que le précédent, car il est basé sur l'emploi de la stéarine et que chacun a sous la main cette substance, seul corps qui soit nécessaire pour désoxyder les métaux, et déterminer leur adhérence à l'aide de la soudure d'étain.

On commence par nettoyer les pièces qu'on veut souder, soit avec un grattoir, ou même avec du papier de verre. On chauffe ensuite l'objet sur la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, et on le frotte légèrement avec un morceau de stéarine. On applique alors, sur le point chauffé, un morceau de soudure très-mince, qui s'étend aussitôt et se combine intimement avec la surface du cuivre. La même opération est répétée sur la pièce qu'on veut souder avec la première. On maintient ensuite les deux objets en contact à l'aide d'une pince plate; on les chauffe simultanément, et on continue de les maintenir avec la pince jusqu'à ce qu'ils soient refroidis.

Il est à remarquer que ces deux procédés de soudure, le premier surtout, sont applicables, non-seulement au cuivre et au laiton, mais encore à tous ceux des autres métaux qui sont susceptibles de se souder à l'étain.

8. *Des anodes solubles.*

Ainsi que nous l'avons vu, la découverte, par M. Jacobi, des **anodes solubles** qui présentent un si grand avantage dans les expériences électro-métallurgiques, est basée sur le principe suivant : si, dans une solution métallique en communication avec les deux pôles d'une pile galvanique, on plonge une plaque du même métal que celui en dissolution, attachée par un fil au pôle négatif de la pile, cette plaque métallique, qui joue le rôle d'anode, est dissoute *à peu près* en raison directe du métal revivifié au cathode. Nous disons à peu près, parce que l'expérience a démontré que l'anode perd toujours un peu moins que ne gagne le cathode.

On comprend facilement qu'en employant un anode soluble de même nature que le métal à réduire, on n'a plus à se préoccuper des moyens compliqués et embarrassants qu'on employait, dans le principe, pour maintenir la saturation de la solution métallique, puisque cette saturation est constamment entretenue aux dépens de l'anode qui se dissout. Dès lors, le même bain métallique pourrait servir indéfiniment pour une foule d'expériences consécutives.

L'utilité des anodes est principalement remarquable pour les bains contenant beaucoup de cyanure, mais cependant ces bains donnent une mauvaise couleur après un usage prolongé, parce qu'il se dissout toujours un peu du métal des objets à dorer. Il faut donc, après un certain temps, remplacer l'anode soluble par un anode insoluble en platine, afin d'épuiser le bain d'or, car pour les bains

d'argent le même inconvénient n'est pas sensible, parce que l'anode se dissout dans le bain, lors même qu'il n'y a point de courant électrique.

Mais là, ne se bornent pas les avantages de l'anode soluble, car en modifiant sa forme, son volume et sa distance, par rapport à l'objet à recouvrir, on règle à volonté la promptitude, la nature et l'épaisseur du dépôt galvanique sur l'ensemble ou seulement sur certaines parties du modèle. Les dispositions nécessaires pour obtenir ces divers effets ont été indiquées par M. Smee, dans le *Manuel de Galvanoplastie* qui fait partie de cette collection Nous dirons seulement que, lorsqu'il s'agit de dorer, d'argenter ou de platiner, on doit employer, pour anode soluble, un fil très-fin ou une lame très-mince, terminée en pointe, du métal à déposer, dans la crainte d'augmenter à l'excès l'énergie du courant, et d'obtenir un dépôt à l'état pulvérulent.

« On se sert rarement de l'anode soluble dans la dorure à chaud, dit M. Roseleur, on lui préfère avec raison un simple fil ou une lame de platine, qu'il n'est jamais nécessaire de renouveler et qui présente bien plus d'avantage et de commodité pour régler l'intensité du courant selon qu'on l'enfonce plus ou moins dans le liquide. Cet anode permet, à l'aide d'un même bain et d'une même batterie, d'obtenir l'or sous trois nuances différentes : pâle quand on plonge à peine, jaune quand on l'introduit en quantité suffisante, rouge enfin quand on l'immerge entièrement.

« Ces colorations diverses n'ont d'autre cause que des aggrégations différentes des molécules d'or. C'est surtout dans les bains d'alliage que l'on remarque cette propriété de l'anode insoluble. Dans le bain de dorure rose, par exemple, qui se compose d'or, de cuivre et d'argent, on peut à volonté, et suivant qu'on augmente ou qu'on diminue la quantité de l'anode dans le bain, donner au dépôt une teinte blanche, jaune ou rouge, les solutions

des différents métaux n'exigeant pas pour leur réduction les mêmes forces électriques. »

Nous ne pensons pas que les différentes colorations obtenues avec le même bain, dont parle M. Roseleur, soient seulement le résultat d'une aggrégation différente des molécules d'or. Nous sommes porté à croire qu'elles proviennent plutôt d'une application, en proportions différentes d'or, d'argent et de cuivre, parce que c'est précisément dans le bain d'or tenant argent et cuivre, que la chose est le plus sensible. Selon nous, ces colorations sont probablement dues à la quantité d'électricité qui arrive dans le bain, et voici ce qui tend à le prouver :

Quand il y a peu d'anode dans le bain, il y a peu d'électricité, et la dorure est pâle parce qu'il faut très-peu d'électricité pour précipiter l'argent. On sait, en effet, qu'il suffit de plonger une lame de cuivre dans un bain d'argent, sans le concours de la pile pour que cette lame soit argentée, tandis que le cuivre, demandant plus d'électricité que l'argent et l'or pour être réduit, il faut enfoncer davantage l'anode dans le bain pour avoir plus de courant et plus de cuivre précipité, et des couleurs différentes dans le même bain. Une autre preuve, c'est que, dans un bain d'or à 1000/1000, on n'arrive pas à ces différentes couleurs : en plongeant trop l'anode, on a une couleur d'or brun peu adhérente, ce que les doreurs nomment un *coup de pile*.

§ 2. DES APPAREILS OU CUVES A DÉCOMPOSITION.

Les **appareils** ou **cuves à décomposition** sont destinés à contenir la dissolution métallique qui doit former le dépôt. Ils sont *simples* ou *composés*.

Un appareil est dit *simple* quand le courant galvanique est produit dans l'intérieur même du vase où le dé-

pôt a lieu. Tel est le cas de celui que représente la figure VII.

Un vase de verre ou de porcelaine V V renferme de l'eau acidulée. Un cylindre de zinc amalgamé Z Z plonge dans ce bain acide, et reçoit un autre vase 0 0 de porcelaine dégourdie, qui est rempli de la dissolution aurifère. Un fil de cuivre *m*, soudé au cylindre de zinc, vient plonger dans cette dissolution et y supporter l'objet que l'on veut dorer. Le zinc Z Z est le pôle positif. Quant au pôle négatif, où se fait le dépôt métallique, il est constitué par la pièce que l'on dore.

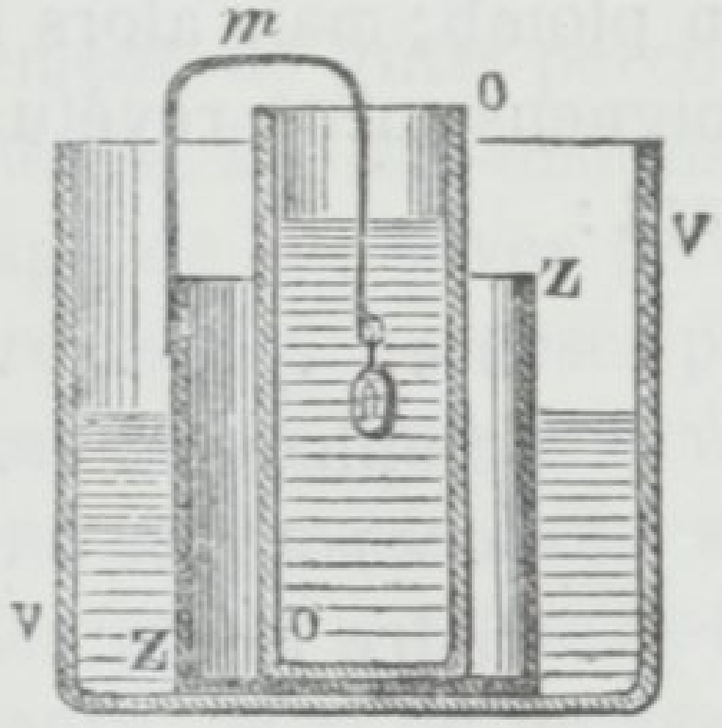


Fig. VII.

Un appareil est *composé* lorsque le courant galvanique est produit en dehors du bain.

La dissolution d'or ou d'argent étant placée dans une cuve, on dispose une pile en dehors de ce bain. On attache les pièces sur lesquelles on veut opérer le dépôt à une tringle métallique, communiquant, par un fil de cuivre, au zinc de la pile, et l'anode formée du métal contenu dans la dissolution, est mise, de la même manière, en communication avec le cuivre ou le charbon.

On est quelquefois embarrassé pour se procurer des vases de forme convenable pour servir de cuves à précipiter. Alors, il résulte souvent de cet embarras qu'on est obligé de préparer une quantité de liqueur beaucoup plus grande que celle qui serait rigoureusement nécessaire, si la cuve avait une forme et des dimensions convenables. Cet inconvénient est surtout sensible, quand il s'agit de dorure ou d'argenture, parce que, dans l'un et l'autre cas, les dissolutions sont toujours d'un prix assez élevé.

Il existe cependant un moyen facile de se procurer à peu de frais et dans quelque localité que ce soit, tous les vases à décomposition dont on peut avoir besoin. Il suffit, en effet, de les construire en bois, en fer-blanc ou en plomb; mais alors l'intérieur de ces vases devra être soigneusement revêtu d'une couche du mélange suivant :

Cire..	500 grammes.
Colophane.	1 kilog. 500
Ocre rouge..	500 grammes.
Plâtre fin..	deux cuillerées.

Cette précaution est indispensable, soit pour rendre le bois imperméable, soit pour ôter au fer-blanc, ou autre métal, sa faculté conductrice, qui exercerait une influence sur l'action de la pile et sur les solutions métalliques.

On pourrait encore, à la rigueur, et dans un moment de presse, employer une boîte de carton, rendue imperméable au moyen d'une couche d'huile de lin siccative (huile grasse des mouleurs en plâtre), et revêtue, en outre, d'une couche de l'enduit. Enfin, l'auge à précipiter peut encore être construite en plâtre, rendu imperméable par les mêmes moyens. Ces auges sont bonnes pour précipiter le cuivre d'une dissolution acide, comme du sulfate.

Il ne faut pas oublier que les cuves à décomposition garnies intérieurement de mastic gras ou résineux ne peuvent pas servir pour des bains au cyanure, parce que ce corps attaquerait rapidement l'enduit.

Pour les menus objets, on se sert ordinairement de vases en grès, en faïence, en porcelaine, en verre ou en fonte émaillée. Les vases de cette dernière matière ont un défaut, dû à ce que l'émail ne tarde pas à s'écailler et à mettre le fer à nu. Quand on a le choix entre les cuves

métalliques, il vaut mieux les prendre de tôle de fer ordinaire, c'est-à-dire sans émail.

Pour les grandes pièces, comme aussi lorsqu'on veut opérer sur beaucoup d'objets à la fois, on emploie des cuves en bois doublées intérieurement de gutta-percha ou simplement construites en tôle clouée. Les dimensions, la forme, la disposition, le montage de ces cuves peuvent varier à l'infini, et à cet égard toutes les descriptions seraient insuffisantes pour embrasser tous les cas qui peuvent se présenter. Il est donc préférable, pour se former une idée de cette partie des opérations, de voir exécuter des travaux du même genre, et si on ne veut pas faire d'école, d'apprendre par l'expérience des autres à diriger convenablement ces cuves suivant les besoins et les résultats qu'on se propose d'atteindre. La figure VIII

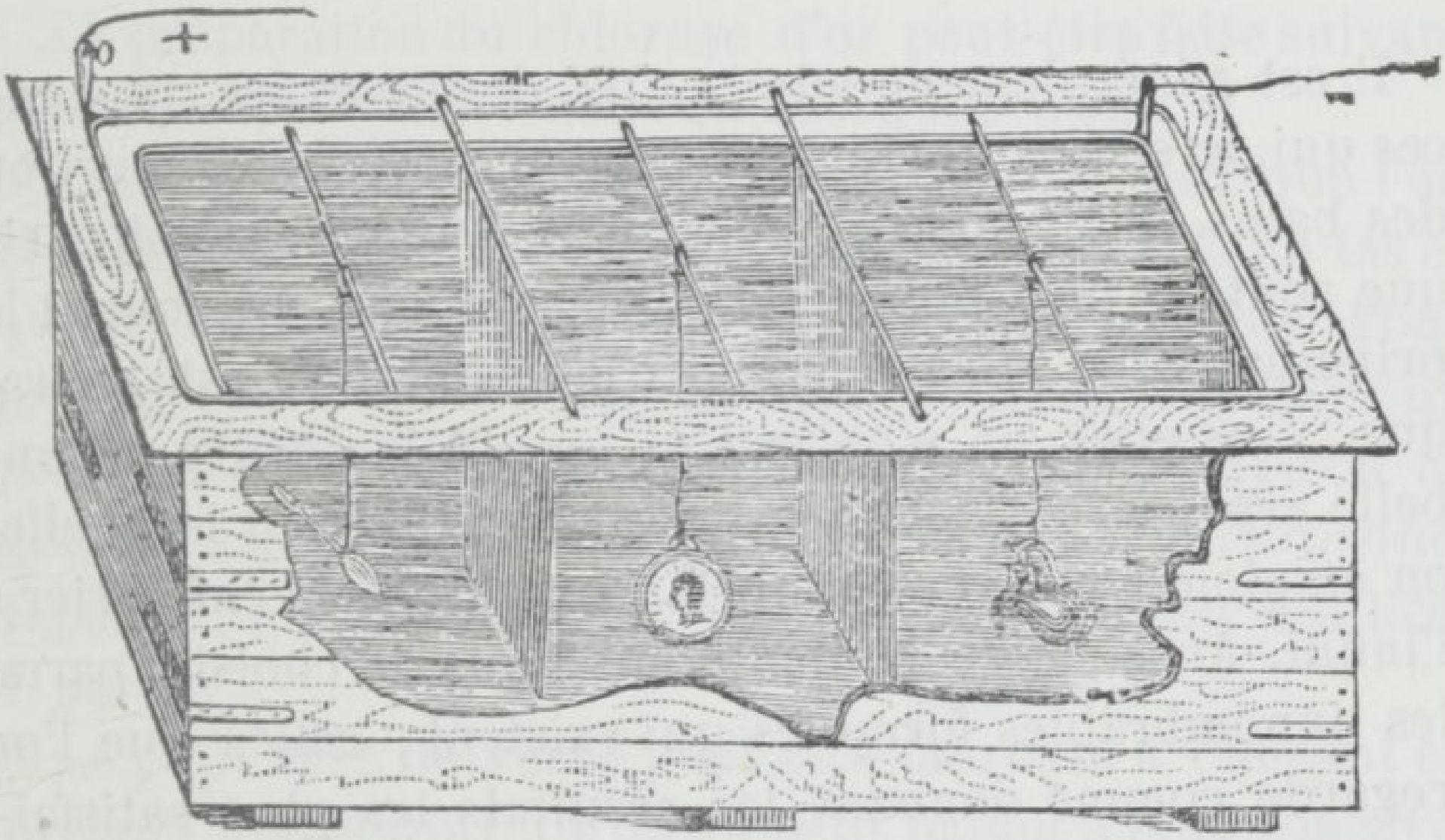


Fig. VIII.

peut donner une idée des appareils de ce genre. La cuve est divisée dans sa longueur par des tringles auxquelles sont suspendues des plaques d'or ou d'argent servant d'anodes, et qui sont reliées entre elles par un châssis de cuivre, communiquant au pôle positif de la pile. Entre les anodes, des tringles de cuivre, reliées entre elles par

un châssis particulier, semblable au précédent, mais un peu plus bas, communiquent au pôle négatif de la pile. C'est à ces dernières tringles que l'on suspend, au moyen de fils de cuivre, les objets sur lesquels on veut que se fasse le dépôt métallique.

Quelles que soient la forme et la matière de la cuve qu'on emploie, il faut toujours que cet appareil ait une hauteur assez grande pour que les objets qu'on y suspend aient au-dessus d'eux une couche de liquide d'environ 10 centimètres d'épaisseur, tout en restant éloignés d'une égale distance du fond et des parois.

CHAPITRE IV.

DORURE GALVANIQUE.

Il est généralement admis que, de toutes les substances qui, avec l'or et l'argent, entrent dans la composition des bains, le cyanure de potassium et l'acide cyanhydrique sont les plus importantes. Ce sont elles qui jouent le principal rôle, le rôle indispensable, et cela est si vrai que, sans elles, on n'obtient ni une belle dorure, ni une belle argenture. Quant aux proportions suivant lesquelles on emploie les diverses substances, elles peuvent varier à l'infini. Aussi, nous contenterons-nous de choisir, parmi les innombrables formules qui existent, celles que l'on regarde comme donnant les résultats les plus satisfaisants.

§ 1. DES BAINS DE DORURE.

La dorure peut se faire *à chaud* ou *à froid*, mais elle est plus solide et d'un ton plus riche dans le premier système que dans le second. Ordinairement, on ne dore à chaud que les petits objets. Quant aux pièces de grandes dimensions, on les dore le plus souvent à froid, à cause

de la difficulté que pourrait présenter le chauffage d'une masse énorme de liquide. Toutefois, depuis plusieurs années, la dorure à froid tend à disparaître des ateliers où il y a une machine à vapeur.

Quelle que soit la formule du bain dont on veut se servir, il faut toujours commencer par faire le chlorure d'or. Avant donc de parler de la préparation des bains, il est logique que nous parlions de celle de ce produit. C'est, du reste, une opération fort simple, mais, à cause du prix élevé de l'or, elle exige qu'on prenne les précautions les plus minutieuses pour éviter les pertes, autant que possible.

1. *Préparation du* CHLORURE D'OR.

La préparation du chlorure d'or peut être faite suivant plusieurs procédés : nous en décrirons trois.

Premier procédé. — On prend 3gr.50 d'or pur que l'on réduit en lame mince à l'aide d'un marteau et d'un tas et qu'on coupe en morceaux aussi petits que possible. Pour procéder à la dissolution, on met ces fragments dans un petit vase de porcelaine ou de verre avec environ 30 grammes d'une eau régale composée de : acide nitrique, 1 partie ; acide hydrochlorique, 3 parties ; eau distillée, 1 partie.

Le petit vase de verre peut être fabriqué à l'instant en prenant une éprouvette ou un petit ballon à fond concave. On y trace un léger trait un peu au-dessus du milieu de la partie renflée, au moyen d'une pierre à fusil ou d'un diamant, et on en approche la pointe d'un charbon allumé. Il se détermine une petite fêlure que l'on peut prolonger à volonté, en la dirigeant très-facilement, parce qu'elle suivra la marche du charbon, que l'on doit promener lentement et en le tenant toujours en contact immédiat avec le verre. De cette manière, le fond du ballon, sé-

paré de la partie supérieure, forme un petit vase tout à fait approprié à l'usage qu'on en veut faire.

Comme on n'a besoin que d'une chaleur douce, le vase pourrait, sans danger, être exposé à feu nu ; cependant, pour plus de précaution, surtout lorsqu'on emploie un vase de verre, il vaut mieux opérer au bain de sable. On le place, à cet effet, sur le sable, disposé en couche de quelques millimètres d'épaisseur dans un poêlon de fer, que l'on pose sur un fourneau.

L'or étant complétement dissous, on continue le feu, jusqu'à ce que le liquide soit concentré au point de se prendre immédiatement, par le refroidissement, en une masse cristalline de couleur rouge sombre, ce que l'on reconnaît en en prenant un peu sur l'extrémité d'une baguette de verre et en l'agitant dans l'air; il se refroidit alors subitement, et, si la concentration est suffisante, il forme une croûte rouge-brun.

Lorsque le sel obtenu a été évaporé jusqu'à complète siccité, si on le dissout de nouveau, il se précipite une poudre d'un jaune clair, qui est le protochlorure d'or.

Si la concentration avait été poussée trop loin, on ferait redissoudre dans l'eau chaude, et l'on séparerait l'or réduit en filtrant; sans cette précaution, il serait entraîné par le précipité rouge qui se forme pendant la préparation du bain d'or.

Le chlorure obtenu se recueille dans le vase à l'aide d'une petite spatule de verre, et on le met à l'instant dans un flacon bouché à l'émeri, car il attire avec une grande avidité l'humidité de l'air, passe peu à peu de l'état solide à l'état liquide et tombe en déliquescence.

On peut calculer qu'avec 3gr.50 d'or on obtiendra environ 5 grammes de chlorure d'or sec.

Autre procédé. — On prend de l'or au titre de 980 à 1000/1000, c'est-à-dire de l'or vierge, qui a été laminé très-mince. Il faut avoir soin, avant de l'employer, de le

chauffer au rouge sur une lampe à alcool, afin de détruire les corps gras que le laminoir aurait pu y déposer, et dont une très-mince quantité serait suffisante pour empêcher l'action de l'acide.

Après ce recuit préalable, l'or est roulé en cornet, puis déposé doucement au fond d'un petit matras de verre. Quelques doreurs ont l'habitude de le couper en petits morceaux, mais notre méthode est préférable, parce qu'elle donne plus de prise à l'acide.

Ces préliminaires terminés, on verse dans le matras un poids d'eau régale quatre fois plus grand que celui de l'or. Ce liquide contient 3 parties d'acide chlorhydrique et 2 d'acide nitrique. Pour qu'il attaque et dissolve l'or plus rapidement, il faut que le mélange des acides qui le constituent soit fait au moins un jour d'avance; il convient même d'en préparer une certaine quantité afin d'en avoir toujours en réserve.

L'eau régale agit sur l'or presque aussi rapidement à froid qu'à chaud. Quand l'or est dissous, on laisse reposer pendant quelque temps pour s'assurer qu'il ne contient pas d'argent, afin d'éliminer ce dernier, dont la présence aurait pour effet de pâlir la dorure.

Si l'or renferme de l'argent, on le reconnaît à une poudre blanche qui se précipite au fond du matras, et qui n'est autre chose que du chlorure d'argent. On se débarrasse de cette poudre par la décantation.

La dissolution faite et décantée, s'il y a lieu, on la verse dans une capsule de porcelaine, que l'on place sur un bain de sable afin de faire évaporer l'acide. La chaleur doit être dirigée avec modération, car si l'on chauffait jusqu'à l'ébullition, il y aurait projection de la liqueur d'or en dehors de la capsule.

A mesure que l'acide s'évapore, la dissolution s'épaissit et devient d'un rouge-brun. L'opération est terminée aussitôt qu'il ne se dégage plus de vapeur. Il n'y a plus alors

qu'à ajouter un peu d'eau au chlorure pour le dissoudre, et c'est dans cet état qu'on l'emploie pour les différents bains.

L'or, dans son plus grand état de pureté, donne près de 2 fois et demie son poids de chlorure. Ainsi, 10 grammes d'or fournissent 24 grammes de chlorure.

Il arrive quelquefois qu'on pousse trop loin la dessiccation du chlorure d'or et qu'une partie revient à l'état métallique. Quoique le cyanure dissolve cet or après quelques heures de contact, il vaut mieux ajouter une petite quantité d'eau régale pour le redissoudre.

Une autre recommandation a pour objet les deux acides qui servent à composer l'eau régale. S'ils sont trop concentrés, il faut y verser un peu d'eau; de cette façon, la dissolution de l'or est plus rapide.

Autre procédé. — On est quelquefois embarrassé, disions-nous dans la précédente édition, pour obtenir des sels d'or rouges et jaunes parfaitement solubles dans l'eau, et sans réduction (chlorhydrate de trichlorure et trichlorure), et nous décrivions les moyens suivants pour préparer ces sels.

1° Pour préparer le sel d'or jaune, on prend de l'eau régale formée de 3 parties d'acide chlorhydrique, de 1 partie d'acide azotique et de 1 partie d'eau distillée. On met 1 partie d'or pur dans une capsule en porcelaine, et l'on verse sur cet or l'eau régale.

La quantité d'acide doit être double de celle de l'or employé. On couvre la capsule avec un disque de verre, on la place dans un bain-marie saturé de sel marin et l'on chauffe en ayant soin de maintenir le vase toujours couvert jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses aient cessé. L'on découvre alors l'appareil : si l'or n'est pas entièrement dissous, on ajoute quelques grammes d'eau régale, on couvre de nouveau la capsule et l'on continue à chauffer jusqu'à complète disparition de vapeur. A ce moment, il

faut enlever le disque de verre et le remplacer par un morceau de papier Joseph plié plusieurs fois sur lui-même, et continuer l'opération au bain-marie salé jusqu'au moment où, en plongeant une baguette de verre dans la capsule et la retirant, le chlorure d'or qui y adhère se trouve solidifié. Quand ce fait a lieu, on retire la capsule du bain-marie, et le chlorure ne tarde pas à cristalliser en petites aiguilles prismatiques d'une belle couleur jaune tirant sur l'orange.

Le chlorure obtenu de cette manière est entièrement soluble dans l'eau et sans réduction; il s'emploie, avec beaucoup de succès, à fixer les épreuves daguerriennes et à plusieurs autres opérations.

2° Le chlorure d'or rouge (trichlorure) se prépare de la même manière, seulement l'eau régale qu'on emploie s'obtient avec deux parties d'acide chlorhydrique et une partie d'acide azotique. On commence à attaquer l'or sur un bain de sable par un excès d'eau régale; l'on ne se sert du bain-marie que lorsque l'or est entièrement dissous. Pour le reste de l'opération, l'on agit de la même manière que pour préparer le chlorure d'or jaune.

C'est avec le chlorure d'or que l'on fait les autres préparations qui servent à composer les bains, et sur chacune desquelles nous allons dire quelques mots.

2. *Préparation de l'*AMMONIURE D'OR.

Dans 20 centilitres d'eau commune, ou mieux d'eau distillée (1), on dissout environ 3 grammes de chlorure d'or, puis on ajoute à peu près 30 grammes d'ammoniaque liquide ou alcali volatil, en remuant bien avec une ba-

(1) Si l'on peut se procurer facilement de l'eau distillée, on doit la préférer, autrement on prendra de l'eau de fontaine, mais on doit éviter de prendre l'eau provenant des toits; elle tient une plus grande quantité de sels en dissolution, et même des matières animales.

guette de verre. Il se forme aussitôt un précipité jaunâ-- tre, qui est l'ammoniure d'or. Ce composé est fulminant quand il est sec, et détone au moindre choc ou frotte-- ment. Il faut donc se garder de le faire sécher. C'est pourquoi, aussitôt que l'ammoniaque a produit son effet, on jette sur un filtre de papier sans colle tout le contenu du vase où l'on opère, et on lave le précipité jusqu'à ce que l'eau qui passe n'ait plus la moindre saveur salée.

On ne doit pas jeter les eaux de lavage, parce qu'elles contiennent encore de l'ammoniure d'or. En les faisant bouillir pendant une dizaine de minutes pour dégager l'ammoniaque, on voit cet ammoniure se précipiter.

3. *Préparation du* CYANURE D'OR.

Dans une dissolution un peu concentrée de chlorure d'or on ajoute du cyanure de potassium, et il se forme un précipité de cyanure d'or, qu'on lave sur le filtre, comme nous l'avons dit pour l'ammoniure

Il ne faut pas oublier que si la quantité de cyanure employée est trop grande, l'or se redissout. C'est pourquoi il est prudent de tenir en réserve un peu de chlorure d'or dissous, dont on ajoute quelques gouttes aux eaux de filtration. S'il se forme un précipité, c'est que l'on a ajouté trop de cyanure ; si, au contraire, le cyanure forme un précipité dans les eaux de lavage, c'est qu'il n'était pas en quantité suffisante pour précipiter la totalité de l'or. Mais il est impossible d'indiquer, même approximativement, les proportions à employer, parce que les cyanures du commerce sont quelquefois fraudés au point de contenir jusqu'à 40 pour 100 de carbonate de potasse (1).

(1) On peut s'assurer de la pureté du cyanure en versant dans sa dissolution du nitrate d'argent, qui précipite en poudre noire d'oxyde d'argent quand il y a de la potasse libre.

Le cyanure d'or vaut l'ammoniure. Il serait même préférable sans les tâtonnements de sa préparation.

On pourrait préparer le cyanure d'or d'une autre manière, mais elle est peu pratique pour les doreurs. On ne doit pas jeter les eaux de lavage, parce qu'elles contiennent encore de l'or.

4. *Préparation de l'*OXYDE D'OR.

On étend d'un peu d'eau environ 3 grammes de chlorure d'or, puis on ajoute 30 grammes de magnésie fraîchement calcinée et en pâte claire avec de l'eau. On chauffe le tout dans une grande capsule de porcelaine, on tient en ébullition pendant quinze à vingt minutes, on jette sur un filtre, on lave, on dissout la magnésie dans 250 grammes d'acide azotique pur (si l'acide azotique contenait de l'acide chlorhydrique, comme cela arrive généralement dans l'acide du commerce, il y aurait de l'or en dissolution) étendu de 5 fois son poids d'eau et à l'aide de la chaleur; il reste au fond de la capsule l'oxyde d'or, qu'on lave bien.

Cette préparation ne présente aucun avantage sur les précédentes relativement aux résultats qu'elle fournit. Ses désavantages, au contraire, méritent d'être pris en considération : 1° il est difficile à un ouvrier de se procurer et de reconnaître la magnésie fraîchement calcinée et l'acide azotique privé de chlore; 2° malgré l'emploi d'agents chimiquement purs, on a toujours une quantité notable d'or en dissolution dans l'acide et les premières eaux de lavage; 3° ce procédé est long, difficile et coûteux.

5. *Composition des* BAINS DE DORURE.

Nous ferons remarquer en commençant que, généralement, les doreurs étendent trop leurs bains avec l'eau; il y en a même qui emploient jusqu'à un litre d'eau par

gramme d'or. En agissant ainsi, il est impossible d'obte-- nir une grande richesse de ton, car, plus on met d'eau, plus la dorure est rouge et terne. En outre, avec un bain très-étendu et un peu épuisé, il peut arriver que les ob-- jets sortent avec une couleur de bronze, au lieu d'une belle couleur d'or. Les bains qui suivent permettent d'é-- viter ces inconvénients. Ils sont, en effet, assez concen-- trés pour donner toujours une dorure riche et éclatante. Dans toutes les formules, nous indiquons la quantité d'or à employer et non la quantité de chlorure.

A. *Bains fonctionnant à froid.*

1. Or réduit en chlorure. . . . . 5 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 25 —
   Eau. . . . . 1 litre.

2. Or réduit en chlorure. . . . . 5 gram.
   Cyanure jaune de potassium. . . . . 150 —
   Potasse caustique. . . . . 30 —
   Eau. . . . . 1 litre.

3. Or réduit en ammoniure. . . . . 5 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 15 à 20 —
   Eau. . . . . 1 litre.

4 Or réduit en cyanure. . . . . 5 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 15 —
   Eau. . . . . 1 litre.

5. Oxyde d'or. . . . . 5 gram.
   Cyanure de potassium. . . . . 20 —
   Eau. . . . . 1 litre.

Dans la seconde formule, on peut remplacer la potasse caustique par une égale proportion de carbonate de potasse.

Pour préparer tous ces bains, on fait dissoudre le cya--

nure et la potasse dans l'eau, on tient la liqueur en ébullition pendant une dizaine de minutes, on filtre et l'on ajoute le sel d'or.

B. *Bains fonctionnant à chaud.*

1.	Or réduit en chlorure.	10 gram.
	Cyanure jaune de potassium.	150 —
	Bicarbonate de potasse.	50 —
	Chlorhydrate d'ammoniaque.	20 —
	Eau.	5 litres.
2.	Or en chlorure.	5 gram.
	Cyanure de potassium..	8 —
	Bisulfite de soude.	35 —
	Phosphate de soude.	200 —
	Eau.	2 à 3 litres.
3.	Or en chlorure.	5 gram.
	Cyanure de potassium.	10 —
	Bisulfite de soude.	50 —
	Phosphate de soude.	300 —
	Eau.	5 litres.
4.	Or en chlorure.	5 gram.
	Cyanure de potassium..	5 —
	Bisulfite de soude.	50 —
	Phosphate de soude.	300 —
	Eau.	5 litres.

La troisième formule convient surtout pour la dorure du cuivre et du laiton, et la quatrième pour la dorure de l'acier et de l'étain.

Au moment de l'emploi, les bains fonctionnant à chaud sont contenus dans des cuves disposées de manière à être chauffées, et leur température doit être maintenue entre 50 et 80 degrés centigrades.

§ 2. DORURE PROPREMENT DITE.

Maintenant que nous savons comment se préparent les bains, nous allons dire de quelle manière il convient de procéder à la dorure proprement dite, c'est-à-dire à la précipitation du métal précieux contenu dans le bain.

Pour plus de clarté, nous supposerons qu'il s'agit d'un objet de cuivre rouge ou de laiton, et nous le prendrons au moment où il entre à l'atelier du doreur.

Suivant le cas, la pièce est d'abord recuite ou dégraissée, puis dérochée et passée successivement à l'eau-forte vieille et à l'eau-forte vive, en prenant les diverses précautions dont nous avons parlé au chapitre du décapage.

Toutefois, si elle a été dégraissée par la lessive de soude et si elle n'est pas couverte d'oxyde, on peut supprimer le dérochage et même le passage aux eaux-fortes et la soumettre immédiatement à l'action des acides à brillanter ou à mater; mais cette suppression n'est pas approuvée par tous les doreurs : on préfère généralement faire ces opérations.

Quoi qu'il en soit, si, après le passage à l'eau-forte vive, la pièce a une surface mate ou légèrement piquée, on la fait revenir au brillant en la plongeant, pendant une quinzaine de minutes, dans l'*eau-forte à brillanter* de M. Roseleur, mais, comme nous l'avons dit, page 113, elles sortent noires de cette liqueur et doivent être décapées de nouveau.

On passe le plus souvent aux acides à brillanter, rarement aux acides à mater. Ce passage étant effectué, et nous supposerons que c'est dans le premier sens, on lave rapidement la pièce à grande eau, puis, sans perdre de temps, on la plonge dans le bain de nitrate de mercure. Il n'y a plus alors qu'à la rincer de nouveau et à la placer dans la cuve ou appareil à précipiter.

Dans cet appareil, la pièce est suspendue au conducteur du pôle négatif ou pôle zinc, au moyen du fil de cuivre qui a servi à la passer dans les liqueurs de décapage. Le bain d'or est chaud et l'enveloppe de toutes parts. Si plusieurs objets étaient accrochés ou attachés au même fil, il faudrait agiter de temps en temps celui-ci, afin de changer les points de contact.

La dorure est terminée au bout de 15 à 20 minutes. Si la couleur est trop rouge, on plonge la pièce dans un bain de blanchiment, que l'on prépare en faisant dissoudre 80 grammes de cyanure de potassium et 3 grammes d'argent dans 5 litres d'eau. Il suffit d'une immersion de quelques secondes dans ce bain pour pâlir et même blanchir les objets dorés trop rouge, après quoi, on les repasse un instant au bain d'or.

Quand la pièce est dorée d'une bonne couleur, et qu'elle n'est point tachée, on la rince à l'eau propre et on la fait sécher dans de la sciure chaude. Quelques traités recommandent de prendre de la sciure de buis, mais nous préférons de beaucoup la sciure de sapin ou de tout autre bois tendre, parce qu'elle est plus spongieuse et, par conséquent, absorbe plus rapidement l'humidité.

Nous venons de supposer qu'on dorait brillant un objet de cuivre ou de laiton. Nous allons recommencer notre description en ayant en vue la dorure mate d'un objet de zinc, une pendule par exemple. Ces deux genres constituant les deux extrêmes, toute autre pièce rentrera plus ou moins dans l'un ou dans l'autre.

Disons d'abord que le zinc ne peut bien recevoir la dorure qu'après avoir été préalablement soumis au cuivrage. Après avoir donc décapé la pendule par un des procédés usités pour cela, on la cuivre dans un bain au cyanure, dont nous dirons plus loin la composition (voy. chap. VIII), puis on la tient, pendant quelques heures,

dans un bain à mater spécial, dont nous dirons aussi la préparation. Au sortir de ce bain, on la rince, on la passe au nitrate de mercure, on la rince de nouveau et, enfin, on la dispose dans l'appareil à précipiter. Il ne reste plus alors qu'à passer à l'eau et à sécher à la sciure. Si les choses ont été faites avec soin, l'objet de zinc est d'un beau jaune mat. Pour le rehausser, on en brunit généralement quelques parties, mais, si la dorure est très-faible, ces parties rougissent parce que le cuivre reparaît sous l'action du brunissoir. Quand ce cas se présente, on repasse la pièce au bain d'or, et l'on termine par un rinçage et un séchage à la sciure.

Nous avons dit en parlant des piles qu'on avait eu autrefois l'idée de remplacer ces appareils par des machines électro-magnétiques. Comme cette idée peut être reprise un jour, il nous paraît utile d'exposer sommairement comment on procédait en Angleterre, le pays où les expériences furent exécutées avec le plus de suite et sur l'échelle la plus grande. Nous laisserons la parole au professeur Majocchi.

« On fait usage en Angleterre, dit ce physicien, du courant électrique produit par le magnétisme pour appliquer un métal en dissolution sur un autre métal. On se sert pour cela d'une machine électro-magnétique à rotation continue (comme celle de Clarke), d'où l'on induit un courant électrique par le fil de l'armature.

« Dans l'électro-moteur destiné à cet usage, le diviseur du courant est assujetti à l'armature. Ce diviseur est formé d'une tige de laiton que l'on attache par une de ses extrémités à l'armature même, au moyen d'un étrier de laiton dont elle est munie. A l'autre extrémité on fixe un cylindre de buis; sur chacune des bases de ce dernier, on attache une bande de laiton formant un cintre surbaissé.

« Un des bouts du fil de l'armature communique avec

une des deux bandes de laiton établies sur les bases du cylindre de buis, et l'autre bout avec l'autre bande.

« Quatre molettes d'acier, fixées à vis sur autant de colonnettes de laiton qui s'élèvent sur la base de l'appareil, sont disposées de telle sorte que lorsque deux de ces molettes sont pressées contre les bandes fixées au cylindre de laiton, les deux autres s'éloignent de la surface du même cylindre, et réciproquement.

« Vers l'extrémité inférieure des colonnettes est pratiqué un trou destiné à livrer passage à un fil de cuivre assujetti par des vis, et qui unit les colonnettes deux à deux à la même partie du diviseur.

« Lorsqu'on veut dorer, argenter, etc., on place auprès des colonnettes un vase de terre contenant la solution métallique préparée comme je le dirai plus loin.

« L'objet que l'on veut recouvrir d'un dépôt métallique, après avoir été bien décapé, est mis en communication avec le fil de deux colonnettes, tandis que le fil des deux autres colonnettes communique avec une pièce de métal semblable à celui qui fait partie de la dissolution.

« On plonge l'objet dans la dissolution contenue dans le vase de terre, après avoir plongé préalablement, en tout ou en partie, dans cette même dissolution, la plaque de métal en contact avec l'autre fil. La quantité de cette plaque qu'il faut immerger doit être proportionnée à la superficie que présente l'objet à dorer. Il faut encore avoir soin que l'objet et la plaque soient placés assez près l'un de l'autre dans la dissolution, mais sans néanmoins se toucher.

« On imprime un mouvement de rotation à l'armature par le moyen propre à l'appareil électro-moteur, le courant d'induction s'éveille et traverse la dissolution, la décompose et réduit le métal sur l'objet, comme à l'ordinaire. L'arbre et par suite l'armature peuvent recevoir un mouvement rotatoire de 600 tours et plus par minute.

La distance entre les deux extrémités de l'armature et les pôles de l'aimant en fer-à-cheval, peut varier depuis une fraction de millimètre jusqu'à quelques centimètres, dans le but de régler la force du courant électrique, suivant que l'on veut obtenir un dépôt plus ou moins rapide sur l'objet. En effet, la quantité de métal réduit varie, dans un temps donné, suivant la distance qui sépare l'armature et les pôles de l'aimant. Il est évident que cette quantité doit aussi varier avec le nombre des révolutions de l'armature, dans un temps donné, et avec la proportion de métal contenue dans un poids donné de la solution où plonge l'objet.

« Les solutions que l'on emploie dans ce procédé sont semblables à celles dont on se sert dans la méthode ordinaire : on prend 12 kilogrammes de la meilleure potasse du commerce, on les verse dans 14 à 15 litres d'eau que l'on fait bouillir dans un vase de fer, jusqu'à ce que l'alcali soit dissous.

« La solution est versée dans un vase de terre convenable, où on la laisse en repos jusqu'à son entier refroidissement; on la filtre alors, et on y ajoute 6 litres d'eau distillée. On fait passer à travers cette solution, après l'avoir filtrée, un courant de gaz acide sulfureux, obtenu par les moyens connus, jusqu'à ce qu'elle en soit saturée, et en évitant avec soin un excès de soufre.

« Pour préparer le bain d'or, on fait dissoudre 100 parties d'or fin dans un mélange de 308 parties d'acide nitrique, 364 parties d'acide chlorhydrique, et 336 parties d'eau distillée. On évapore la solution, on la fait cristaliser, on dissout les cristaux dans un demi-litre d'eau distillée, et l'on précipite l'or par le carbonate pur de magnésie ; on lave alors le précipité, d'abord avec de l'eau distillée, acidulée par l'acide nitrique, ensuite avec de l'eau distillée seule. Enfin on ajoute à ce précipité bien lavé une portion de la solution sulfureuse de po-

tasse, suffisante pour le dissoudre. Plus tard on en ajoute un cinquième de plus afin qu'il y ait un peu d'excès. On agite le liquide, puis on le laisse reposer pendant 24 heures, on le filtre, et on peut alors s'en servir. »

§ 3. OBSERVATIONS DIVERSES.

1° *Sur la dorure à chaud.*

Quand on dore à chaud, on se sert rarement de l'anode soluble. On préfère employer pour anode une lame de platine de 4 à 5 millimètres de largeur et de 4 à 8 centimètres de longueur. En commençant, on la plonge de 2 ou 3 centimètres, et, sur la fin, on la retire de manière qu'elle n'entre dans le bain que 2 ou 3 millimètres, qu'elle ne fasse, en quelque sorte, que l'effleurer. Nous avons vu (chap. III) la cause de cet usage, et comment il donne le moyen d'avoir avec le même bain et la même pile, trois nuances différentes d'or, de l'or pâle, de l'or jaune et de l'or rouge.

2° *Sur la dorure à froid.*

La dorure à froid, contrairement à la dorure à chaud, ne réussit bien que lorsqu'elle est faite avec lenteur. C'est surtout pour elle qu'il serait à désirer que l'ouvrier eût quelques connaissances de physique et de chimie pour franchir facilement les obstacles qui se présentent à chaque instant, et vaincre les difficultés sans tâtonnement; il est vrai qu'il en évite beaucoup par la grande habitude, mais aussi quelquefois il travaille des journées entières sans pouvoir réussir; il serait impossible d'indiquer le moyen de parer à chaque difficulté, à chaque insuccès; il faudrait un volume, mais il suffit d'indiquer les causes principales d'erreurs pour que l'on puisse, avec un peu d'intelligence, rentrer dans les conditions d'un bon travail.

1° On a une dorure brune ou noire lorsqu'il y a une trop grande intensité d'électricité ; c'est ce qui arrive dans les bains épuisés qui opposent moins de résistance au courant. On doit alors diminuer le nombre des couples.

2° Les objets ne se dorent pas ou les objets dorés se dédorent lorsqu'il n'y a pas assez d'intensité, ce qui arrive dans les bains neufs qui ne sont pas électrolisés et partant mauvais conducteurs ; le courant est refoulé dans les couples, où il éprouve moins de résistance au passage que dans le bain. Quelquefois le courant se renverse, le positif devient négatif et le négatif joue le rôle positif, de manière que les objets attachés au zinc de la pile sont attaqués, et que l'anode se charge de métal. Dans ce cas, on augmente le nombre des couples, et dans un bain neuf on diminue le nombre des pièces à dorer jusqu'à ce que le bain soit électrolisé. Le renversement du courant a également lieu quelquefois, quand un diaphragme est fendu.

3° La dorure est terne, de mauvaise couleur et peu adhérente par une trop grande quantité d'électricité ; on y remédie : 1° en diminuant les liquides dans les vases ; 2° en plongeant moins l'anode dans le bain ; 3° en mettant plus de surfaces à dorer ; 4° enfin, en prenant de plus petits couples. Nous nous sommes efforcés, dans des cours publics de chimie industrielle, de faire comprendre aux doreurs la différence qui existe entre la quantité et l'intensité de l'électricité, mais sans y être parvenu. Ils croient généralement qu'il est égal d'employer quatre grands couples ou huit petits. Aussi ceux qui emploient un petit nombre de grands couples s'exposent-ils à de grandes variations dans la marche des piles, et à compromettre la beauté de leur travail, en rejetant la faute sur le temps, l'air, les brouillards, etc.

Il arrive encore quelquefois, lorsqu'on emploie un bain

neuf et préparé depuis peu de temps, que l'on ne peut pas absolument s'en servir pour dorer, même en laissant les objets six à huit heures et quelle que soit l'intensité de la pile. Il est curieux de voir l'oxygène se dégager sur l'anode et l'hydrogène sur le catode sans qu'ils éprouvent de changement et sans que l'or soit réduit. Nous avons été appelé plusieurs fois chez des doreurs pour vérifier le fait, qu'ils ne savaient à quoi attribuer, ayant préparé leurs bains de la même manière. En résumé, on n'a pas encore reconnu la cause de cet état particulier du bain, mais on connaît le moyen de le ramener à l'état normal, c'est-à-dire dans les conditions voulues pour lui faire donner une belle dorure.

Il faut, pour cela, électroliser le bain en opérant de la manière suivante : On attache au zinc de la pile un conducteur en cuivre rouge suffisamment long pour qu'il forme une bague de la grandeur du vase contenant le bain, ou une bague plus petite ; on le descend au fond de ce bain et on fait plonger légèrement l'anode, alors le fil conducteur se dorera, et après une demi-heure on pourra suspendre une ou plusieurs pièces à dorer présentant ensemble la surface d'une pièce de 5 francs, puis lorsqu'elles seront dorées on pourra introduire de plus

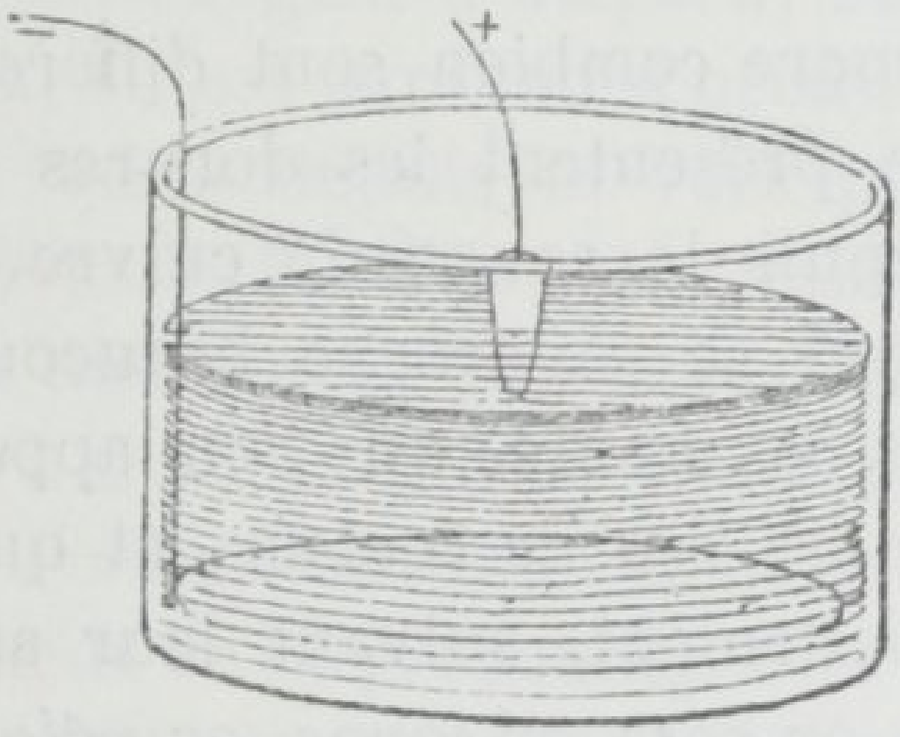


Fig. IX.

grands objets, car alors le bain sera électrolisé. La figure IX représente cette disposition des conducteurs.

3° *Sur la couleur blanche que prend quelquefois la dorure.*

On sait que, lorsqu'on dore des objets de fer, de bronze ou de cuivre au moyen de la dissolution d'or dans le cyanure de potassium, il arrive souvent que la couche d'or qui se dépose est plus blanche que lorsque l'or est simplement dissous dans le cyanoferrure jaune de potasse. On observe même parfois que, lorsqu'on fait usage d'une lame d'or comme anode, et qu'il y a absence complète de toute trace de platine et d'argent, néanmoins les objets se recouvrent d'un enduit blanchâtre au lieu d'une belle couche d'or. A la suite d'expériences entreprises pour chercher la cause de ce phénomène, Elsner a reconnu qu'il se manifestait surtout quand la dissolution de cyanure de potassium était en grand excès relativement à l'or. L'enduit blanc se dissout très-facilement dans l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique, ce qui montre qu'il n'est pas de l'or. Tout porte à croire qu'il est tout simplement du potassium réduit qui s'attache au métal et s'oppose au dépôt de l'or.

4° *Sur les ors de couleur.*

Personne n'ignore combien sont différentes les teintes ou nuances que présentent les dorures du commerce. Elles varient depuis le rouge du cuivre rosette jusqu'à un blanc pâle qui se rapproche beaucoup de celui de l'argent. Ce sont ces teintes que l'on appelle, d'une manière générale, des *ors de couleur*, et que l'on désigne ensuite individuellement, suivant leur aspect, sous les noms *d'or rouge, or rose, or jaune, or pâle, or vert*, etc.

Dès l'origine de la dorure galvanique, on reconnut qu'il ne serait pas impossible de produire à volonté les ors de couleur en modifiant l'action ou la composition

des bains. Après Boettger qui, à ce qu'il paraît, fit les premières observations à ce sujet, Elsner, Frankestein et autres, proposèrent des procédés qui contribuèrent beaucoup à faire trouver la solution du problème.

Pour produire l'or rouge, on ajoute souvent au bain d'or une dissolution de cyanure de potassium et de cuivre, c'est-à-dire une certaine quantité du bain qu'on emploie pour le cuivrage rouge; mais, en agissant ainsi, la dorure qu'on obtient est d'un brun terne qui ressemble à du bronze. Il est infiniment préférable de cuivrer préalablement l'objet et de le dorer ensuite avec une grande pile, puis, si la couleur n'est pas assez haute, de le passer en cire, opération qui sera décrite au chapitre consacré à la mise en couleur.

Ce qu'il ne faut pas oublier, c'est qu'un bain qui a longtemps servi et qui est épuisé d'or, donne une dorure plus rouge qu'un bain neuf, et que la dorure est d'autant plus rouge que le bain est plus étendu d'eau, ou que la force électrique est plus grande relativement à la surface à dorer.

Quand l'or du bain contient de l'argent, la dorure n'a pas deux fois de suite la même couleur, parce que l'argent se précipite plus facilement que l'or; il arrive même un moment où tout l'argent a disparu. En tirant parti de cette observation, on est parvenu à produire des dorures dont la nuance varie depuis le vert poireau jusqu'au jaune-blanc très-pâle. Il suffit pour cela de verser dans le bain d'or une dissolution de cyanure double de potassium et d'argent. Quelques praticiens recommandent, en outre, d'opérer avec un anode d'or allié. La nuance dépend naturellement de la proportion des substances employées. En général, la quantité d'argent est de 1/24 à 1/18 du poids de l'or. Avec 1/24 d'argent, la dorure est déjà blanche, c'est-à-dire d'un jaune pâle; avec 1/18 elle est verte. Si l'on augmentait davantage la dose de l'ar-

gent, les premiers objets qu'on mettrait dans le bain se-- raient simplement argentés.

De toutes les dorures de couleur, la dorure rose est la moins facile à réussir. Pour l'obtenir, on commence par dorer au jaune avec un bain à chaud. Au sortir du bain, on jette l'objet dans l'eau, puis, sans le sécher, on le passe légèrement au nitrate acide de mercure. Enfin, on dore au rouge et à chaud dans un bain qui a servi à dorer le cuivre. Après cette deuxième dorure, on pâlit la teinte rouge qu'il présente en le tenant dans un vieux bain d'argent, jusqu'à ce qu'il ait la teinte voulue.

On produit aussi une dorure rose en dorant d'abord à chaud comme nous venons de dire, puis, passant au ni-- trate et enfin plongeant dans un bain chaud composé ainsi qu'il suit : bain d'argenture neuf, 1 partie; bain de dorure également neuf, 25 parties; bain de cuivrage aussi neuf, 15 parties.

On conçoit qu'on peut, sur une même pièce, combiner les ors rouge, rose, jaune et vert, de manière à obtenir des effets d'une grande beauté. C'est au goût et à l'habi-- leté des opérateurs à déterminer à l'avance ces effets et à trouver le moyen de les produire.

5° *Sur la dorure mate.*

Au lieu d'être brillante, la dorure a souvent un aspect terne ou mat. On lui donne facilement cet aspect quand on dore au mercure, mais la chose parut peu aisée quand on voulut l'obtenir au moyen de la dorure à la pile.

Elsner, un des premiers, proposa de dorer au mat l'argent et le bronze, en rendant mate la superficie du premier par une opération préalable, et en argentant préalablement le second par l'argenture galvanique. En agissant ainsi, il obtint une très-belle dorure mate, que l'on pouvait brunir aux endroits où l'on voulait qu'elle fût

brillante. Dans le mémoire où il rendit compte de ses essais, il fit remarquer que le dépôt de l'or sur une surface mate ayant lieu plus lentement que sur une surface brillante, il fallait prolonger plus longtemps l'immersion dans le bain d'or.

Le procédé d'Elsner avait deux grands défauts. D'une part, il était dispendieux ; de l'autre, il donnait aux objets une couleur verdâtre. En outre, l'argent sous-jacent se sulfurait à la longue et noircissait la dorure.

Un peu plus tard, l'inventeur opéra d'une autre manière, en s'inspirant d'un travail publié par le physicien russe de Briant et qui fut, de la part de Jacobi, l'objet d'un rapport favorable à l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg. Voici ce qu'il raconte à ce sujet :

« J'ai démontré qu'au moyen de mon procédé on peut obtenir une dorure mate tant sur l'argent que sur le laiton. Je dois ajouter maintenant à cette communication, que le laiton et le bronze deviennent très-propres à recevoir cette sorte de dorure, pourvu qu'on les déroche avant la dorure jusqu'à ce qu'ils aient acquis une belle couleur jaune. Ces objets n'ont rien à redouter de l'opération de la mise en couleur usitée en France, puisqu'ils n'en éprouvent aucun dommage et prennent un aspect des plus riches.

« Depuis, j'ai encore réussi à obtenir par le procédé galvanique une dorure mate qui ne le cède en rien au plus beau mat de Paris. J'ai été amené à cette découverte par un écrit de Jacobi sur la dorure galvanique, dans lequel j'ai trouvé des détails circonstanciés sur un mode de dorure de M. de Briant. Ce dernier emploie, comme bain d'or, une solution de cyanoferrure jaune de potassium qu'il fait bouillir pendant quelques minutes avec l'oxyde d'or, et avec une certaine quantité de potasse caustique. Il sépare ensuite par la filtration un précipité brun (hydroxyde de fer) qui se forme pendant la

réaction. Le liquide jaune et limpide qu'on a filtré constitue la solution d'or qui doit servir de bain. L'oxyde d'or, comme on le sait déjà, s'obtient en faisant digérer de la magnésie dans une solution de chlorure d'or.

« J'ai préparé ce liquide de la manière suivante : deux ducats, représentant à peu près 7 grammes, ont été dissous comme à l'ordinaire dans l'eau régale. Après avoir évaporé le liquide et recueilli le sel presque sec, je l'ai redissous dans l'eau pure à laquelle j'avais mêlé 250 grammes de magnésie calcinée, qui forma avec l'eau une espèce de pâte liquide ; je l'ai versée dans un vase de porcelaine que j'ai fait chauffer (1). L'aurate de magnésie, ou le composé formé par la magnésie et l'oxyde d'or privé de son chlorhydrate, avait une couleur jaune clair. J'ai recueilli sur un filtre, lavé à l'eau et chauffé avec de l'acide nitrique étendu d'eau. L'hydroxyde brun d'or, qui est le produit de l'action de l'acide sur l'aurate de magnésie, fut séparé du liquide au moyen d'une seconde filtration, et jeté ensuite, avec le filtre sur lequel il avait été recueilli, dans une solution bouillante de 250 grammes de cyanoferrure jaune de potassium et 30 grammes de potasse caustique. L'ébullition fut continuée pendant près de 5 minutes, et le liquide fut encore filtré pour le débarrasser du dépôt d'oxyde de fer qui s'était formé, et j'obtins ainsi un bain d'or propre à donner une dorure d'un mat précieux sous tous les rapports.

« Le liquide préparé par moi diffère peu de celui de M. de Briant ; il a cependant sur ce dernier le double avantage d'être plus facile à préparer et de coûter moins. J'ai pu obtenir avec une solution préparée comme je viens de le dire, un beau mat de Paris (2). Je dirai plus loin comment je suis arrivé à ce résultat.

(1) Au lieu de vase de porcelaine, on peut employer une capsule de verre ou un ballon.

(2) En prenant l'ammoniure d'or au lieu de l'oxyde d'or, on arrive

« Cette expérience, qui fournit une nouvelle preuve de la préférence qu'on doit accorder pour la dorure au cyanoferrure jaune de potassium, est de la plus haute importance, puisqu'elle démontre jusqu'à l'évidence qu'on peut abandonner l'usage du cyanure simple de potassium, qui, outre ses propriétés délétères, est d'un prix beaucoup plus élevé. Je dirai toutefois que j'ai doré de la même manière avec une solution de cyanure d'or dans le cyanure simple de potassium, mais sans obtenir de meilleurs effets qu'avec le cyanoferrure jaune, qui sera toujours préférable sous le rapport de la salubrité et de l'économie.

« Ainsi que je l'ai déjà dit, j'ai employé comme bain d'or la solution préparée d'après la formule indiquée plus haut; mais, pour tout le reste de l'opération, j'ai suivi de point en point les prescriptions de M. de Briant, pour obtenir un beau mat ressemblant à celui de Paris. M. de Briant ne s'est point servi, pour décomposer la solution d'or, d'une pile composée d'un grand nombre d'éléments, mais bien d'un simple couple de Daniell. Quant à moi, j'ai aussi fait usage, dans mes expériences, d'un seul élément. Il se compose d'un vase d'environ 18 centimètres de hauteur sur 9 centimètres de diamètre, dans lequel j'introduis un triple cylindre de cuivre, de terre poreuse et de zinc, c'est-à-dire composé d'un cylindre de cuivre en feuille, assez grand pour contenir un cylindre de terre dégourdie et non vernie, qui reçoit lui-même un troisième cylindre plus petit de zinc. Entre le premier et le second cylindre, et entre le second et le troisième, il doit se trouver un espace vide de 20 millimètres de diamètre. L'espace qui se trouve entre le vase et le cylindre de cuivre ainsi qu'entre ce dernier et le

au même résultat, ainsi qu'avec le cyanure d'or, et la préparation en est plus facile. O. M.

tube de terre, sera rempli avec une solution de sulfate de cuivre; on versera dans le diaphragme en terre une solution de sel marin, et enfin on y plongera le tube de zinc. Un fil de cuivre est enroulé à plusieurs tours sur le cylindre de cuivre, et se termine en une lame de platine (1) qui y est soudée. Le cylindre de zinc communique par un fil de cuivre à l'objet à dorer. Tout étant ainsi disposé, je plongeai les deux extrémités des conducteurs dans le bain d'or, ayant soin toutefois qu'ils ne se touchassent pas. Dans le commencement, il ne se manifesta aucun changement sensible dans le liquide, signe certain que le courant était faible; mais, au bout de 24 heures, je trouvai le fil de cuivre et l'objet qui y était attaché (c'était une statuette d'argent massif, haute de 12 à 15 centimètres) couverts d'une dorure mate de la plus grande beauté. J'étendis alors la solution d'or avec un peu d'eau, et je continuai l'immersion de la même statuette pen-

(1) Plusieurs personnes ont conseillé de substituer à la lame de platine qui termine le pôle positif, une lame d'or pour le dorure, et une lame d'argent pour l'argenture, lorsqu'on se sert de la pile de Daniell. En effet, le pôle positif étant formé de même métal que celui du bain, tandis que ce dernier s'en dépouille et se dépose sur le pôle négatif, le pôle positif, à son tour, se dissout par le même courant, et rend à la solution une partie du métal qu'elle a perdu. De cette manière, elle conserve plus longtemps la propriété de dorer ou d'argenter, puisque le métal cédé par la solution est remplacé à l'instant même, sans aucune dépense de temps ni de matière. L'usage du pôle positif soluble a été découvert d'abord par Jacobi et Spencer. MM. Boquillon, Walker et de Ruolz ont ensuite adopté un électrode soluble d'or pour les solutions d'or, et Walker un électrode d'argent pour les bains d'argent.

Il faut, pour assurer le succès de l'opération, que le pôle positif soluble soit d'une grandeur proportionnée à celle des objets qu'on veut recouvrir de métal, et autant que possible adapté à la forme générale de ces objets. On trouvera de plus grands détails sur l'emploi de l'anode soluble, dans le *Manuel de Galvanoplastie*, de l'*Encyclopédie-Roret*, au chapitre des procédés divers.

dant l'espace de 6 à 8 heures ; au bout de ce temps, je la retirai, je la lavai à l'eau de pluie, je la plongeai pendant quelques minutes dans l'eau de pluie bouillante, enfin je la séchai à l'air, ce qui se fit en peu de temps, et j'avais obtenu un mat magnifique.

« J'ai encore obtenu une fort belle dorure mate sur le bronze, mais je dois prévenir que j'avais eu soin, à l'avance, d'argenter au mat, la statuette sur laquelle j'opérais, et qui avait 12 à 15 centimètres de hauteur. La couleur de la dorure était jaune d'or mat, mais un peu plus pâle que celle que j'avais obtenue sur la statue d'argent massif dont j'ai parlé plus haut.

« Je ferai remarquer que, suivant mon usage constant, mon opération fut exécutée à la température de l'atmosphère, et sans chauffer aucunement le bain d'or.

« Je rappellerai encore que bien que les objets fussent brillants et même brunis avant de les plonger dans le bain, je n'en obtins pas moins un mat de fort belle apparence ; d'où il suit que pour avoir une dorure qui présente cet aspect, il faut remplir ces conditions essentielles : employer la solution dont nous avons indiqué la préparation, et se servir d'un courant très-faible qu'on fait agir pendant longtemps.

« Le bain d'or dont j'ai fait usage était préparé depuis plus de six mois ; il avait servi à dorer une grande quantité d'objets de métaux différents ; il me serait donc impossible de dire au juste la nature de sa composition. Dans tous les cas, il sera toujours infiniment préférable, pour produire la dorure mate, de se servir du liquide préparé avec l'oxyde d'or comme je l'ai enseigné ; les résultats seront toujours plus certains, ainsi que je m'en suis convaincu par l'expérience (1).

(1) Nous avons essayé plusieurs bains à l'oxyde d'or et souvent, mais sans remarquer de supériorité sur ceux à l'ammoniure et au cyanure d'or.

« Le beau mat que l'on obtient ainsi se comporte absolument comme celui de la dorure au mercure. Il faut donc prendre garde de le toucher ou de le frotter fortement ; sans cela, les parties qui auraient subi un frottement énergique se montreraient brillantes et polies comme si on les avait brunies. »

Depuis les travaux d'Elsner, on a fait un grand nombre de recherches en vue du matage. On a imaginé à ce sujet un assez grand nombre de procédés, mais, quel que soit celui qu'on adopte, on ne doit pas oublier ce qu'a dit M. Becquerel : que telles sont les surfaces quand on les plonge dans un bain de dorure, telles elles en sortent. Par conséquent, si un objet est mat avant l'immersion, il l'est après, et *vice versâ*. Une autre remarque dont il convient de tenir compte, c'est que le meilleur moyen de produire le mat sur le cuivre, le laiton, le bronze et le zinc, c'est de cuivrer préalablement l'objet.

Le mat s'obtient de deux manières : mécaniquement ou chimiquement.

A. *Matage mécanique.*

Il existe deux procédés pour mater mécaniquement.

1° On crible le métal de trous très-rapprochés et très-peu profonds à l'aide de tiges d'acier trempé, dont une extrémité porte des dents plus ou moins fines, tandis qu'avec un marteau on frappe à petits coups sur l'extrémité opposée.

2° Après avoir recouvert le métal d'une poudre d'émeri, de pierre ponce ou de toute autre matière dure, on promène sur cette poudre un tampon de bois sur lequel on frappe avec un marteau. Les grains de la poudre s'enfoncent ainsi dans le métal et y produisent un égal nombre d'empreintes.

B. *Matage chimique.*

Pour mater chimiquement, on corrode le métal, soit avec des acides, soit avec des sels acides; nous avons parlé de ce moyen en décrivant les diverses opérations qui constituent le décapage. On peut aussi mater en recouvrant l'objet à dorer, soit d'une argenture légère par le procédé du grainage (*mat à l'argent*), soit en y faisant déposer une couche épaisse d'or (*mat à l'or*), soit en le cuivrant au moyen d'une dissolution de sulfate de cuivre (*mat au cuivre* ou *mat galvanoplastique*).

De tous les matages, celui qui se fait à l'aide du cuivrage est incontestablement le plus beau, quand il est bien fait ; c'est aussi le plus économique, mais aucune des opérations de la dorure ne présente autant de difficultés pour arriver à une complète réussite. Tout ce que nous pourrions dire relativement aux précautions à prendre ne pourrait mettre en état d'agir à coup sûr. Ici, comme en tant d'autres choses, la pratique seule est capable d'apprendre ce qu'il faut rechercher et ce dont on doit s'abstenir. Ce n'est qu'en opérant journellement qu'il est possible d'acquérir le coup-d'œil, de savoir de quelle manière il convient d'agir lorsque le mat n'a pas l'aspect qu'on voudrait produire, lorsqu'il est trop gros ou trop fin, trop serré ou trop clairsemé, trop terne ou trop brillant, etc. Aussi nous bornerons-nous à indiquer les règles générales qui doivent présider à l'opération, laissant aux praticiens le soin d'étudier les cas particuliers.

Supposons d'abord qu'il s'agisse de mater un objet de zinc. On commence par le *ragréer*, c'est-à-dire par faire disparaître les aspérités, fissures, rebarbes, etc., qui peuvent s'y trouver. Cette opération achevée, on le décape comme à l'ordinaire, puis on le passe dans un bain chaud ou froid de cuivrage ou de laitonisage galvanique au

cyanure. On le laisse dans ce bain pendant quelques minutes, juste le temps nécessaire pour qu'il se recouvre d'une pellicule de cuivre ou de laiton. On le rince alors à grande eau et on le porte dans le bain à mater.

Ce bain se prépare en ajoutant à 10 litres d'eau, 1 litre d'acide sulfurique, puis jetant dans le mélange autant de sulfate de cuivre qu'il en peut dissoudre. La liqueur ainsi obtenue marque 24° à l'aréomètre de Baumé. On y verse de l'eau pour la faire descendre à 16°, et le bain de matage est prêt à servir.

L'opération a lieu dans un vase de porcelaine, de grès ou de verre, ou dans une cuve d'ardoise ou de bois doublée de gutta-percha. On introduit le bain dans cet appareil, puis on y dispose un ou plusieurs diaphragmes en porcelaine dégourdie remplis d'eau très-légèrement acidulée par 1/100 d'acide sulfurique. Dans chacun de ces diaphragmes plonge une lame de zinc reliée par un fil de cuivre à une tringle de même métal ou de laiton, dont les extrémités s'appuient sur les rebords du vase. L'objet à mater est également suspendu à cette tringle et de la même manière, mais il baigne dans la dissolution cuivreuse.

La durée de l'immersion dans le bain de matage varie suivant l'étendue de la surface à mater et l'intensité du courant. Dans les conditions qui précèdent, si la surface à mater est grande et le courant faible, on a presque toujours le mat soyeux en douze heures. On conçoit qu'en diminuant la surface à mater ou en augmentant la force du courant, on change forcément les conditions et, par suite, les résultats de l'opération : le mat devient de plus en plus gros et terne. En poussant même plus loin dans cette voie, on finit par n'avoir qu'un dépôt rouge-brun pulvérulent.

Avec un bain plus chargé de sulfate de cuivre, on obtient également un beau mat ordinaire, et en moins de

temps, parce qu'on peut se servir d'un courant plus fort. Dans ce cas, on peut faire en une heure le même mat que le bain ci-dessus ne produit qu'en douze heures.

Quand le mat est terne, on peut l'éclaircir en passant vivement aux acides à brillanter, mais il perd de sa fraîcheur, et pour la lui rendre, il faut le reporter au bain de cuivre, où il suffit de le laisser 15 à 30 minutes.

Le mat au cuivre, lorsqu'il est bien réussi, présente une couleur rose tendre d'une grande fraîcheur. Il n'y a plus alors qu'à rincer l'objet à l'eau, après quoi on le passe au nitrate de mercure et on le dore.

La dorure mate, produite au moyen d'un dépôt préalable de cuivre par voie galvanique est applicable, non-seulement au zinc, mais encore au fer, à la fonte, à l'acier et à tous les alliages; mais on ne doit pas oublier que, comme ceux que donnent les autres matages chimiques, elle ne convient qu'aux objets destinés à ne pas être exposés à de fréquents frottements.

En terminant ce chapitre, nous dirons quelques mots du *mat coton*. Le mat ainsi appelé ne peut s'employer que pour de petits objets de laiton frappés, pour des statuettes de même métal et des articles de peu de valeur. Il consiste à faire séjourner les pièces, pendant 15 à 30 minutes dans un acide à mater hors d'usage, auquel on a préalablement ajouté autant de zinc qu'il a pu en dissoudre. Ce mat est très-doux, mais terne; on l'éclaircit en passant vivement aux acides à mater.

§ 4. RÉPARATION DES DORURES; FABRICATION DE LA POUDRE D'OR.

1° Lorsqu'un petit objet de bijouterie est taché en sortant du bain d'or, il y a avantage à le gratte-bosser et à le redorer ensuite; il n'en vient que plus beau, et la dorure est plus forte et sans beaucoup de frais.

Il n'en est pas de même quand l'objet est volumineux, comme une pendule ou un candélabre, par exemple, surtout s'il y a plusieurs petites taches. Alors on essaye d'enlever les taches en passant dessus avec un pinceau mouillé une solution concentrée de cyanure de potassium, pendant que la pièce est chaude. Si les taches ne s'en vont pas, on passe dessus de la poudre d'or mouillée avec une solution de gomme arabique. On a des poudres d'or de toutes les nuances pour assortir avec les dorures; elles sont faites avec les rognures de livret d'or; par conséquent c'est chez les batteurs d'or qu'on les achète. Toutefois, ces poudres ne peuvent servir que pour le mat. Si la dorure à réparer est brillante, polie ou brunie, il faut recourir à la dorure au bouchon décrite dans la première partie de cet ouvrage.

Nous venons de dire que la poudre d'or se trouve chez les batteurs d'or. Nous croyons néanmoins utile d'indiquer comment on peut la préparer soi-même.

Premier procédé. — On dissout de l'or fin dans une eau régale composée avec acide chlorhydrique 3, acide azotique 1; on évapore l'excès d'acide et on précipite par le sulfate de protoxyde de fer; on lave plusieurs fois le précipité à l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau; ensuite on le lave à l'eau jusqu'à ce qu'elle ne rougisse plus le papier de tournesol; on chauffe cette poudre au rouge très-obscur pour lui faire prendre sa couleur d'or.

Deuxième procédé. — On dissout l'or comme au précédent, on évapore à siccité dans une capsule de porcelaine un peu grande et en tournant de manière que le chlorure d'or s'étende en couche mince sur tout l'intérieur de la capsule, et l'on continue de chauffer jusqu'à ce que tout le chlore soit dégagé, et que l'or ait repris l'éclat métallique : on ne doit pas s'arrêter à la couleur jaune serin qui succède à la couleur noire, mais bien pousser jusqu'au jaune métallique.

Troisième procédé. — Après avoir précipité l'or par le sulfate de fer, on lave, puis on introduit la poudre brune dans un tube de verre, qu'on chauffe à l'endroit où est déposée cette poudre, et l'on fait, pendant ce temps, passer dans le tube un courant d'hydrogène. Cette poudre est plus spongieuse et s'applique plus facilement que les précédentes.

Quatrième procédé. — On peut aussi obtenir une bonne poudre d'or en broyant du livret d'or avec du miel, que l'on dissout ensuite dans l'eau chaude; mais cette poudre est longue à préparer et revient à un prix plus élevé que les précédentes, que l'on appelle *poudres chimiques*.

On ajoute à la poudre d'or de la poudre d'argent ou de la poudre de cuivre, suivant la coloration particulière qu'on veut obtenir.

2° Si la dorure est trop rouge, on peut souvent la rendre plus pâle en la *déchargeant*, c'est-à-dire en la laissant 2 ou 3 minutes dans le bain d'or, dont on a supprimé le courant, ou retiré entièrement l'anode; elle devient alors plus jaune.

3° Quand une dorure à froid a une mauvaise teinte, quoique la quantité d'or déposée soit convenable, on peut la faire aisément revenir au ton. Un des moyens les plus simples consiste à mettre l'objet dans une dissolution de nitrate de mercure jusqu'à ce qu'il ait pris une nuance blanche, puis à le chauffer pour faire évaporer le mercure, enfin à le gratte-bosser.

§ 5. DORURE AU PINCEAU ÉLECTRIQUE.

Si nous ne nous trompons, cette dorure n'a été décrite dans aucun ouvrage. Nous en avons eu l'idée en voyant un physicien prestidigitateur, M. Roberti, faire des dessins de différentes couleurs sur un mouchoir blanc mouillé avec du prussiate jaune de potasse. Ce mouchoir

était étendu sur une plaque de laiton en communication avec le zinc d'une pile de Bunsen de 6 couples, tandis que le conducteur du charbon communiquait avec une broche métallique que l'on passait sur le mouchoir, où elle formait un dessin bleu, si la broche était en fer, et rouge si elle était en cuivre.

En partant de ce principe, si l'on met la pièce à décorer en communication avec le zinc d'une pile, et qu'au lieu d'une broche en fer on prenne une pointe en or ou un pinceau formé de la réunion de fins fils d'or que l'on trempe dans une dissolution d'or très-concentrée et fortement cyanurée, en passant cette liqueur sur les endroits que l'on veut dorer, on voit de suite la dorure s'effectuer sur la pièce ; mais on doit faire attention de toucher le moins possible la plaque avec le pinceau, qui doit, comme on le comprend, être en relation avec le pôle charbon de la pile, et du moment où les deux métaux se touchent, il n'y a plus d'action sur le liquide.

Nous avons encore modifié le procédé de la manière suivante : posant la dissolution sur l'objet au moyen d'un pinceau ordinaire, nous enfonçons légèrement une pointe d'or dans le liquide, sans toucher la pièce à dorer, et l'or se précipite aussitôt.

Dans certains cas, on peut encore supprimer la pile et la remplacer par une pointe en zinc bien décapée qui, en se dissolvant, précipite l'or. Il est bon, alors, d'ajouter à la dissolution d'or un peu d'acide cyanhydrique, mais celle d'argent marche très-bien sans cela. Dans ce dernier cas, c'est une petite modification de la dorure à la plaque, qui peut avoir son utilité dans certaines occasions, soit pour dorer ou argenter une partie où l'or n'aurait pas pris, ou encore quand l'or aurait été enlevé par une cause quelconque, sans qu'il soit nécessaire de replonger toute la pièce. Mais voici dans quel cas nous l'avons employé.

Nous avions à décorer une tabatière en argent avec un sujet gravé et ciselé ; nous couvrîmes, avec l'épargne nº 2 (1), les parties qui devaient rester blanches et, avec une dissolution d'or rouge, les parties qui devaient prendre cette couleur, puis nous touchâmes le liquide avec la pointe métallique pendant environ 30 secondes. Quand la dorure fut faite, nous séchâmes la place et mîmes du bain d'or vert dans un autre endroit. Nous suivîmes la même marche pour le platine, le cuivre, etc. Après que tout le dessin fut couvert de ces différents métaux, nous fîmes dissoudre l'épargne dans l'essence de térébenthine en chauffant, et nous eûmes un dessin en ors de couleurs.

Une autre méthode de faire un dessin doré (mais d'une couleur d'or seulement) : c'est, après avoir adouci ou poli l'objet en argent, de faire graver le dessin qui doit rester doré. On nettoie la gravure avec une brosse et de l'esprit-de-vin, et si l'on veut on y ajoute un peu de rouge à polir. Après avoir séché avec un linge fin pour ne pas rayer, on dore le tout, puis on guilloche les parties qui doivent être blanches ; on peut encore donner quelques coups de burin poli dans la dorure pour en rehausser le ton. C'est le moyen généralement employé pour décorer l'orfèvrerie ; il présente, sur tous les autres, l'avantage de faire un dessin correct et d'avoir une coupe franche sur les bords. Si l'on veut plusieurs couleurs d'or, de platine, d'argent, de cuivre et même de fer sur un objet, on couvrira d'abord le tout d'épargne, puis on découvrira le dessin, que l'on dorera très-rouge ; on couvrira les parties qui doivent rester rouges avec l'épargne, puis on dorera au bain vert, et on couvrira ce qui doit rester vert, pour platiner et couvrir ainsi de suite. Quand tous les métaux ont été appliqués successivement,

(1) Voyez, pour cette épargne, le chap. ci-après.

on enlève l'épargne et on a un dessin en ors de couleurs.

Pour contenir les bains d'or et d'argent, il faut éviter l'emploi de vases en bois vernis ou enduits de résine, de cire, etc., ces substances étant solubles dans le cyanure de potassium ; on peut prendre des vases en terre émaillée, en faïence, en verre et en porcelaine ; un amateur peut se contenter des premiers, mais un industriel doit se servir seulement de vases en porcelaine, et principalement de capsules s'il doit chauffer ses bains.

CHAPITRE V.

ARGENTURE GALVANIQUE.

L'argenture galvanique est incontestablement la plus importante des diverses industries auxquelles la découverte de l'électro-métallurgie a donné naissance ; et, ce qui n'arrive pas toujours dans le monde des arts, c'est que les espérances qu'elle avait fait concevoir à son origine, ont été, non-seulement confirmées, mais encore même considérablement dépassées.

En 1842, dans un rapport à l'Académie des Sciences, M. Dumas parlait ainsi des applications possibles de la nouvelle argenture :

« L'argent peut s'appliquer sur l'or et le platine, comme affaire de goût et d'ornement.

« Il s'applique très-bien sur le laiton, le bronze et le cuivre, de manière à remplacer le plaqué.

« On argente aisément aussi l'étain, le fer, l'acier.

« L'application de l'argent sur le cuivre ou le laiton se fait avec une telle facilité, qu'elle est destinée à remplacer toutes les méthodes d'argenture au pouce, d'argenture par voie humide, et même, en bien des cas, la fabrication du plaqué. En effet, l'argent peut s'appliquer en

minces pellicules, comme cela se pratique pour garantir d'oxydation une foule d'objets de quincaillerie, et en couches aussi épaisses qu'on voudra, de manière à résister à l'usure. C'est une des applications qui ont le plus attiré l'attention de votre Commission.

« Pour l'usage des chimistes, nous avons constaté qu'une capsule de laiton argentée peut remplacer une capsule d'argent jusqu'à résister à la fusion de la potasse hydratée ; épreuve qu'il ne faudrait pas trop renouveler pourtant, puisque l'argent se dissout dans la potasse.

« D'où il résulte évidemment qu'il sera de quelque intérêt de voir jusqu'où pourra s'étendre l'application de ces nouveaux procédés à la conservation des balances, à celles des machines de physique, à la préservation des ustensiles employés dans nos ménages, chez les confiseurs et les pharmaciens, pour toutes les préparations d'aliments et de médicaments acides.

« L'argent s'applique très-bien sur l'étain. Il fournit ainsi le moyen de faire disparaître, à bon marché, l'odeur désagréable des couverts d'étain, en leur donnant d'ailleurs l'aspect et toutes les propriétés extérieures des couverts d'argent. Ce serait là, sans nul doute, une des circonstances les plus importantes des procédés qui nous occupent, si, à la place de l'étain, comme corps de la pièce, on pouvait substituer un autre métal plus économique et plus solide.

« Il s'agit du fer ou même de la fonte. Ces métaux, façonnés en couverts et revêtus d'une couche d'argent, permettront de populariser en France, par leur bon marché, des objets déjà usuels en Angleterre. On fabrique, en effet, par d'autres procédés bien chers et bien moins parfaits, beaucoup de couverts en fer argenté à Birmingham, et leur usage est habituel dans la plupart des familles en Angleterre. L'expérience en est donc faite, et la Commission a vu avec le plus vif intérêt les procédés

de M. de Ruolz fournir une argenture égale et parfaite, sur fer, acier ou fonte.

« Tout en reconnaissant que l'étain peut s'argenter sans difficulté, il semblerait plus convenable aux grands intérêts du consommateur de faire des couverts en fer ou fonte argentés, et de réserver l'étain argenté pour des pièces destinées à des maniements moins fréquents, et surtout pour des pièces obtenues par des moulages délicats. »

§ 1. BAINS D'ARGENTURE.

C'est au moyen d'un cyanure double de potassium et d'argent dissous dans un excès de cyanure de potassium que se fait l'argenture galvanique. Comme pour la dorure, on peut varier à l'infini, relativement au poids de l'argent employé, les proportions des diverses substances qui servent à préparer les bains. On peut aussi, pour la composition de ces derniers, choisir tel sel d'argent qu'on désire, mais, généralement, on préfère le cyanure, parce que c'est celui qui donne l'argenture la plus adhérente, tandis que le dépôt produit par les autres s'enlève en feuilles au brunissage, principalement sur les métaux ou alliages contenant du zinc, du plomb ou de l'étain. Toutefois, dans certaines circonstances, on peut, sans trop d'inconvénients, faire usage du nitrate ou du chlorure.

Les bains d'argent fonctionnent habituellement à froid. On ne les emploie à chaud que pour les objets de peu d'importance ou qui n'ont pas besoin d'une grande solidité, mais il est à remarquer que le fer, l'acier, le plomb, l'étain et le zinc, préalablement cuivrés ou laitonisés, s'argentent mieux par ce procédé que par le premier. Dans les deux cas, la composition des bains est la même. Avant de la faire connaître, nous allons dire comment se préparent le nitrate, le chlorure et le cyanure d'argent.

1. *Préparation du* NITRATE D'ARGENT.

Dans un matras de verre, on introduit 30 grammes d'argent monnayé ou d'argent d'orfévrerie, l'argent fin n'étant pas nécessaire, et environ 100 grammes d'acide nitrique. Pour que l'opération soit plus rapide, on place le matras sur un feu doux. L'acide attaque bientôt le métal, et il se produit d'abondantes vapeurs jaunâtres qu'il faut s'abstenir de respirer. Quand l'argent est entièrement dissous, on active le feu pour faire évaporer l'excès d'acide. Ce dernier s'en va sous forme de vapeurs blanchâtres, et l'on reconnaît qu'il est entièrement parti lorsqu'il ne se dégage plus de ces vapeurs. En même temps que cela a lieu, la matière contenue dans le matras se dessèche en se boursoufflant, mais, sous l'action du feu, que l'on active encore davantage, elle ne tarde pas à fondre comme de la cire. Il ne reste plus alors qu'à retirer le matras du feu et à le laisser refroidir. La substance en fusion ne tarde pas à se figer, et on l'enferme dans un flacon pour l'usage. Elle est d'une couleur plus ou moins blanche, suivant le plus ou moins de pureté de l'argent employé.

2. *Préparation du* CHLORURE D'ARGENT.

On prépare du nitrate d'argent comme nous venons de le dire. Quand la dissolution du métal est complète, on l'évapore jusqu'à siccité. On fait alors fondre le nitrate dans un litre d'eau commune, ou mieux d'eau distillée, puis on y ajoute 50 à 60 grammes de sel de cuisine qu'on a préalablement dissous dans une suffisante quantité d'eau. Il se forme aussitôt un précipité blanc, qui est le chlorure d'argent. On agite avec une baguette de verre pour qu'il se dépose plus vite. Enfin, on jette le contenu du

vase sur un filtre de papier non collé et on lave le produit obtenu jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule de l'entonnoir ne rougisse plus le papier de tournesol.

3. *Préparation du* CYANURE D'ARGENT.

On prend 30 grammes d'argent et on le transforme en nitrate comme nous venons de le dire. Quand le nitrate a été évaporé jusqu'à siccité, on le dissout dans 200 à 300 grammes d'eau commune, ou mieux d'eau distillée, et, dans cette liqueur, on verse 20 grammes de cyanure de potassium préalablement dissous dans l'eau. Il se produit aussitôt un abondant précipité blanc de cyanure d'argent. Quand ce précipité s'arrête, on jette sur un filtre le contenu du matras, on reprend l'eau qui s'écoule, on y ajoute de la dissolution de cyanure de potassium jusqu'à ce que le cyanure d'argent, qui se forme encore, commence à se redissoudre. A ce moment, on y jette un peu de nitrate d'argent qu'on a mis en réserve à cet effet. Enfin, on réunit le nouveau précipité au premier sur le filtre, et on lave le tout à plusieurs reprises.

Un autre procédé également fort simple consiste à dissoudre dans l'eau du nitrate d'argent cristallisé, puis on ajoute du cyanure de potassium jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. Il ne reste plus alors qu'à filtrer et laver le précipité.

Au lieu de cyanure de potassium, on emploie quelquefois l'acide cyanhydrique (acide prussique). Pour reconnaître si l'on a mis assez de cet acide dans la dissolution de nitrate d'argent, il suffit d'en verser quelques gouttes dans le liquide clair qui surnage le cyanure d'argent. Si la dose d'acide n'est pas assez grande, ce liquide se trouble et il s'y forme un autre précipité. Dans le cas contraire, il n'y a ni trouble, ni précipité.

Le procédé que voici est dû à M. Roseleur. Dans une

capsule de porcelaine d'un litre de capacité, on met 250 grammes d'argent vierge en grenaille et 500 grammes d'acide nitrique pur à 40°. Quand le nitrate d'argent est refroidi, on le fait dissoudre dans dix à quinze fois son poids d'eau distillée, ou même d'eau commune, puis on verse dans la dissolution assez d'acide cyanhydrique pour précipiter tout le cyanure d'argent qu'elle peut fournir.

Relativement à la préparation du cyanure d'argent et à l'emploi de l'acide cyanhydrique, M. Brandely a publié une note que nous croyons devoir reproduire textuellement.

« Pour obtenir une belle et facile précipitation de l'argent, dit ce chimiste, on doit choisir, parmi tous les sels de ce métal, le cyanure comme donnant les meilleurs résultats; mais jusqu'ici les marchands de produits l'ayant vendu fort cher, les amateurs et les industriels même l'ont rejeté. D'autres, par économie, voulant l'obtenir eux-mêmes, achètent l'acide cyanhydrique, mais c'est encore une dépense trop élevée, indépendamment de l'obligation de l'employer immédiatement pour ne pas avoir à garder chez soi une substance essentiellement dangereuse et difficile à conserver, car, ainsi qu'on le sait, la présence de l'air ou de la lumière décompose rapidement cet acide.

« En supposant même que l'on parvienne, en le bouchant bien et le tenant à l'obscurité, à le maintenir incolore, et en apparence propre à donner de bons résultats, l'expérience démontre que si la décomposition n'est pas sensible à l'œil, elle se manifeste bientôt; il suffit pour cela de l'employer.

« En effet, que l'on prenne de l'acide cyanhydrique tel qu'on le vend dans le commerce, au 1/4 ou au 1/6, et préparé depuis quelque temps, 15 jours par exemple; que l'on en verse dans une dissolution d'azotate d'argent

étendue de dix fois le poids de sel, que l'on remue avec un agitateur de verre, il se formera réellement un cyanure du métal, mais il sera plus ou moins jaunâtre, suivant que l'acide sera plus ou moins vieux, et sa formation sera accompagnée d'une forte exhalaison d'ammoniaque et d'acide cyanhydrique. Néanmoins, lavez bien ce précipité jusqu'à ce qu'il n'affecte plus le papier réactif.

« D'autre part, faites une dissolution de cyanure de potassium, filtrez-la et dissolvez-y le cyanure d'argent. Aussitôt, cette dissolution, qui devrait rester claire et incolore, se troublera et deviendra noire, comme le cyanure d'argent, elle décèlera une odeur prononcée d'ammoniaque et d'acide cyanhydrique. Cette odeur sera permanente tant que la dissolution existera ; un dépôt de charbon aura lieu au fond de la capsule qui la contiendra. Ce dépôt provient de la décomposition d'une partie du cyanure de potassium provoquée par la préseuce de ce cyanure d'argent.

« Ayant eu occasion d'employer beaucoup de ce sel d'argent pour obtenir des reproductions de bas-reliefs et pour couvrir des flacons et autres cristaux que j'ai, le premier, livrés au commerce, j'ai dû chercher à me mettre à l'abri d'inconvénients graves qui compromettaient la beauté et la solidité de mes dépôts, en même temps que ma bourse et ma santé ; en conséquence, voici comment je m'y prends :

« Au moyen de l'acide azotique pur, j'attaque l'argent vierge en grenaille du commerce. Je fais évaporer jusqu'à siccité. Je dissous le nitrate obtenu dans l'eau distillée et je verse la dissolution dans un flacon à 2 ou 3 tubulures. J'ajoute ensuite de l'eau jusqu'aux trois quarts du flacon.

« D'autre part, je concasse du cyanoferrure de potassium que je jette dans un matras, et au moyen d'un tube

recourbé deux fois à angle droit, je monte l'appareil suivant :

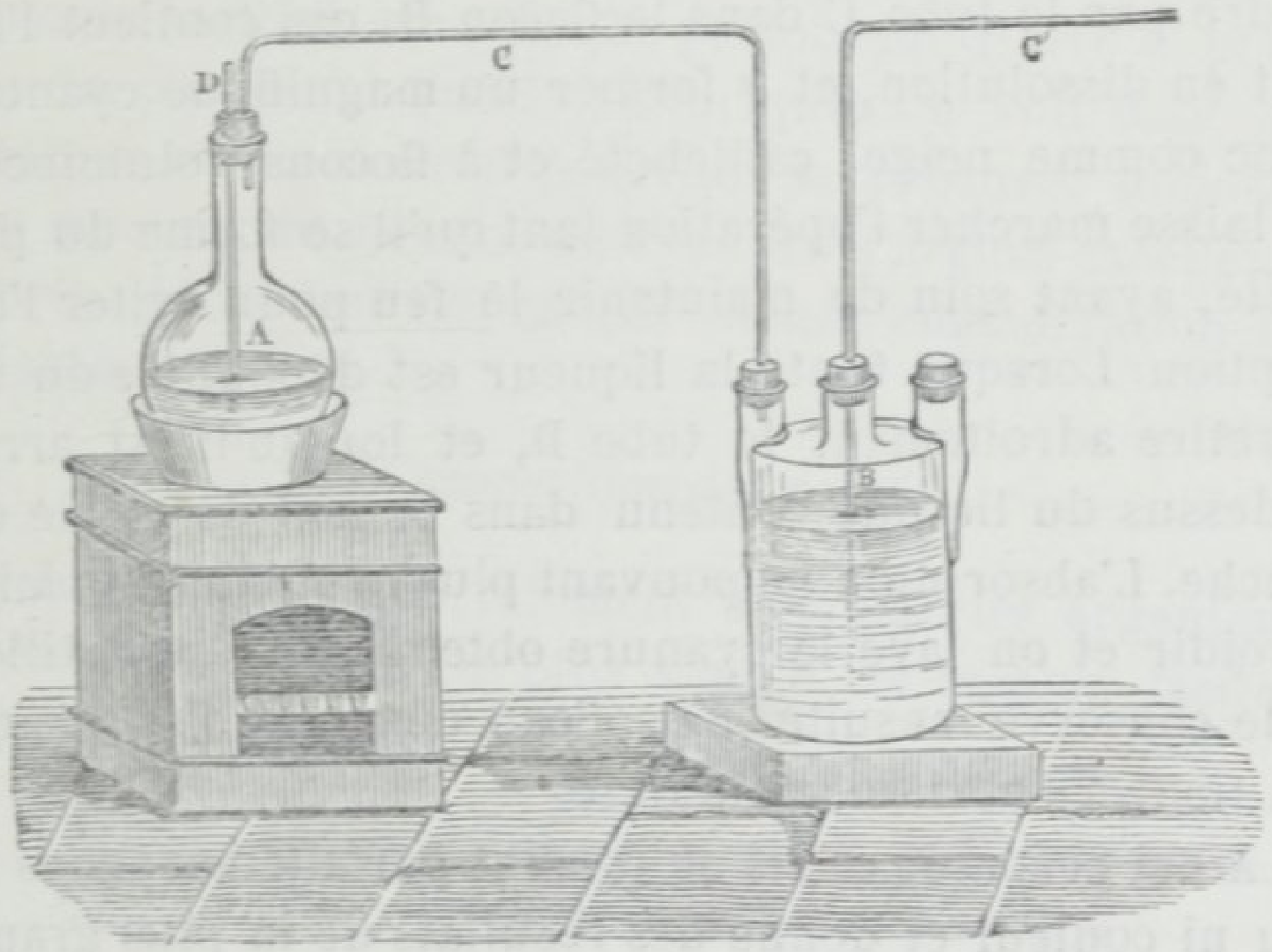


Fig. X.

Fig. X. A, Matras contenant le cyanoferrure de potassium.

B, Flacon contenant l'azotate d'argent.

C, Tube en verre établissant la communication de A en B.

C', Tube pour conduire sous la cheminée l'excédant de gaz.

D, Tube pour verser les liquides dans le ballon A.

« L'appareil étant ainsi disposé et les tubes bien ajustés sur les cols et tubulures au moyen de bouchons de liége troués, on lute tous les joints. Alors on verse par le tube D de l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau dans le matras, jusqu'au milieu de la panse, et on rebouche ce tube. Le matras étant placé sur un fourneau ou une lampe à l'esprit-de-vin (pour de petites quantités), on allume le feu.

« Bientôt après, on voit s'opérer la décomposition des substances, et le gaz provenant de cette décomposition se rendre par le tube C dans le flacon B, qui contient l'argent en dissolution, et y former un magnifique cyanure, blanc comme neige, cailleboté et à flocons volumineux. On laisse marcher l'opération tant qu'il se forme du précipité, ayant soin de maintenir le feu pour éviter l'absorption. Lorsque toute la liqueur est dépouillée du sel, on retire adroitement le tube D, et lorsqu'il est arrivé au-dessus du liquide contenu dans le matras, on le débouche. L'absorption ne pouvant plus avoir lieu, on laisse refroidir et on lave le cyanure obtenu, à l'eau distillée; on le conserve ensuite sous l'eau dans des flacons, que l'on tient à l'abri de la lumière.

« Ainsi préparé, ce sel se dissout parfaitement sans résidu ni couleur et donne des résultats de la plus grande beauté. On peut se rendre compte facilement pour composer son bain si l'on a tenu note de la quantité d'argent employée, et du poids de l'eau et du flacon.

« Cette opération doit se faire sous la hotte du laboratoire ou, tout au plus, sous une cheminée qui tire bien. Le tube C doit avoir environ 10 millimètres de diamètre, car, s'il était plus petit, le cyanure d'argent qui se forme dans la partie qui plonge dans le flacon pourrait se boucher et occasionner des accidents.

« Pour donner une idée de l'économie de ce procédé et de la préférence que l'on doit lui accorder sur l'acide cyanhydrique acheté chez les marchands, il suffit de savoir que, pour précipiter 500 grammes d'azotate d'argent, il faut un poids équivalent d'acide hydrocyanique; que cet acide coûte de 40 à 60 fr. le kilogramme étendu au quart; qu'en conséquence, en supposant que l'acide soit bon, c'est-à-dire très-récemment préparé, cela coûte de 20 à 30 fr. suivant les localités : tandis qu'avec 500 grammes de cyanoferrure en poudre ou en petits mor-

ceaux, qui coûte 3 fr. à 3 fr. 25, et 250 grammes d'acide sulfurique = 15 centimes, et 25 à 30 centimes de combustible, on arrive à un résultat infaillible et qu'il est facile d'obtenir partout, car presque partout on trouve le prussiate de potasse et l'acide sulfurique. On voit donc que l'amateur et l'industriel pourront se procurer toujours, et au moment du besoin, du cyanure d'argent excellent à un prix réduit des 4/5, ce qui est une considération importante. »

4. *Composition des* BAINS.

Le bain le plus généralement usité par les argenteurs et, en même temps le plus simple, et le plus facile à préparer, se compose de

Argent en chlorure.	100 gram.
Cyanure de potassium.	250 —
Eau.	10 litres.

On dissout le sel d'argent dans le cyanure, puis on ajoute l'eau à la dissolution.

Ainsi que nous l'avons dit, le chlorure peut être remplacé par le cyanure, le nitrate ou tout autre sel d'argent ; mais, quel que soit le sel qu'on choisisse, il doit être employé encore humide, c'est-à-dire aussitôt qu'il vient d'être préparé et où l'eau de lavage ne s'est pas encore entièrement évaporée. De plus, il convient de se servir de chlorure de très-bonne qualité, parce qu'il en faut moins pour dissoudre la même proportion de sel d'argent. On admet que 3 grammes de cyanure à peu près pur dissolvent 2 grammes de sel d'argent, et que, s'il est tout à fait pur, ce même poids de 3 grammes dissout un poids égal de sel d'argent. Toutefois, s'il n'est pas possible de faire autrement, il n'y a pas, au fond, un bien grand inconvénient à faire usage de cyanure impur, parce que s'il donne lieu à un précipité gris-noir d'oxyde d'argent,

cet oxyde finit par se dissoudre dans le bain, au bout de quelques jours.

Une remarque d'une importance considérable, c'est que, pour que l'argenture soit bien solide, en d'autres termes, adhère parfaitement, il ne faut pas que le bain contienne un grand excès de cyanure. Pour s'assurer de ce point, on plonge dans le bain, pendant une minute, une lame de cuivre décapée avec soin. Si la quantité de cyanure n'est pas trop grande, cette lame doit sortir sans être argentée. Si, au contraire, cette courte immersion suffit pour qu'elle s'argente, c'est une preuve qu'il y a beaucoup trop de cyanure et l'on remédie à cet inconvénient par l'addition d'un peu de sel d'argent.

Un autre bain d'un excellent usage est celui dont M. Roseleur a ainsi déterminé la composition :

Cyanure de potassium.	500 gram.
Eau.	10 litres.
Cyanure d'argent provenant de 250 grammes d'argent vierge.	

On délaie le cyanure d'argent dans les dix litres d'eau puis on ajoute le cyanure de potassium.

Parmi les autres formules de bains qu'on a proposées nous citerons encore les suivantes :

Formules Ruolz et *Elkington*. — On dissout, dans 100 grammes d'eau distillée, 10 grammes de cyanure blanc de potassium, et l'on ajoute à la liqueur, par petites portions, un gramme de cyanure d'argent dissous dans l'eau distillée.

Formule Rockeline. — On prépare du nitrate d'argent neutre en faisant dissoudre l'oxyde de ce métal dans l'acide nitrique, puis, après avoir évaporé jusqu'à siccité, on introduit le sel formé dans un tube de porcelaine chauffé à 212°. Enfin, on fait passer dans le tube, pendant quelques minutes, un courant d'hydrogène sec, en

lorsque l'appareil est refroidi, on retire le sel. Il n'y a plus alors qu'à faire dissoudre ce dernier dans l'eau distillée.

Formules Elsner. — On en compte deux. Dans la description de chacune d'elles est comprise la préparation du sel d'argent.

1° On fait dissoudre 15 grammes d'argent d'orfévrerie (alliage d'argent 90, et de cuivre 10) dans une quantité suffisante d'acide nitrique pur (1), on étend cette solution avec de l'eau de pluie et on y ajoute ensuite une solution de 12 grammes de sel commun, ou bien de l'acide chlorhydrique pur, jusqu'à ce que l'addition de cet acide ne détermine plus dans le liquide la formation d'un précipité caséeux et blanc.

Ce précipité, qui n'est autre chose que le chlorure d'argent, est d'abord lavé à l'eau, de la manière suivante : on le laisse se rassembler au fond d'un vase profond et étroit, on décante le liquide, qui surnage ; on remet de l'eau sur le chlorure, on laisse déposer de nouveau, on rejette le liquide, etc. Ces lavages sont réitérés jusqu'à ce que l'eau ne présente plus aucune saveur acide et ne se colore plus en bleu par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque.

Après avoir terminé cette opération, qui est nécessaire pour débarrasser le chlorure d'argent du nitrate de soude, du nitrate de cuivre et d'un excès de sel marin, on recueille le précipité obtenu, dans un vase de porcelaine ou

(1) En supposant que l'alliage d'argent soit au 10e, on aura, dans 15 grammes de cet alliage, environ 13 grammes d'argent pur, qui peut fournir environ 17 grammes de chlorure d'argent parfaitement sec. Comme il est mieux d'employer le chlorure d'argent encore humide, mais qu'il faut cependant savoir la proportion d'eau qu'il contient, on en fera sécher une petite portion, et la diminution du poids indiquera la quantité d'eau évaporée. Le chlorure légèrement humide sera conservé dans un vase bien bouché.

dans un flacon de verre, et on le verse dans une solution de 180 grammes de cyanoferrure de potassium dans environ 400 grammes d'eau. Enfin, on ajoute à ce mélange 120 grammes d'ammoniaque liquide, et on fait ensuite bouillir le tout pendant au moins une demi-heure, ayant soin de remuer très-souvent avec un bâton de verre et de remplacer l'eau qui s'évapore avec de l'eau chaude que l'on tient à sa portée. Ce temps écoulé, on filtre le liquide pour en séparer un précipité brun qui se forme pendant l'ébullition.

La solution filtrée doit avoir une couleur jaune d'or et peut immédiatement servir à l'argenture.

Ce procédé avait d'abord été indiqué par Kaiser, mais il a été ensuite modifié par Elsner.

2° Pour préparer le second liquide, on fait dissoudre 30 grammes de nitrate d'argent cristallisé dans 360 grammes d'eau distillée ou de pluie; on ajoute à cette solution une dissolution de cyanure de potassium, jusqu'à ce qu'un dépôt de cyanure d'argent, qui se forme au commencement, soit complétement redissous, et que la liqueur présente une limpidité parfaite. On peut faciliter la redissolution de ce précipité en agitant la liqueur avec un tube de verre.

Ordinairement Elsner ajoutait à ce composé, avant de s'en servir, une solution aqueuse de carbonate de soude cristallisé, en quantité suffisante pour lui communiquer une réaction alcaline très-distincte, de manière à ce qu'il devînt propre à rendre bleu le papier de tournesol rougi par un acide.

Il arrive quelquefois que le précipité ne se dissout pas complétement, et que le liquide ne reprend pas sa limpidité, surtout lorsqu'on a ajouté un excès de cyanure de potassium. On ne doit donc employer que 2 à 3 parties de cyanure, pour une partie de nitrate d'argent. Dans tous les cas, si, en ajoutant le cyanure, le précipité ne se dis-

solvait pas, on filtrerait le liquide, et l'on n'emploierait à l'argenture que la partie claire.

Le résidu insoluble qui reste sur le filtre, et qui se compose ordinairement de cyanure et de carbonate d'argent, peut être réduit en argent métallique par l'incinération; il faut donc le recueillir avec soin. Le cyanate et le carbonate d'argent sont tous deux insolubles dans le cyanure de potassium même en excès, et voilà pourquoi le liquide ne reprend pas toujours sa transparence (1).

Formule Frankenstein. — On dissout de l'argent laminé dans l'acide nitrique, on réduit ensuite l'argent dissous à l'état de composé insoluble, en jetant dans la solution nitreuse du sel commun; on recueille le chlorure sur un filtre, et on le lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ait perdu toute saveur acide.

Pour une partie en poids de chlorure d'argent, enlevé du filtre et séché entre du papier buvard, on prend 5 parties de cyanoferrure de potassium, ou de carbonate de soude dissous dans l'eau, 2 parties de sel commun, et 5 parties d'ammoniaque liquide.

On fait bouillir le mélange pendant une demi-heure et même trois quarts-d'heure, pour dissoudre le chlorure d'argent dans le composé alcalin. On remplace l'eau qui s'évapore, avec de l'eau chaude qu'on a à sa portée, ou avec une solution d'argent très-allongée, parce qu'alors elles objets prennent un blanc plus pur.

Le liquide étant refroidi, on sépare, par la décantation, la solution jaunâtre et limpide d'avec le dépôt rouge qui s'est formé, et on la conserve dans un flacon bien bouché.

(1) Le cyanure de potassium du commerce contient toujours une assez grande quantité de carbonate de potasse, et en l'ajoutant au nitrate d'argent, le liquide prend une couleur brun foncé due à l'oxyde d'argent formé; ce n'est qu'après quelques jours que la dissolution redevient incolore.

Frankenstein recommande de faire chauffer le bain d'argent jusqu'au point de l'ébullition, si l'on veut obtenir une argenture solide.

Formule Sandonini. — On fait bouillir 1 partie de chlorure d'argent dans 8 parties de cyanoferrure jaune de potasse, dissous lui-même dans 100 parties d'eau. Au bout d'une demi-heure d'ébullition, le liquide a pris une couleur jaune clair, et peut argenter, non-seulement par l'action du courant électrique, mais encore par la simple immersion, en y laissant les objets pendant un temps donné, puis les essuyant, les replongeant dans le bain et les frottant avec un chiffon.

Au sujet des divers bains d'argenture, M. Roseleur fait la remarque suivante : « La plupart des petits argenteurs, dans le but d'accélérer l'opération, substituent, au cyanure d'argent, le chlorure ou même l'azotate de ce métal ; mais c'est là une économie dont ils ne tardent pas à se repentir, car, lorsqu'ils ont, pendant un certain temps, entretenu leurs liqueurs avec de pareils matériaux, leurs bains, qui renferment alors beaucoup de chlorure de potassium ou d'azotate de potasse, acquièrent une densité trop grande pour se laisser traverser facilement par le fluide galvanique. Un autre inconvénient qui résulte de cette méthode, c'est que, par les temps froids, les sels dont nous venons de parler cristallisent sur les pièces immergées, et le dépôt d'argent ne pouvant s'effectuer que dans les parties non recouvertes de ces cristaux, il en résulte une argenture toute pointillée, impossible à brunir, et qu'il faut de toute nécessité recommencer.

« Nous dirons cependant, ajoute le même savant, que les amateurs et les ouvriers qui ne travaillent que dans les bains de peu d'importance, qu'on renouvelle fréquemment, pourront substituer à l'emploi du cyanure d'argent celui du chlorure, ou mieux, celui de l'azotate de

ce métal ; mais, dans ce cas surtout, il faudra augmenter un peu la quantité de cyanure de potassium. »

§ 2. ARGENTURE PROPREMENT DITE.

L'opération de l'argenture proprement dite se conduit de la même manière que celle de la dorure, et dans des appareils à décomposition semblablement disposés.

Pour plus de clarté, nous supposerons qu'il s'agit d'argenter un objet de cuivre, un couvert de table, par exemple, et nous le prendrons au moment où l'ouvrier vient de lui donner sa forme définitive.

Suivant sa nature, l'objet est d'abord recuit ou dégraissé. Dans ce dernier cas, on le fait bouillir, pendant quelques minutes, dans une lessive composée de 10 litres d'eau et de 1 kilogramme de potasse ou de soude caustique. On lave aussitôt à l'eau fraîche, et l'on passe dans une déroche contenant 10 litres d'eau et 1 litre d'acide sulfurique, après quoi on lave de nouveau à l'eau fraîche.

Au sortir du dérochage, on frotte quelquefois l'objet avec de la ponce en poudre fine, mais il est presque toujours préférable de le plonger, d'abord, dans un mélange de 10 litres d'acide nitrique, 200 grammes de sel de cuivre et 200 grammes de suie bien calcinée; puis dans un autre mélange de 10 litres d'acide nitrique, 10 d'acide sulfurique et 400 grammes de sel de cuisine. On le laisse seulement quelques secondes dans chacun de ces bains, et, après chaque immersion, on le lave à grande eau.

A ces passages aux acides succède le passage au nitrate de mercure. La liqueur employée renferme 10 litres d'eau, 100 grammes de mercure et la quantité d'acide sulfurique suffisante pour l'éclaircir. L'objet y séjourne jusqu'à ce qu'il soit parfaitement blanchi, ce qui

exige un petit nombre de secondes, après quoi on le lave e
et on le porte au bain d'argenture, en ayant soin d'em-
ployer un courant d'une force modérée.

Au bout de quinze à vingt minutes d'immersion, on n
examine comment les choses se passent. Si l'objet s'ar-
gente bien régulièrement, sans présenter aucune tache, s
on laisse l'opération continuer. Dans le cas contraire, on n
retire aussitôt l'objet, puis on le gratte-bosse, on le passe e
dans une dissolution chaude de cyanure de potassium, e
on le lave à l'eau fraîche; enfin, on le soumet de nouveau n
à l'action du nitrate de mercure, et on le rince à grande e
eau, après quoi, on le remet dans le bain.

L'argenture terminée, on lave l'objet d'abord à l'eau n
fraîche, puis à une légère eau seconde d'acide sulfurique. s
Il ne reste plus alors qu'à le gratte-bosser et, s'il y a s
lieu, à le brunir.

Nous savons que l'on peut argenter à chaud ou à s
froid.

Quand on opère à chaud, on se sert généralement d'une e
cuve ou vase de fonte émaillée. De plus, on emploie pour n
anode une lame ou un gros fil de platine, et, à mesure e
que le bain s'appauvrit, on le remonte en y ajoutant une e
quantité convenable de cyanure de potassium et d'un sel s
quelconque d'argent, mais de préférence de celui qu'on n
a primitivement employé. Quelquefois, lorsqu'on fait i
usage d'un appareil simple, on remplace la pile séparée e
du bain, par un fil de zinc dont on entoure la pièce à ar-
genter. Dans ce cas, une tache grisâtre se forme presque e
toujours aux points de contact de ce fil, mais elle dispa-
raît en peu de temps au moyen d'un gratte-bossage soigné, e
suivi d'une très-courte immersion dans le bain d'argent.

Quand on argente à froid, on se sert, suivant les cir-
constances, soit d'un vase en verre, en porcelaine ou en n
faïence, soit d'une cuve de bois doublée de gutta-percha s
ou même simplement de tôle ordinaire. L'immersion doit d

être prolongée beaucoup plus longtemps que lorsqu'on opère à chaud, et le dépôt est d'autant plus beau et plus adhérent que l'intensité du courant est plus faible, relativement aux dimensions de l'objet à recouvrir.

De quelque façon qu'on agisse, soit à chaud, soit à froid, les anodes solubles, quand on en emploie, doivent être d'argent fin et de grande dimension. Pour être dans de bonnes conditions, il est même bon qu'elles présentent un développement au moins égal à celui de toutes les pièces que l'on met ensemble dans le bain.

Une autre précaution importante, c'est que, si l'on veut argenter du fer, du plomb, de l'étain, même cuivrés, ainsi que du maillechort, de l'argentan et autres alliages semblables, il est indispensable de les passer fortement au nitrate acide de mercure ; sans cela, le dépôt d'argent n'aurait aucune solidité et s'enlèverait au brunissage.

Dans les premiers temps de l'argenture galvanique, on a essayé d'employer la machine électro-magnétique de Clarke à la place de la pile. On opérait de la même manière que nous l'avons vu pour la dorure (page 148). Quant au bain, on le préparait en faisant fondre 30 grammes de nitrate d'argent cristallisé dans 150 grammes d'eau distillée, et ajoutant à la liqueur une solution aqueuse de sulfure de potasse jusqu'à ce qu'il se formât un précipité blanc. On recueillait ce précipité, on le lavait avec soin, et on le dissolvait dans une quantité suffisante de sulfure de potasse. Cette dissolution terminée, on y ajoutait une proportion de ce même sulfure égale au sixième de ce qui avait été employé, on laissait reposer pendant vingt-quatre heures, enfin, on filtrait, et c'est dans la liqueur limpide ainsi obtenue qu'on plaçait les objets.

§ 3. OBSERVATIONS DIVERSES.

1. *Observations de* M. ROSELEUR.

Ainsi que M. Roseleur l'a fait remarquer, « les bains d'argenture à la pile fonctionnent généralement moins bien à leur début que lorsqu'il ont déjà fait un certain usage et qu'ils sont, comme on dit, électrolysés ; le dépôt n'est pas toujours uniforme : il est souvent granulé, bleuâtre ou jaunâtre ; il est donc utile, quand cela se peut, de mélanger une portion de liqueur ayant déjà longtemps fonctionné, à celles qu'on a récemment préparées. On vieillit, en quelque sorte, artificiellement les bains d'argenture en les additionnant, avant l'usage, d'un ou deux millièmes d'ammoniaque liquide, ou en les faisant bouillir quelques heures. »

2. *Observations de* M. BOUILHET.

D'autres observations importantes ont été faites par ceux qui ont fréquemment pratiqué l'argenture galvanique. Les principales ont été formulées de la manière suivante par M. Bouilhet, ingénieur de la maison Christofle.

« I. Le courant électrique agissant en raison inverse des distances, il s'ensuit que plus une pièce ou une partie de pièce est rapprochée de l'anode, plus il se dépose d'argent. Il est donc utile de mettre à profit cette particularité du courant galvanique, en plaçant en regard de l'anode les parties qui, dans les pièces à argenter, sont les plus exposées au frottement.

« II. La densité étant toujours plus considérable dans le fond qu'à la surface du bain, le dépôt d'argent est aussi plus rapide. L'expérience a prouvé que, sur une pièce plongée dans un bain ordinaire, il se déposait un

tiers en plus de métal dans les parties inférieures. Le seul moyen de remédier à cet inconvénient est de retourner les pièces pendant le cours de l'opération.

« III. Dans la décomposition des solutions d'argent par la pile, le cyanure d'argent seul est affecté ; l'argent se porte au pôle négatif, et le cyanogène au pôle positif.

Le cyanure de potassium devenu libre, moins dense que le reste de la solution, s'élève à la surface du bain et détermine un courant ascendant ; le cyanure d'argent formé sur la plaque positive, se dissolvant dans le cyanure de potassium libre, devient plus lourd que la masse de liquide qui l'environne, tombe au fond du bain et forme un courant descendant. De là résulte dans le bain une série de courants ascendants et descendants qui produisent, à la surface des pièces, une multitude de stries perpendiculaires. Pour les éviter, il suffit de rendre la densité du bain plus uniforme en agitant les pièces à argenter.

« IV. En même temps que l'argent, se dépose encore dans le bain un sous-sel de ce métal qui a l'inconvénient de le faire sulfurer plus vite au contact de l'air. Pour prévenir ce résultat, il est utile de plonger les pièces, après le gratte-bossage, dans un bain de cyanure de potassium pur à 10 pour 100, puis de les rincer à l'eau, à l'eau seconde d'acide sulfurique, à l'eau chaude et sécher ; ou mieux encore de les enduire d'une bouillie de borax, de les chauffer légèrement sur un feu de charbon de bois, et de les éteindre dans de l'acide sulfurique à 8°.

« V. Lorsqu'une pièce d'orfévrerie, même après le brunissage, est très-sulfurée par son séjour à l'air, on peut la nettoyer rapidement sans altérer en rien le bruni et le mat qui la décorent ; il suffit de la passer dans un bain de cyanure à 4 pour 100, de la rincer à l'eau chaude et de la sécher avec un linge fin. Un autre moyen, qui réussit mieux sur les pièces gratte-bossées que sur les

pièces brunies, c'est de les passer à la potasse bouillante, avec un barreau de zinc au contact.

« VI. Les bains se détruisent à la longue, c'est-à-dire que, par suite de l'exposition à l'air et du passage du courant électrique, il se forme une certaine quantité de carbonate de potasse et d'ammoniaque aux dépens du cyanure, qui altère les propriétés du bain. L'anode soluble n'est donc pas suffisante pour en assurer la perpétuité. Afin d'y remédier, il suffit d'ajouter de temps en temps du cyanure de calcium. Par ce procédé, l'acide carbonique est précipité à l'état de carbonate de chaux, et régénère une quantité équivalente de cyanure de potassium, sans augmenter inutilement la densité du bain. »

3. *Sur l'argenture de la* FONTE *et de l'*ACIER.

L'argenture de la fonte et de l'acier a donné naissance à plusieurs procédés particuliers dont nous devons dire quelques mots.

A. *Argenture de la fonte.*

Procédé du major Jewreinoff. — « Le liquide destiné à former le bain d'argent se prépare en prenant 8 parties en poids de cyanoferrure de potassium parfaitement sec, et y ajoutant 3 parties de carbonate également dans un état complet de siccité. On fait chauffer ce mélange dans un creuset de graphite ou plombagine, à la couleur rouge faible, jusqu'à ce que la masse ne se gonfle plus en bouillonnant, mais se trouve à l'état de fusion paisible. Pendant qu'elle est encore fluide, on la verse avec précaution dans un vase de fer-blanc; je dis avec précaution, attendu que le fer, qui s'est séparé du sel pendant la cuisson, demeure adhérent au fond et aux parois du creuset. On reconnaît que la fusion est complète lorsque, en plongeant un tube de verre dans la masse en fusion et

en le retirant, il reste couvert d'une croûte saline et presque transparente. Ce sel parfaitement décoloré, préparé suivant la méthode de Liebig, se compose de cyanure et de cyanate de potasse; il doit être conservé dans des vases parfaitement clos. Au contact de l'air, il se décompose en partie par l'action de l'acide carbonique de l'atmosphère et il dégage une odeur d'acide prussique. On ajoute à ce sel du chlorure d'argent préparé à l'avance et encore humide; on étend ce mélange avec de l'eau et on agite longtemps. Il faut même un léger excès de chlorure d'argent, par rapport au cyanure de potassium. Si, au bout de quelque temps, il restait un peu de chlorure non dissous, on mettrait dans le liquide quelques morceaux de cyanure, évitant autant que possible d'en ajouter en excès et laissant, au contraire, une petite portion de chlorure non dissous au fond du vase. Ces particularités sont de la plus haute importance, car, dans le cas où le liquide contient trop de cyanure libre, il se décompose trop facilement et produit une mauvaise argenture.

« Le liquide filtré doit être parfaitement clair et il doit rester sur le filtre une grande partie du fer, du cyanure et quelque peu de chlorure d'argent.

« Pour argenter, je me sers d'une pile galvanique composée de zinc et d'un cylindre de charbon, séparés l'un de l'autre par un diaphragme en terre demi-cuite. Ce couple se place dans un bocal cylindrique de verre, où l'on verse de l'acide nitrique étendu; le diaphragme est rempli d'eau acidulée par l'acide sulfurique. L'expérience m'a démontré que les meilleurs cylindres de charbon se composent d'un mélange de 5 parties en poids de coke (1), 1 parties de houille grasse en poudre et 3 parties de farine de seigle. Après avoir mis en pâte ces substances et

(1) C'est le résidu qui provient de la calcination du charbon de terre dans des vases clos, pour extraire le gaz d'éclairage.

formé les cylindres, on les fait sécher, puis on les calcine dans des vases de terre cuite, fermés par un couvercle luté, dans lequel on ménage un petit trou pour la sortie des gaz.

« On argente beaucoup plus facilement les objets de fonte qui n'ont pas été vernis en noir, parce qu'il est fort difficile de les débarrasser de la couche qui recouvre la surface métallique. Les pièces bien polies sont plongées dans la solution d'argent et communiquent par un fil conducteur au pôle zinc de la pile. On plonge d'un autre côté, dans la solution, une lame de platine qui communique avec le cylindre de charbon. Le plus communément, une plaque de fonte de 10 centimètres carrés s'argente parfaitement en une demi-heure. »

B. *Argenture de l'acier.*

Procédé A. Desbordeaux. — « Le dépôt de l'argent sur l'acier est, sans contredit, l'une des applications les plus importantes des procédés galvanoplastiques, et c'est en même temps celle qui présente le plus de difficultés dans la pratique, lorsqu'on tient à obtenir une argenture parfaitement solide. Aussi préfère-t-on généralement l'emploi de la dorure pour les objets en acier, quoique la différence de valeur qui existe entre l'or et l'argent permette d'y déposer, pour le même prix, une couche d'argent trois fois plus épaisse. En effet, la dorure galvanoplastique de l'acier est une opération extrêmement simple, qui n'exige d'autre précaution que de bien décaper la pièce avant de la plonger dans le bain de cyanure double d'or et de potassium ; l'or adhère directement sur l'acier et d'une manière extrêmement solide. Il n'en est pas de même de l'argent ; on ne pouvait, jusqu'à présent, en obtenir un dépôt adhérent sur l'acier qu'après avoir revêtu ce dernier métal d'une couche de cuivre au moyen

du cyanure double de cuivre et de potassium ; car le cuivrage de l'acier par immersion dans le sulfate de cuivre, même en employant le contact du zinc par l'intermédiaire d'un conducteur métallique, ainsi que le conseille M. Walker, ne peut inspirer aucune confiance. Il s'opère toujours en pareil cas, à la surface de l'acier, une légère oxydation qui s'oppose à une adhérence parfaite de la couche cuivreuse.

« Indépendamment de la difficulté occasionnée par l'opération préalable du cuivrage, pour laquelle il est indispensable d'employer un courant galvanique beaucoup plus fort que pour l'argenture, il est encore une autre cause qui fait préférer l'emploi de la dorure sur l'acier. C'est qu'en supposant les couches métalliques de la même épaisseur, la couche d'or préserve mieux l'acier de l'oxydation que la couche d'argent.

« A cet effet, si l'on se borne à revêtir l'acier d'un léger dépôt d'argent, non-seulement il n'est pas préservé de l'oxydation lorsqu'il est exposé à l'influence de l'humidité, mais même il s'oxyde plus promptement qu'auparavant et, au bout d'un certain temps, l'argent, dont l'application ne paraissait d'abord laisser rien à désirer, se recouvre d'une foule de petites piqûres; c'est qu'alors la couche d'argent, assez légère pour donner passage à l'influence des agents extérieurs, forme par son contact avec l'acier une véritable pile dans laquelle l'argent joue le rôle de métal négatif et l'acier celui de métal positif.

« Une couche d'or très-mince ne met pas non plus l'acier complétement à l'abri de l'oxydation, parce qu'elle est également perméable, mais elle le préserve beaucoup mieux, l'or étant un métal négatif à un degré beaucoup moins prononcé que l'argent, qui, sous ce rapport, tient le second rang après le platine.

« Enfin, aux inconvénients précédemment signalés, il faut en ajouter un autre plus propre encore à dégoûter

de l'argenture galvanoplastique de l'acier. Après avoir, en effet, pris toutes les précautions possibles pour l'opération préalable du cuivrage; après s'être assuré que la couche de cuivre est parfaitement adhérente, il n'est pas rare de la voir se dissoudre en partie dans le bain de cyanure d'argent; alors l'argent n'adhère que dans les endroits ou le cuivre s'est maintenu intact, et il devient impossible de le faire prendre sur les parties où l'acier a été mis à nu; ou bien encore il arrive que le dépôt d'argent paraît se former d'une manière très-satisfaisante, mais, lorsqu'on vient à le frotter pour en essayer la solidité, on remarque que l'adhérence n'est qu'apparente, et que la couche de cuivre, qui en a d'abord déterminé le dépôt, s'est trouvée entièrement dissoute; dans l'un et l'autre cas, il n'y a d'autres ressources que de recommencer en entier les deux opérations du cuivrage et de l'argenture. Cet effet tient sans doute à ce que, dans les premiers moments de l'immersion de la pièce cuivrée dans le cyanure d'argent, la couche de cuivre agit sur l'acier à la manière d'une pile galvanique; car, lorsque le cuivre est plongé isolément dans le cyanure de potassium, il s'y dissout beaucoup plus difficilement que l'or et l'argent. Au reste, c'est encore là un inconvénient uniquement attaché à l'argenture; rien de pareil ne se remarque lorsqu'on dore une pièce d'acier préalablement cuivrée.

« Plus la couche de cuivre est mince, plus on est exposé au résultat fâcheux qui vient d'être indiqué; il est donc indispensable de prolonger longtemps l'opération du cuivrage, mais surtout il faut éviter, en cuivrant, d'employer pour anode du cuivre rouge du commerce, ce mélange renfermant souvent du zinc; et, quelque petite que soit la proportion de ce dernier métal, elle suffit pour empêcher complétement la solidité du cuivrage lorsqu'il s'agit d'argenter ensuite.

« Le moyen qui parait le plus sûr, consiste à préparer

le cyanure de cuivre au moyen de son oxyde précipité du sulfate de cuivre par le carbonate de potasse, et à employer pour le cuivrage un anode de platine ; alors on est certain d'avoir un dépôt de cuivre pur. L'anode de platine accélère d'ailleurs le dépôt de cuivre ; il suffit d'avoir soin d'ajouter de temps en temps, dans la solution, du nouvel oxyde. L'anode de cuivre ne tarde pas, au contraire, à s'oxyder, et dès lors ne conduit plus l'électricité que d'une manière imparfaite.

« Quoique, dans les différents traités de galvanoplastie, le fer et l'acier paraissent avoir été assimilés l'un à l'autre en ce qui concerne l'argenture, ils offrent cependant entre eux, sous ce rapport, une différence bien tranchée ; car le fer peut s'argenter directement d'une manière assez solide et sans cuivrage préalable ; cette différence semble tenir uniquement à la présence du carbone dans l'acier, puisque, lors même qu'il a été détrempé, il est également impossible d'y faire adhérer l'argent. Par suite de cette affinité plus grande du fer pour l'argent, on peut même parvenir à argenter l'acier, en le recouvrant d'abord d'une légère couche de fer, au moyen de la pile et du cyanure ferrugineux (1) ; ou en employant directement du cyanure d'argent et de potassium, auquel on ajoute une forte proportion de cyanure ferrugineux ; mais il est bon d'observer que le dépôt qui se forme alors n'est pas parfaitement adhérent.

« On peut encore argenter l'acier en le recouvrant d'abord d'une couche d'étain ; mais, de même que l'argenture, l'étamage s'obtient bien plus difficilement sur l'acier que sur le fer. Ainsi, en employant à chaud la dissolution d'oxyde d'étain dans le tartrate acidule de potasse, rendu soluble par l'acide borique, l'étamage du fer s'o-

(1) Le bain composé de fer en dissolution dans le chlorhydrate d'ammoniaque, donne de meilleurs résultats.

père immédiatement par le contact du zinc. L'acier, au contraire, ne peut s'y étamer que d'une manière presque insensible, et qui ne permet pas l'application de l'argent. Il faut, pour étamer l'acier, faire agir la pile sur la solution d'oxyde d'étain dans la potasse, ou, mieux encore dans la soude rendue caustique par l'hydrate de chaux ; et encore, dans ce mode d'étamage, il faut un courant beaucoup plus énergique pour l'acier que pour le fer. Toutefois, on peut argenter l'acier étamé de cette manière ; mais indépendamment de la difficulté de l'étamage, on éprouve l'inconvénient résultant du peu de dureté de l'étain, qui rend l'argenture moins susceptible de résister aux frottements.

« Frappé des difficultés que présentent les procédés employés jusqu'à présent pour l'argenture de l'acier, je me suis livré à une suite d'expériences pour parvenir à perfectionner cette branche intéressante de la galvanoplastie, et mes recherches m'ont conduit, enfin, à un résultat aussi simple que satisfaisant.

« Ce nouveau procédé consiste à plonger, pendant quelques instants, l'acier dans une solution extrêmement faible de nitrate double d'argent et de mercure, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. Pour composer cette solution, il suffit de faire dissoudre séparément 1 gramme de nitrate d'argent dans 60 grammes d'eau, et 1 gramme de nitrate de mercure dans une égale quantité du même liquide. On mélange ensuite les deux solutions, auxquelles on ajoute 4 grammes d'acide nitrique à 40 degrés à l'aréomètre de Baumé. Peut-être ces proportions ne sont-elles pas tout à fait rigoureuses, mais l'addition de l'acide nitrique est absolument essentielle. Il faut éviter d'employer de l'eau renfermant de l'hydrochlorate de chaux ou des matières organiques, car elle produirait inévitablement l'effet bien connu de décomposer en partie le nitrate d'argent ; il faut, autant que pos-

sible, se servir d'eau distillée. On ne doit pas s'attendre à voir le nitrate de mercure se dissoudre en totalité dans l'eau, car on sait qu'il s'y transforme en sous-nitrate et en nitrate acide qui reste dans la liqueur, tandis que le sous-nitrate se précipite en poudre d'un jaune verdâtre. Ce dépôt doit être conservé dans la solution destinée à l'argenture. Il n'est pas nécessaire que le nitrate d'argent soit pur; celui qu'on obtient en faisant agir l'acide nitrique sur l'argent allié à un dixième de cuivre, produit absolument le même effet.

« Lorsque l'acier a été plongé dans la solution de nitrate double de mercure et d'argent, il se recouvre presque constamment d'un léger dépôt noirâtre qui s'enlève avec facilité en passant un linge à sa surface. L'acier se trouve alors parfaitement décapé et revêtu en même temps d'une pellicule d'argent extrêmement mince, mais d'une adhérence intime. Le dépôt noirâtre qui se forme m'a paru composé presque exclusivement de carbone, corps dont la présence, comme je l'ai fait remarquer précédemment, s'oppose seule au dépôt de l'argent sur l'acier.

« Après cette préparation si simple et si rapide, la pièce d'acier se trouve parfaitement disposée à recevoir la couche d'argent, qui se forme avec la plus grande facilité, et d'une manière tellement adhérente, que non-seulement elle peut supporter le bruni le plus prolongé, mais qu'elle peut même résister à la chaleur rouge sans rien perdre de sa solidité. C'est une expérience que j'ai faite plusieurs fois, et dont le succès, quelque étonnant qu'il soit, a toujours été constant. Plongé dans la même solution, le fer ne subit aucune altération; il conserve son brillant métallique, il s'y forme cependant, comme sur l'acier, un très-léger dépôt d'argent qui paraît favoriser la solidité de son argenture, quoique cette préparation ne soit pas nécessaire pour le fer.

« Si, au lieu d'employer le nitrate double d'argent et

de mercure, on se borne à tremper l'acier dans une solution de nitrate de mercure, il se forme bien une couche d'argent à la surface lorsqu'on fait agir la pile, mais il n'y a pas adhérence. Il en est de même si on emploie isolément le nitrate d'argent. Si, au contraire, après avoir plongé l'acier dans le nitrate d'argent, on le soumet ensuite à l'action du nitrate de mercure, en supposant l'un et l'autre de ces sels légèrement acides, on obtient ensuite, par la pile, une argenture aussi solide qu'en préparant directement la pièce à argenter par le nitrate double de mercure et d'argent; mais ce dernier procédé, comme étant le plus simple, doit être préféré.

« Au reste, la proportion de la solution qui sert de base au nouveau mode d'argenture est très-peu dispendieuse, puisque 125 grammes reviennent à peine à 75 centimes. Elle ne paraît pas perdre sensiblement de son efficacité par l'usage prolongé qu'on en peut faire. On peut même se borner, au lieu de plonger l'acier dans la solution, à le frotter pendant quelques instants avec un linge qui en est imbibé, en se rappelant cependant l'effet que produit le nitrate d'argent sur la peau.

« Il devient facile, au moyen du nouveau procédé, de réparer les pièces d'acier argentées par l'ancienne méthode du cuivrage, et sur lesquelles quelques parties de l'acier se trouvent mises à nu. Il suffit, pour cela, après avoir enlevé tout ce qui n'est pas adhérent, après avoir bien décapé ces endroits altérés, de les frotter quelques instants avec la solution indiquée et de les argenter ensuite à la manière ordinaire. L'immersion dans cette solution produit un décapage tellement complet, qu'il a pour effet de faire adhérer l'argent même dans les petits défauts que le polissage laisse encore souvent à la surface des objets d'acier ; avantage qu'on ne pouvait obtenir par le cuivrage, et qui est d'autant plus précieux que c'est par ces petits défauts que commence ordinairement l'oxydation des pièces argentées.

« Ainsi, dorénavant, l'acier pourra s'argenter aussi facilement et aussi solidement, pour le moins, que le cuivre : plus de cuivrage préalable, plus d'argenture défectueuse et incomplète, adhérence parfaite au moyen d'une simple immersion dans une solution qui sert, en quelque sorte, de mordant ; tels sont les résultats satisfaisants que présente le nouveau procédé.

« Toutefois il ne faut pas perdre de vue que la couche d'argent dont on obtient le dépôt par la pile, doit, dans la nouvelle méthode comme dans celle du cuivrage préalable, atteindre une certaine épaisseur pour préserver complétement l'acier de l'oxydation. Comment reconnaître que la couche d'argent a contracté une épaisseur suffisante pour remplir ce but ? Le moyen qui m'a paru le plus sûr et en même temps d'une plus grande simplicité, consiste à plonger pendant un certain temps une très-petite partie de la pièce argentée dans une solution acide de sulfate de cuivre. Tant que l'argent y contracte une couleur jaune, c'est un indice certain que la couche d'argent est suffisante ; elle est encore perméable, puisqu'elle permet à l'acier d'exercer son action sur le sulfate de cuivre. Au reste, on ne doit avoir recours à cette expérience que lorsqu'on est à peu près certain d'être arrivé à l'épaisseur convenable, car l'argent ne peut se cuivrer ainsi, fut-ce même légèrement, qu'aux dépens de son adhérence, et, dans tous les cas, il vaut mieux aller un peu au-delà de ce qui est strictement nécessaire. Plus la couche d'argent sera épaisse, plus on aura de garantie contre l'oxydation.

« Pour obtenir une bonne argenture, il n'est pas nécessaire d'employer le cyanure préparé avec l'argent pur, au moins lorsque la pièce d'acier a été décapée avec le nitrate double d'argent et de mercure. L'argent qui se trouve habituellement dans le commerce, et qui, comme on sait, renferme environ un dixième de cuivre, produit

un effet aussi satisfaisant, sauf la blancheur un peu moins grande du dépôt. Il suffit, pour préparer ce cyanure, de faire dissoudre directement, à l'aide de la pile et d'une chaleur modérée, l'argent dans le cyanure de potassium. On évite ainsi l'embarras, assez grand, résultant de la purification de l'argent et de la préparation de son cyanure. Lorsqu'il s'agit, au contraire, de pièces préparées par la méthode du cuivrage, on ne peut obtenir d'adhérence qu'en employant le cyanure double de potassium et d'argent parfaitement pur. C'est encore un nouvel avantage du procédé sur lequel je viens d'appeler l'attention.

« Dans tous les cas, il est essentiel, pour la solidité du dépôt, que le courant galvanique ne soit pas assez fort pour faire dégager abondamment l'hydrogène à la surface de la pièce qu'on argente ; mais un faible dégagement de ce gaz ne paraît présenter aucun inconvénient.

« Une autre observation, non moins importante, c'est que, si l'on tient à conserver longtemps une solution de cyanure double de potassium et d'argent, il faut bien se garder de s'en servir pour argenter le laiton. Le contact du laiton et des autres alliages renfermant du zinc, produit une prompte altération du cyanure, au point que celui qui a servi une seule fois à cet usage n'est plus propre à argenter l'acier. Il ne faut employer pour le laiton que des solutions à peu près usées.

« Enfin, dans l'intérêt de ceux qui se livrent à des expériences de galvanoplastie, il est bon d'ajouter une dernière remarque, c'est que le cyanure de potassium préparé d'après le procédé du professeur Liebig, le seul dont j'ai fait usage, et qui est certainement le moins dispendieux, puisque, lorsqu'on le prépare soi-même, il ne revient qu'à 40 centimes les 30 grammes, ne peut se conserver qu'à l'état solide, et doit être renfermé dans un flacon bouché à l'émeri immédiatement après son refroidissement à la sortie du creuset. Lorsqu'il est en solu-

tion dans l'eau, il ne se conserve qu'autant qu'il est uni au cyanure d'argent ou à un cyanure métallique. S'il n'est pas en combinaison avec ces sels, il ne tarde pas à se décomposer en dégageant un forte odeur d'ammoniaque et en formant un dépôt d'un brun rougeâtre. Alors il conserve encore la faculté de dissoudre le cyanure d'argent; mais on ne peut en obtenir la réduction au moyen de la pile.

« Tel est le résultat des recherches auxquelles je me suis longtemps livré sur l'argenture de l'acier. Puissent-elles offrir quelque utilité à ceux qui, comme moi, se plaisent à consacrer une partie de leurs loisirs aux expériences si attrayantes de la galvanoplastie !

« Je dirai encore un mot sur la manière de sécher la pièce argentée. En effet, lorsque l'acier, après avoir été trempé dans le nitrate de mercure et d'argent, a été soumis pendant quelques instants à l'action de la pile et qu'il a pris la couleur blanche, il est important de l'en retirer, et après l'avoir lavé dans l'eau pure, de le soumettre à une chaleur modérée, de manière à ce qu'il soit légèrement brûlant à la main. Le dépôt d'argent, qui auparavant était peu adhérent, contracte immédiatement une grande solidité. On plonge ensuite de nouveau l'acier dans le bain de cyanure de potassium et d'argent, et quand la couche est suffisamment épaisse, on la fait sécher une dernière fois de la même manière. On obtient ainsi, dans tous les cas, une argenture très-solide.

« Enfin, je dirai qu'il ne faut pas chercher à hâter le dépôt de la couche d'argent en employant un anode d'argent volumineux, car il en résulterait des soufflures qui seraient sans adhérence. Il faut au contraire employer un anode mince et long que l'on plonge à une certaine profondeur dans le bain de cyanure d'argent, mais en ayant toujours soin d'éviter le dégagement de l'hydrogène à la surface de la pièce qu'on argente. Quoique ce déga-

gement paraisse sans inconvénient lorsqu'il est presque insensible, il vaut mieux l'éviter complétement, car, poussé à un certain degré, il donne lieu à des soufflures dans la couche d'argent.

« J'emploie ordinairement une pile de Wollaston de 10 éléments, disposés de manière qu'on peut, à volonté, modifier le courant en les plongeant plus ou moins dans le liquide excitateur. Il m'a paru avantageux pour l'argenture, lorsqu'on emploie le cyanure préparé avec l'argent renfermant un dixième de cuivre, d'agir avec des éléments très-petits et un courant assez fort; il vaut mieux diminuer l'étendue des éléments et exciter la pile un peu plus fortement. Au reste, quoiqu'on obtienne une bonne argenture en se servant de cyanure préparé avec l'argent allié au cuivre, l'opération est plus facile à conduire en se servant de cyanure préparé avec l'argent pur; le dépôt s'opère alors avec un courant moins fort.

« Il est essentiel d'employer des conducteurs très-longs et très-minces; je donne ordinairement au conducteur zinc une longueur d'un mètre, et d'un demi-mètre seulement au conducteur cuivre, en contournant l'un et l'autre autour d'un tube de verre. Quant à l'effet d'une forte chaleur sur l'argenture, il faut observer qu'il est beaucoup moins sensible sur la pièce argentée lorsque le dépôt d'argent est mince, que lorsqu'il a acquis de l'épaisseur. Car alors, quoique l'argenture supporte facilement un bruni très-prolongé, une chaleur un peu forte y occasionne des soufflures. »

4. *Sur l'argenture brillante.*

L'argenture obtenue avec les cyanures est ordinairement mate, mais on peut la rendre brillante en ajoutant au bain un peu de sulfure de carbone. La meilleure manière d'employer cette substance, consiste à en mettre 10

grammes dans un récipient bouché à l'émeri, avec 10 litres de bain. On laisse reposer pendant vingt-quatre heures, au bout desquelles il se forme un précipité noirâtre. On décante alors la liqueur et on la conserve pour l'usage. Pour s'en servir, il suffit d'en verser 1 centimètre cube par litre de bain, avant chaque opération d'argenture, et aussitôt le dépôt d'argent devient aussi brillant que s'il avait été gratte-bossé.

5. *Sur le* **vieil argent** *et l'***argent oxydé**.

A. *Vieil argent*.

L'argenture, en vieillissant, prend souvent une teinte brune, se recouvre d'une espèce de patine d'aspect plombeux qui lui donne beaucoup de prix aux yeux de certains amateurs. Cette teinte étant devenue à la mode, on a imaginé de l'imiter et l'on y a facilement réussi.

Il existe plusieurs procédés pour vieillir l'argent, pour transformer l'argent neuf en *vieil argent*, *argent artistique* ou *argent galvanisé*.

Premier procédé. — Avec de l'essence de térébenthine tenant en dissolution 1/10 de vernis copal, on délaye suffisamment de plombagine en poudre fine pour obtenir une bouillie claire, puis, à l'aide d'un pinceau, on étend cette bouillie, aussi également que possible, sur l'objet argenté. On laisse sécher et l'on donne un coup de brosse douce pour égaliser et faire tomber les parties qui n'adhèrent point. Enfin, on frotte les reliefs avec la paume de la main mouillée d'alcool.

Ordinairement, on ajoute à la composition une quantité plus ou moins grande de sanguine ou de tout autre oxyde de fer, afin d'imiter la nuance cuivrée que présentent les œuvres des anciens orfèvres.

Deuxième procédé.— On colore les objets comme si l'on

voulait faire de l'argent oxydé, puis on éclaircit la teinte avec une brosse dure imprégnée de blanc d'Espagne ou de pierre ponce en poudre très-fine.

B. *Argent oxydé.*

Ce qu'on appelle *oxydé*, *argent oxydé* ou *argent noir*, n'est nullement dû à l'oxydation du métal, mais à l'action de l'hydrogène sulfuré ou des matières susceptibles d'en dégager. C'est ainsi que les cuillères avec lesquelles on a mangé des œufs deviennent brunes. C'est pour cela aussi que l'orfèvrerie prend une coloration d'un brun plus ou moins foncé dans les maisons où l'on vide les fosses d'aisances. Cette teinte étant devenue à la mode depuis quelques années, nous allons indiquer la manière de la produire.

Premier procédé. — On plonge quelque temps les pièces à patiner dans une capsule en porcelaine contenant du sulfhydrate d'ammoniaque, ou bien du foie de soufre (sulfure de potasse), on chauffe légèrement, et on retire les objets lorsqu'ils ont acquis la nuance voulue. On les brosse à l'eau de savon, on les sèche, et on passe un linge trempé dans une solution de cyanure de potassium sur les parties en relief, pour les ramener au blanc et afin d'imiter la patine antique.

Deuxième procédé.— On peut encore donner une patine d'un brun plus rouge au moyen du sulfate de cuivre et du sel ammoniac, que l'on mélange par parties égales dans du vinaigre.

Naturellement toutes les eaux contenant un sulfure alcalin, comme l'eau de Barège, peuvent donner cette couleur à l'argent ; on sait que les montres d'argent des personnes qui prennent des bains sulfureux deviennent également brunes.

Troisième procédé.— Dans de l'eau ordinaire à la tem-

pérature de 70 à 80°, on ajoute 4 à 5 millièmes de son poids de sulfhydrate d'ammoniaque ou mieux de penta-sulfure de potassium (foie de soufre), et l'on plonge dans cette dissolution les objets en argent ou argentés. A peine mis en contact avec ce bain, ces objets se recouvrent d'une pellicule de sulfure d'argent dont les différentes épaisseurs réfléchissent les plus brillantes couleurs de l'arc-en-ciel, mais qu'un séjour de quelques secondes fait passer au noir-bleu foncé qui persiste définitivement. On rince à l'eau fraîche et on gratte-bosse pour brunir si besoin est.

« Il faut, dit M. Roseleur, à qui ce procédé appartient, il faut, autant que possible, immédiatement employer le liquide à oxyder, sans quoi, par suite d'un abondant dépôt de soufre, résultat d'une longue ébullition, la sulfuration qui se produit n'a plus d'adhérence ; le doigt l'enlève facilement et laisse à sa place une teinte rougeâtre qui ferait croire à l'existence du cuivre rouge, quoique l'objet soit parfois en laiton ou en maillechort. D'ailleurs l'oxydé qu'on obtient dans les liqueurs récemment préparées est toujours plus brillant et d'un beau noir, tandis que celui que produisent les liqueurs anciennes est toujours terne et grisâtre.

« Si l'argenture que l'on veut oxyder est très-mince et le liquide trop fort, le sulfure alcalin dissout la petite quantité d'argent et met le cuivre à nu. »

CHAPITRE VI.

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES APPLIQUÉES A L'HORLOGERIE.

C'est en Suisse que, pour la première fois, la dorure et l'argenture galvaniques ont été appliquées aux articles d'horlogerie, et ce progrès, inappréciable sous tant de rapports, surtout au point de vue de la santé des ouvriers, a été, nous pouvons le dire, dû, en grande partie, à nos efforts. Dans les paragraphes qui suivent, nous allons exposer aussi clairement que possible, comment, aujourd'hui encore, les choses se passent dans ce pays.

§ 1. DORURE DES PIÈCES DE MONTRE.

I. *Procédés généraux.*

Les fabricants remettent ordinairement les pièces au doreur après les avoir bien adoucies, sans qu'il y ait aucun trait.

1° *Décapage*. — Comme l'adoucissage se fait avec une pierre noire d'un grain doux et de l'eau de savon, quelquefois même avec cette pierre et de l'huile, il est prudent de la part du doreur, de donner aux objets un bouillon dans une eau de soude pour les dégraisser, sans quoi il s'exposerait : d'abord, à ce que le décapage (qui ne dissout pas les corps gras) n'avivât pas le laiton ; ensuite, à ce que le grainage, n'étant pas appliqué directement sur le laiton, mais sur la graisse, ne fût pas adhérent et s'enlevât au gratte-bossage. Il s'exposerait aussi à avoir des taches vertes à la dorure par la combinaison de l'huile avec la potasse du cyanure.

Après avoir été dégraissées, les pièces sont passées

dans un fil de cuivre ou de laiton, et on les décape en les agitant, pendant deux ou trois secondes, dans un mélange de 2 parties en poids d'acide sulfurique et 1 partie d'acide nitrique; pour 1 kilogramme de décapage, on ajoute 5 grammes de sel de cuisine en poudre fine (1).

2° *Piquage*. — Le décapage achevé, on dispose les pièces pour recevoir le *grainé*. On sait qu'on appelle ainsi un mat particulier qui provient de la juxta-position, sur une surface unie, de milliers de petits grains en relief. A cet effet, on pique les pièces de six montres sur une plaque de liége bien plane, à l'aide d'épingles à tête conique, et de manière qu'elles se touchent en laissant entre elles le moins de vide possible, et soient toutes à la même hauteur. On peut leur donner la même disposition, et avec avantage, au moyen d'un procédé que nous avons inventé en 1853, et dont nous croyons devoir rendre publique la construction. Dans notre système, les pièces décapées sont placées sur le fond d'un vase bien plan, à bords évasés : nous employons pour cela une cuvette à brâmer, grandeur demi-plaque, mais les doreurs de profession pourraient encore rendre cette forme plus commode, en rendant le fond mobile, de manière à pouvoir l'enlever en poussant par-dessous. Ce vase peut être en fer, et même en bois si l'on ne chauffe pas. Les pièces doivent être posées de manière à ce qu'elles se touchent toutes ou à peu près, et le beau côté, celui qui doit être grainé, contre le fond, les pieds en-dessus. Cela fait, on mouille le tout avec de l'eau, puis on applique dessus de la gutta-percha que l'on a préalablement rendue pâteuse, en la laissant quelques minutes

(1) On doit toujours éviter de mettre de l'eau dans le décapage, il faut au contraire prendre les acides du commerce les plus forts ; quelquefois même, nous ajoutons un peu d'acide sulfurique fumant (*monohydraté*), quand il y a de l'eau dans le décapage : le laiton est plus vite attaqué que par les acides concentrés.

dans l'eau bouillante. Il est bon de mouiller les mains avec de l'eau de savon, pour qu'en prenant la gutta-percha dans la forme, de manière à la faire pénétrer entre les pièces, elle ne s'attache pas aux doigts. Au bout d'une heure la gutta-percha est suffisamment refroidie et durcie pour être enlevée de la forme avec les pièces qui restent incrustées dedans, mais si l'on n'a pas le temps d'attendre une heure, on peut hâter le refroidissement en plongeant le tout dans un grand vase rempli d'eau froide. De cette manière, les pièces sont posées bien plus plates, bien plus régulièrement, bien plus promptement que sur le liège; il y a économie puisque la même gutta-percha peut servir indéfiniment. On y gagne encore de ne pas enlever le grain sur les bords des pièces en gratte-bossant. Ce n'est que lorsqu'elles sont grainées et gratte-bossées qu'on les enlève de la gutta. Cette opération ne présente aucune difficulté ; on la fait avec une pointe d'os ou de laiton, et de façon à ne pas rayer les objets.

3° *Grainage*. — Après la fixation des pièces sur le liége ou la gutta-percha, vient le *grainage*. Comme son nom l'indique, cette opération a pour objet de produire le mat particulier appelé *grainé*. On ne l'effectue pas avec les acides, parce qu'entre autres inconvénients, ils auraient celui d'altérer les ajustements délicats, mais par l'application de poudres métalliques diversement composées.

Pour préparer ces poudres, on fait dissoudre 30 gr. d'argent fin, ou même d'argent de monnaie à 900/1000, dans 120 grammes d'acide nitrique, et l'on verse cette dissolution dans un grand vase contenant au moins 4 litres d'eau ; plus la quantité d'eau est grande, plus la poudre est fine. Plaçant alors le vase dans l'obscurité, on ajoute des lames de cuivre, et, après vingt-quatre heures au moins, on décante le liquide; on ajoute de nouveau de l'eau pour laver la poudre, en laissant les

lames de cuivre, et après l'avoir lavée deux ou trois fois, on la sépare en la roulant entre les doigts, on agite l'eau, et après quelques instants la plus grosse poudre est déposée; alors on décante la plus fine, qui est en suspension et qui se dépose à son tour, on désagrège de nouveau la grosse poudre, et ainsi de suite, après cela on la sèche et elle est prête à être employée.

On peut également précipiter l'argent par le sel de cuisine, et après que le chlorure d'argent s'est déposé, on enlève le liquide avec un siphon et on laisse le chlorure d'argent en contact avec des lames de zinc et de l'eau contenant 1/20 d'acide sulfurique, qui réduit le chlorure. Lorsque la poudre est complètement gris métallique et qu'il ne reste plus de grains blancs de chlorure, l'opération est terminée. Cette poudre donne un grainage différent de l'autre.

Du reste, la plupart des doreurs, au lieu de faire eux-mêmes leur poudre à grainer, préfèrent l'acheter toute faite. Ils emploient généralement celle que l'on appelle *poudre de Nuremberg* à Paris, et *poudre de Paris* en Suisse. Cette poudre, que le commerce tire principalement d'Allemagne, est très-belle, très-fine et très-blanche. Pour l'obtenir, on mélange intimement du miel et des feuilles ou bractées d'argent, puis on broie le tout à la molette sur une glace dépolie, jusqu'à ce qu'on ait atteint le degré de finesse désiré. Il n'y a plus alors qu'à jeter la pâte dans l'eau bouillante, qui dissout le miel et permet d'isoler l'argent. Enfin, on jette celui-ci sur un filtre pour le laver à plusieurs reprises.

Pour procéder au grainage, on prend une partie en poids de poudre d'argent, 12 parties de chlorure de sodium (sel de cuisine) très-sec, pilé et tamisé très-fin, 4 parties de crème de tartre (tartrate acide de potasse) également tamisée fin; on mélange le tout exactement dans un mortier avec un pilon de bois, en évitant l'em

ploi de mortiers de porcelaine et autres corps durs, qui aplatiraient en paillettes les molécules d'argent, lesquelles doivent s'appliquer à l'état spongieux pour donner un beau grain facile à brillanter.

Lorsque le mélange est intime, on y ajoute de l'eau de manière à former une pâte claire, dans laquelle on trempe légèrement une brosse faite spécialement pour cet usage. Cette brosse (fig. XI) est ovale, de la gran-

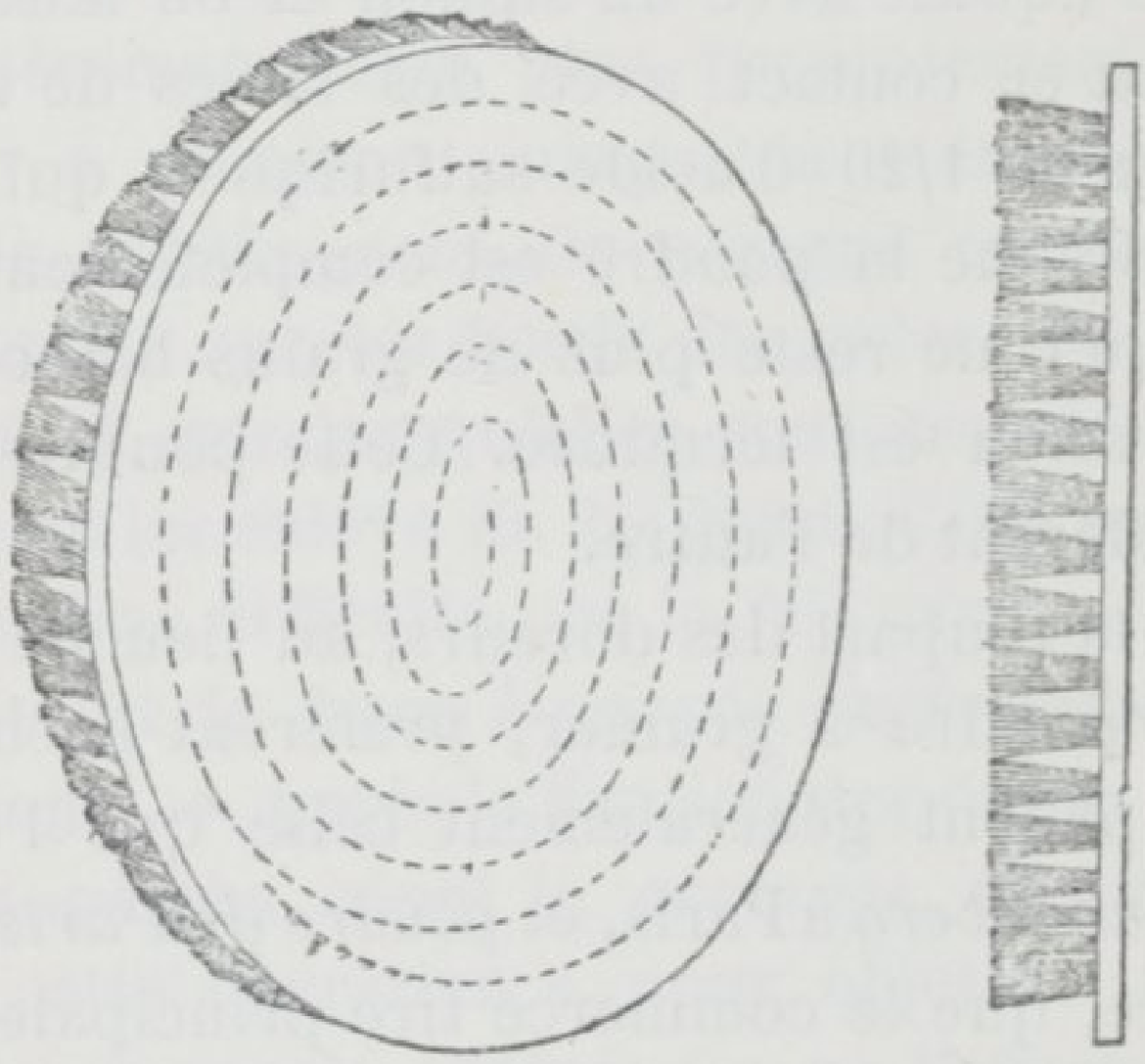


Fig. XI.

deur d'une brosse pour habits, mais beaucoup plus serrée, et les soies un peu plus fines. Avant de s'en servir il est bon de la laver à l'eau de soude, et, après l'avoir imprégnée avec la pâte, on frotte les pièces, piquées sur la plaque de liége ou de gutta-percha, toujours en tournant la plaque ou les pièces, afin de croiser les traits et de faire un grain rond; car en frottant toujours dans le même sens on aurait un grain allongé. Plus on frotte longtemps, plus le grain est gros; une à deux minutes suffisent; si l'on poursuivait trop longtemps, tous les grains finiraient par se toucher, et l'on aurait une surface

plane, sans grainage, mais avec des creux ; alors il faudrait limer l'argent appliqué, adoucir et recommencer. Cela n'arrive toutefois qu'à défaut d'expérience, car avec un peu d'habitude, on sent au mordant de la brosse quand le grain est bon. Il faut également avoir l'attention de faire un grain égal partout ; autrement on grainerait plus au centre que sur les bords.

Les proportions de sel et de crème de tartre que nous avons données peuvent être variées à volonté suivant le résultat particulier qu'on veut avoir. Plus on ajoute de crème de tartre, plus le grain est fin et serré, mais aussi plus il est dur et difficile à brillanter avec le gratte-bosse. Si l'on demandait des dorures mates, on y arriverait parfaitement en mettant, pour une partie d'argent, 8 de sel de cuisine et 8 de crème de tartre. Plus on ajoute de sel, plus le grain est gros planté, rare, spongieux et facile à polir en l'écrouissant avec le gratte-bosse. Plus on ajoute d'argent en proportion des sels, plus le grainage se fait promptement. En suivant ces instructions, le doreur est parfaitement maître du procédé et peut, à coup sûr, arriver au but qu'il cherche et varier ses effets selon le caprice du fabricant pour lequel il travaille.

Pour les ouvrages soignés, on remplace le grainage à l'argent par le grainage à l'or. Comme on trouve rarement, dans le commerce, de la poudre de qualité convenable, nous engageons les doreurs à la préparer eux-mêmes ; le deuxième procédé que nous avons décrit page 166, est le plus simple qu'ils puissent employer.

Le grainage à l'or s'exécute de la même manière que le grainage à l'argent. La pâte doit être composée ainsi qu'il suit :

Poudre d'or.	4 gram.
Alun.	2 —
Crème de tartre.	8 —
Sel de cuisine.	40 —

Les sels, avant le mélange, doivent être passés à un fin tamis de soie, et après le mélange, il faut éviter de les broyer entre deux corps durs afin de ne pas mettre l'or en paillettes.

4° *Gratte-bossage*. — Ainsi que nous l'avons dit dans la première partie, et que nous le répétons au Chap. VII ci-après, le gratte-bossage consiste à frotter les objets avec une espèce de pinceau en fils de laiton, qu'on appelle *gratte-bosse*. Comme le brossage, cette opération se fait en rond, c'est-à-dire en faisant toujours tourner, soit le gratte-bosse, soit la plaque qui porte les pièces. Pour que l'instrument puisse glisser facilement, beaucoup de doreurs emploient de préférence une infusion de racines de saponaire.

Quand les objets sont suffisamment brillants, on les enlève du liége, on les passe à l'eau froide, puis on les enfile sur les rayons d'une étoile pour qu'ils ne puissent pas se toucher dans le bain.

5° *Dorure*. — La dorure se fait par les procédés ordinaires. Quoiqu'on puisse, à la rigueur, employer l'un quelconque des bains que nous avons décrits, nous croyons néanmoins, au risque de quelques répétitions, devoir donner en détail la préparation de ceux dont l'usage a prévalu en Suisse.

Préparation du chlorure d'or.

On lamine un ducat, on le recuit pour brûler la graisse, on le dissout dans 30 grammes d'eau régale (acide hydrochloronitrique) composée de 3 parties en poids d'acide chlorhydrique et 2 parties d'acide azotique. Quand l'or est dissous dans un matras, soit à froid, soit à l'aide de la chaleur, on laisse reposer quelques minutes et on décante ensuite le liquide dans une capsule de porcelaine en laissant au fond du matras la poudre blanche de chlorure d'argent, on évapore lentement en évitant l'ébulli-

tion qui projette toujours des gouttes de dissolution hors de la capsule, et on reconnaît que l'évaporation a été portée à un degré suffisant lorsque la liqueur a pris une couleur rouge et ne dégage plus de vapeur. En laissant refroidir, le chlorure d'or cristallise.

Quel que soit le genre de dissolution que l'on veuille faire, l'opération est la même jusqu'ici, parce que c'est toujours le chlorure d'or que l'on convertit en un autre sel, en ammoniure ou en cyanure, par exemple, ou bien en oxyde d'or. Au lieu de faire cette conversion (Voy. p. 141), on peut dissoudre le chlorure d'or directement dans le cyanure de potassium : il se forme alors un peu de chlorure de potassium qui reste en dissolution. Ce procédé, qui est le plus simple, peut servir pour des amateurs, mais non pour des doreurs de profession, parce que les pièces les plus rapprochées de l'anode prennent une dorure plus forte et plus foncée que les plus éloignées. Ensuite, quand le bain s'épuise, il se forme sur les objets des taches que l'on ne peut faire disparaître au nettoyage. Enfin, le ton de cette dorure n'est pas aussi beau que celui qu'on obtient avec les autres dissolutions.

Quelques doreurs, dans les grands ateliers principalement, opèrent à chaud. Dans ce cas, ils se servent d'un bain au prussiate jaune de potasse, qui se prépare de la manière que voici : On décompose le chlorure d'or en ammoniure comme il est indiqué, et, après l'avoir lavé sur un filtre, au lieu de le dissoudre dans le cyanure simple, on met l'ammoniure d'un ducat dans une capsule contenant 1 litre d'eau distillée, 125 grammes de prussiate jaune de potasse et 30 grammes de potasse caustique (on peut remplacer la potasse par le carbonate de potasse pur), on fait bouillir pendant vingt minutes, et le bain est prêt à servir. Quelques doreurs font digérer pendant douze heures à froid l'ammoniure de potasse et ajoutent le prussiate au moment de l'ébullition. Nous ne savons

trop pourquoi, ne trouvant aucune différence dans les résultats. Nous devons dire qu'après la filtration le bain est jaune et qu'il reste sur le filtre une pâte rouge-brun d'oxyde de fer que des ouvriers peu expérimentés pourraient prendre pour de l'or précipité.

Ce bain au prussiate jaune donne une dorure très-belle, très-éclatante, d'un ton chaud principalement pour les rouges, mais il perd ses avantages quand on veut y ajouter de l'argent pour obtenir les ors verts. On le chauffe de 30° à 60° C. et plus.

Les horlogers de Besançon se trouvent fort bien du bain suivant, dont nous empruntons la description à M. Roseleur :

« On prend quatre grammes d'or vierge finement laminé, qu'on recuit au rouge pour détruire, si besoin est, le corps gras qu'aurait pu y laisser le laminoir.

« On place cet or recuit dans un ballon avec 6 grammes d'acide nitrique pur, et le double d'acide chlorhydrique également pur, et on chauffe.

« Lorsque l'or est dissous, et que la majeure partie des acides en excès s'est évaporée pour ne laisser dans le ballon qu'un liquide rouge foncé et presque sirupeux, on retire du feu et on laisse refroidir.

« On ajoute 50 ou 60 grammes d'eau distillée qui dissolvent le chlorure d'or, et l'on transvase le tout dans un grand verre ou conserve de cristal. On ajoute un demi-litre d'eau distillée environ, et l'on verse dans cette liqueur un excès d'ammoniaque (alcali volatil) qui précipite l'or sous forme d'une poudre jaune qui n'est autre chose que le fulminate, ou azoture, ou ammoniure d'or, poudre très-détonante si on la laissait sécher.

« On reconnaît que la quantité d'ammoniaque employée est suffisante, lorsqu'en ajoutant une nouvelle quantité de cette matière au liquide qui surnage la poudre jaune, il ne se forme pas de nouveau trouble ou précipité.

« On laisse la poudre se bien rassembler au fond du vase, puis, par décantation, on enlève la plus grande partie du liquide clair qui la surnage et on la met aux résidus de l'atelier.

« On verse ensuite le reste du liquide et la poudre précipitée sur un petit filtre en papier joseph, préalablement lavé à l'eau distillée, on laisse égoutter et on lave à l'eau distillée jusqu'à ce que cette eau de lavage passe exempte d'aucune odeur ammoniacale. On prend ensuite le filtre avec la matière qu'il contient et on le met dans un autre vase de verre ou de porcelaine avec 1 litre d'eau distillée et 12 grammes de cyanure pur. Ce dernier dissout rapidement l'or et laisse le papier du filtre On filtre de nouveau, on fait bouillir pendant quinze ou vingt minutes, on filtre une troisième fois, on laisse refroidir, et le bain est alors excellent pour dorer les pièces les plus délicates, sous l'influence d'un courant électrique convenable et proportionné aux surfaces à dorer. »

Dans l'horlogerie suisse, on se sert aussi quelquefois d'un procédé de dorure, appelé *dorure à la plaque*, et qui tient le milieu entre la dorure à la pile et la dorure au trempé. Le bain qu'on emploie est préparé avec de l'or réduit en ammoniure, et avec une quantité de cyanure de potassium égale à 30 grammes pour un ducat. Au lieu d'une pile, on se contente tout bonnement de mettre dans le bain une feuille épaisse de zinc carrée et fendue comme en A A dans la figure XII, et portant une forte trinfle en cuivre recourbée comme dans le dessin de droite, où l'on voit la plaque de profil et disposée dans le bain de manière que la partie D est immergée dans celui-ci, tandis que les deux parties étroites A, A servent à l'accrocher au vase et se trouvent en dehors. La dorure se fait très-promptement de cette manière et d'autant plus vite qu'il y a une plus grande surface de zinc en contact avec le liquide. Le zinc est attaqué et dissous par l'excès

de cyanure que contient le bain ; il y a un équivalent d'or réduit et appliqué pour 1 équivalent de zinc dissous,

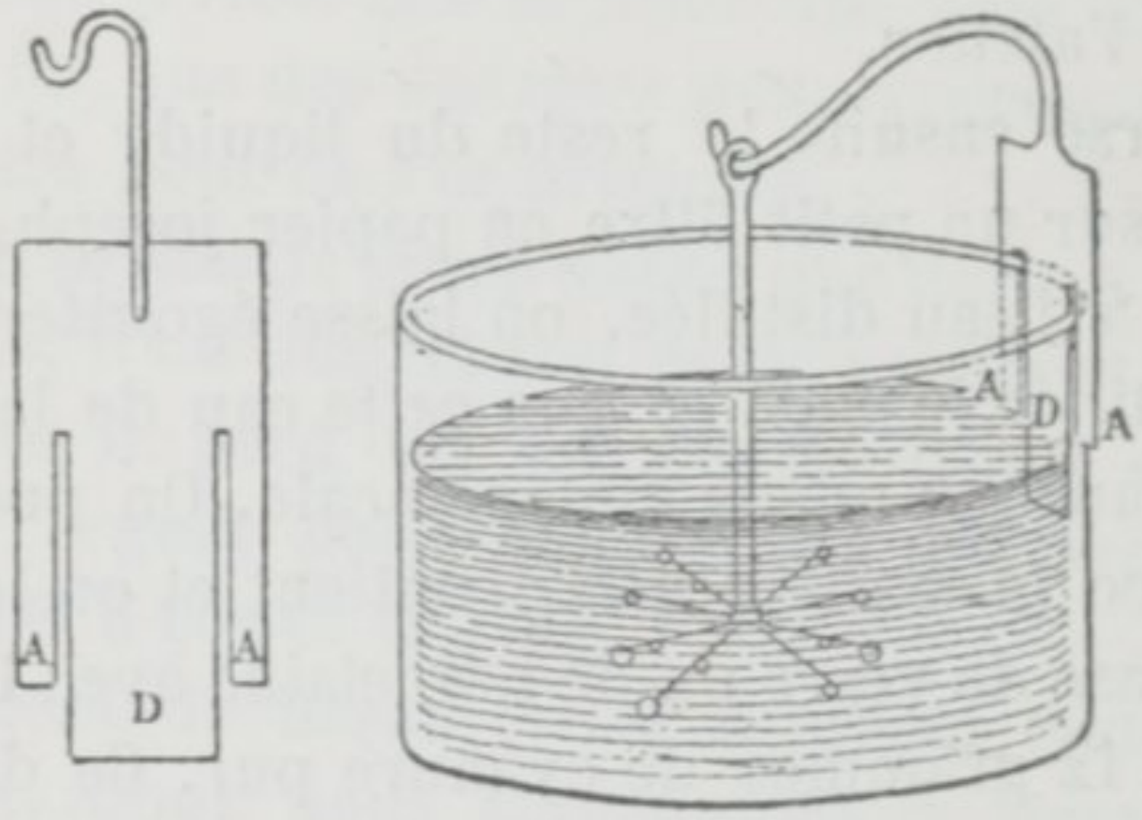


Fig. XII.

et il arrive sur la fin que l'on a une dissolution de zinc au lieu d'une dissolution d'or.

Ainsi, au lieu de se servir d'une pile indépendante, on forme un couple dans le bain même au moyen de la lame de zinc portant un gros fil de cuivre auquel on attache les pièces à dorer, ce qui constitue un diminutif ou, pour parler plus exactement, une modification de l'appareil simple à membrane de baudruche qui est le premier appareil qui ait été employé et par conséquent le moins avantageux, le moins parfait. C'est, suivant nous, reculer au-delà du point de départ, et je doute que l'on continue à se servir d'une lame de zinc au lieu d'une pile. Même en enfermant le zinc dans une vessie avec de l'eau salée pour éviter le dépôt d'or sur le zinc et la dissolution du zinc dans le bain, ce sera toujours un mauvais procédé qui n'aura jamais la sanction de la pratique.

Ce procédé est incontestablement le plus mauvais que nous connaissions, tant sous le rapport de la beauté, de la solidité, de la belle facture, que sous celui de la santé et de l'économie, parce que : 1° la plaque de zinc se dore et épuise promptement le bain ; 2° qu'après deux ou

trois jours on a de vilaines couleurs d'or; 3° la dorure est si peu adhérente qu'elle ne supporte pas même le brunissage sur le laiton, et encore moins sur l'argentan, où un léger frottement enlève la pellicule d'or; 4° que le dégagement continuel et considérable d'acide cyanhydrique provoque de violents maux de tête et des ophthalmies à rendre aveugle.

Quel que soit le bain qu'on emploie, on le dispose dans un ou plusieurs vases de verre, de grès ou de porcelaine, ayant ordinairement quatre à cinq litres de capacité et 10 à 12 centimètres de profondeur. On se sert habituellement d'une petite pile de Daniel de 3, 4, 5 ou 6 couples. Il est bon de rejeter les piles de Grove, de Bunsen ou d'Archereau, parce que, non-seulement elles exposent aux coups de pile, mais encore donnent lieu à des dégagements de vapeurs nuisibles.

On sait que, plus le dépôt se fait lentement, plus il est riche et adhérent. Quand on veut avoir une forte dorure, il faut mettre les pièces dans le bain plusieurs fois de suite, et, avant chaque immersion, on les gratte-bosse avec soin et on les passe au nitrate acide de mercure. En effet, il serait inutile de les laisser plus longtemps dans la dissolution quand elles se sont couvertes d'une couche brune et terne, parce que l'or qui se dépose ensuite n'a aucune adhérence. Il faut encore que toutes celles qui doivent être réunies, se trouvent ensemble dans le bain et, autant que possible, à la même distance; autrement elles n'auraient pas la même couleur, surtout avec le bain au prussiate jaune de potasse et le bain préparé en dissolvant le chlorure d'or directement dans le cyanure de potassium. Enfin, quand on juge que la couche déposée est assez épaisse, on lave les objets à l'eau, et on les remet sur le liége pour leur donner un dernier gratte-bossage.

6. *Récapitulation.* — En terminant ces notions sur la

dorure des pièces d'horlogerie, il nous semble utile de les résumer, en suivant l'ordre dans lequel on les fait, les opérations qui servent à l'exécuter.

Quand les pièces sont bien adoucies, il faut :

a. Les faire bouillir dans une eau de soude, afin de les dégraisser. Toutefois, si des parties d'acier sont fixées sur les pièces de laiton, il convient de substituer l'esprit-de-vin à la soude, parce que celle-ci noircirait l'acier ;

b. Les décaper dans le mélange d'acide sulfurique, d'acide nitrique et de sel de cuisine, ci-dessus indiqué. La durée de l'immersion ne doit pas dépasser, et on ne doit pas manquer de secouer continuellement les pièces dans le bain. On les lave ensuite à grande eau, toujours en les secouant. Enfin, si on ne veut pas les piquer et les grainer immédiatement, on les sèche à la sciure de sapin chaude. A propos du décapage, nous ne saurions trop nous élever contre la mauvaise habitude qu'ont la plupart des doreurs de couvrir imparfaitement les vases dans lesquels ils opèrent. Ils ne devraient jamais perdre de vue que l'acide sulfurique absorbe très-facilement l'humidité de l'atmosphère, et que, du moment où il renferme une notable quantité d'eau, il possède une action tellement énergique qu'il attaque et creuse le laiton. Aussi, recommanderons-nous d'employer exclusivement des acides concentrés et d'éviter d'introduire de l'eau dans la liqueur ;

c. Les piquer sur une plaque de liége ou les fixer dans une lame de gutta-percha, puis les grainer avec la brosse et la poudre d'argent ;

d. Les gratte-bosser jusqu'à ce que le grain soit brillant ;

e. Les passer au bain de dorure ;

f. Les laver à grande eau, puis les fixer de nouveau sur le liége ou la gutta-percha, et donner un gratte-bossage.

II. *Procédés particuliers.*

1° *Dorages gravés avec reliefs polis.*— Lorsque les gravures sont faites et les reliefs bien adoucis, on décape comme précédemment. On dore à la pile, on gratte-bosse, on répète encore la dorure une ou deux fois, on met en couleur par le bain. On lapide les reliefs comme les fonds de boîtes de montre, on éclaircit avec la peau de chevreau et du rouge à polir sec. On peut remplacer le lapidage en brunissant comme pour les roues polies avec un brunissoir plan en acier.

2° *Dorage avec gravures dorées et reliefs argent mat.* — On dore comme précédemment, mais moins fortement si l'on veut, on couvre de gomme-laque en chauffant la pièce, on lime la gomme-laque pour découvrir les reliefs et on graine à la brosse en se conformant à ce que nous avons dit, c'est-à-dire que, pour avoir un grain fin, il faut mettre beaucoup de crème de tartre et peu de sel. Pour que l'argent s'applique très-blanc, il faut une pâte épaisse, riche en argent et fraîchement préparée. Ces conditions sont nécessaires : si le blanc n'était pas beau, on ferait subir aux objets le blanchiment des cadrans d'argent que nous indiquons plus loin.

On dissout la gomme-laque dans l'alcool, et l'on a une gravure dorée avec les reliefs blanc mat. Ce genre est plus beau, plus fin et plus employé que le précédent, qui est cependant plus riche.

Ainsi que nous le savons, la bonne réussite d'une dorure, son aspect mat ou brillant, sa couleur, sa solidité, dépendent en partie des opérations préparatoires qu'elle a subies et qui ne sont pas les mêmes pour tous les métaux. En général, pour tout objet poli, de quelque métal qu'il soit, on ne le décape pas, mais on le lave à l'eau de savon et avec une brosse douce pour enlever les corps gras.

3° *Dorure des roues.* — Les roues de montre sont ordinairement en laiton, et, jusqu'à ce jour, on s'est généralement contenté de les faire polir lorsque les montres sont finies. Mais le laiton étant un alliage oxydable, il doit perdre bien vite son éclat, et les roues finissent toujours par devenir ternes et noires, ce qui est un effet désagréable. Un autre inconvénient, c'est que le laiton, lorsqu'il est exposé à un frottement continu sur l'acier, use ce dernier métal; on peut s'en convaincre en examinant les palettes ou levées en acier trempé d'une verge de montre qui a marché longtemps; on observera qu'elles sont creusées par les dents de rencontre en laiton. Nos ancêtres, qui étaient observateurs, savaient si bien cela qu'ils faisaient cette roue en or pour les montres d'un prix élevé, et il est certain que, s'ils avaient connu le moyen que nous possédons aujourd'hui de dorer les roues sur les pignons, et à froid afin que les roues restent écrouies, ils se seraient emparés de cette découverte, et l'auraient utilisée avec empressement.

Le frottement du laiton contre l'acier a encore le désavantage de gripper.

On dorait déjà les roues, il y a bien des années, mais au mercure seulement et, par conséquent, au feu : alors le laiton, qui doit être bien écroui, se détendait, s'amollissait, se tourmentait au point de rendre la marche des montres défectueuse. De plus, en chauffant pour volatiliser le mercure sur la roue, les pignons se détrempaient quelquefois, et au lieu d'améliorer l'ouvrage on sacrifiait l'utile au coup-d'œil. Il eût mieux valu ne pas les dorer ; aussi, y avait-on renoncé. Mais aujourd'hui qu'on peut le faire, sans aucun inconvénient, les bons fabricants d'horlogerie s'empressent de mettre à profit cette découverte, et un jour viendra, nous l'espérons, où l'on fera dorer les roues de toutes les montres, soit avec grainage comme les mouvements, soit polies. Nous avons également vu avec

plaisir, depuis quelque temps, des roues polies platinées qui imitent assez bien l'acier; pour cela on prend le double chlorure de platine et de sodium neutre et une dissolution un peu concentrée.

Le procédé de la dorure des roues a été le but des recherches de beaucoup de doreurs; il était d'autant plus difficile à trouver que toutes les résines, tous les corps gras sont solubles dans le cyanure de potassium ou la potasse, et qu'en dissolvant ils laissent les pignons à découvert. Enfin, après bien des tâtonnements, des essais infructueux, nous sommes parvenu à trouver un moyen que nous avons ensuite beaucoup perfectionné.

Premier procédé. — S'il suffisait seulement de garantir les pignons de la dorure, un vernis peu soluble remplirait très-bien le but, mais comme il faut appliquer le grainage de la même manière que sur les mouvements, et que le frottement de la brosse aurait bientôt découvert les pignons qui seraient alors rongés par le sel et la crème de tartre et mis hors de service, il faut avoir recours à un corps dur capable de résister à ce frottement, et la première idée qu'on ait eue a été de les couvrir avec de petits tubes de verre ou de cuivre remplis de gomme-laque contenant un quart de son poids de térébenthine; si ces tubes résistent bien à la brosse, ils prennent trop d'épaisseur et ne permettent pas de grainer et de dorer le centre de la roue. On y a renoncé pour adopter le procédé suivant.

Deuxième procédé. — On se sert dans ce procédé d'un petit manche portant une virole en laiton entaillée, comme on le voit dans la fig. XIII; on chauffe sur la lampe à alcool le bout de la virole et on le plonge dans un petit vase contenant de l'épargne nº 1 (Voy. p. 240), qui fond et entre dans la virole. Pendant que cette composition est encore liquide, on l'applique sur le pignon en tournant de manière à le couvrir parfaitement des deux côtés,

mais sans en remplir les creusures; le tout se refroidit aussitôt. On passe alors toutes les roues dans un fil de cuivre, on les décape de la manière indiquée pour les mouvements, puis, après les avoir séchées à la sciure, on les pique sur une plaque de liége bien plane, percée de trous régulièrement alignés, et assez grands et assez profonds pour contenir les pignons : les deux épingles qu'on emploie pour cela doivent être petites, coniques et placées comme on le voit dans la fig. XIV. Quant aux plaques de liége. Il faut qu'elles aient au moins la grandeur de la main et porter de quarante à soixante trous.



Fig. XIII.

Lorsque les roues ont un grain de grosseur convenable, fait au moyen de la brosse et de la poudre d'argent, on lave la plaque pour enlever la pâte d'argent, et on gratte-bosse sans rien déranger. Ensuite, on ôte les roues et l'on enlève la réserve dans l'huile d'olive, que l'on chauffe. Cette réserve enlevée, on lave les roues à l'eau de savon, et, après les avoir essuyées, on pose avec un pinceau l'épargne n° 2 (voy. p. 240), parce que la première ne résisterait pas bien au bain. Quand les roues sont suffisamment dorées, on dissout l'épargne n° 2 dans l'essence de térébenthine, que l'on chauffe avec la précaution d'avoir un couvercle près de soi pour couvrir le vase si l'essence prenait feu.

Les pignons se doreraient promptement à mesure que l'épargne ou réserve se dissout dans le bain d'or en l'altérant. D'autres mastics, qui seraient moins solubles, ont l'inconvénient d'être difficiles à travailler, de mal couvrir ou d'attaquer l'acier.

Troisième procédé. — Le procédé qui précède réussit très-bien, mais il a l'inconvénient d'être long, parce qu'il

faut appliquer et dissoudre deux épargnes. Nous en avons imaginé un troisième qui simplifie beaucoup l'opération, puisqu'il suffit d'appliquer la troisième épargne (voy. p. 240), exactement comme le n° 1 et de la dissoudre également dans l'huile d'olive au moyen de la chaleur lorsque la dorure est complétement terminée. Cette nouvelle épargne résiste bien au bain d'or, même à une faible épaisseur, et, de plus, elle est la plus insoluble de toutes. De cette manière, on peut faire une quantité double d'ouvrage.

Récapitulation. — 1° On lave les roues à l'alcool pour enlever les corps gras ; 2° on épargne les pignons ; 3° on décape et on sèche à la sciure ; 4° on pique sur le liége ; 5° on graine ; 6° on gratte-bosse ; 7° on met les roues sur une étoile en fil de cuivre et on les dore ; 8° on dissout l'épargne dans l'huile d'olive chaude ; 9° on gratte-bosse ; 10° on les passe dans l'alcool et on les essuie avec un linge fin.

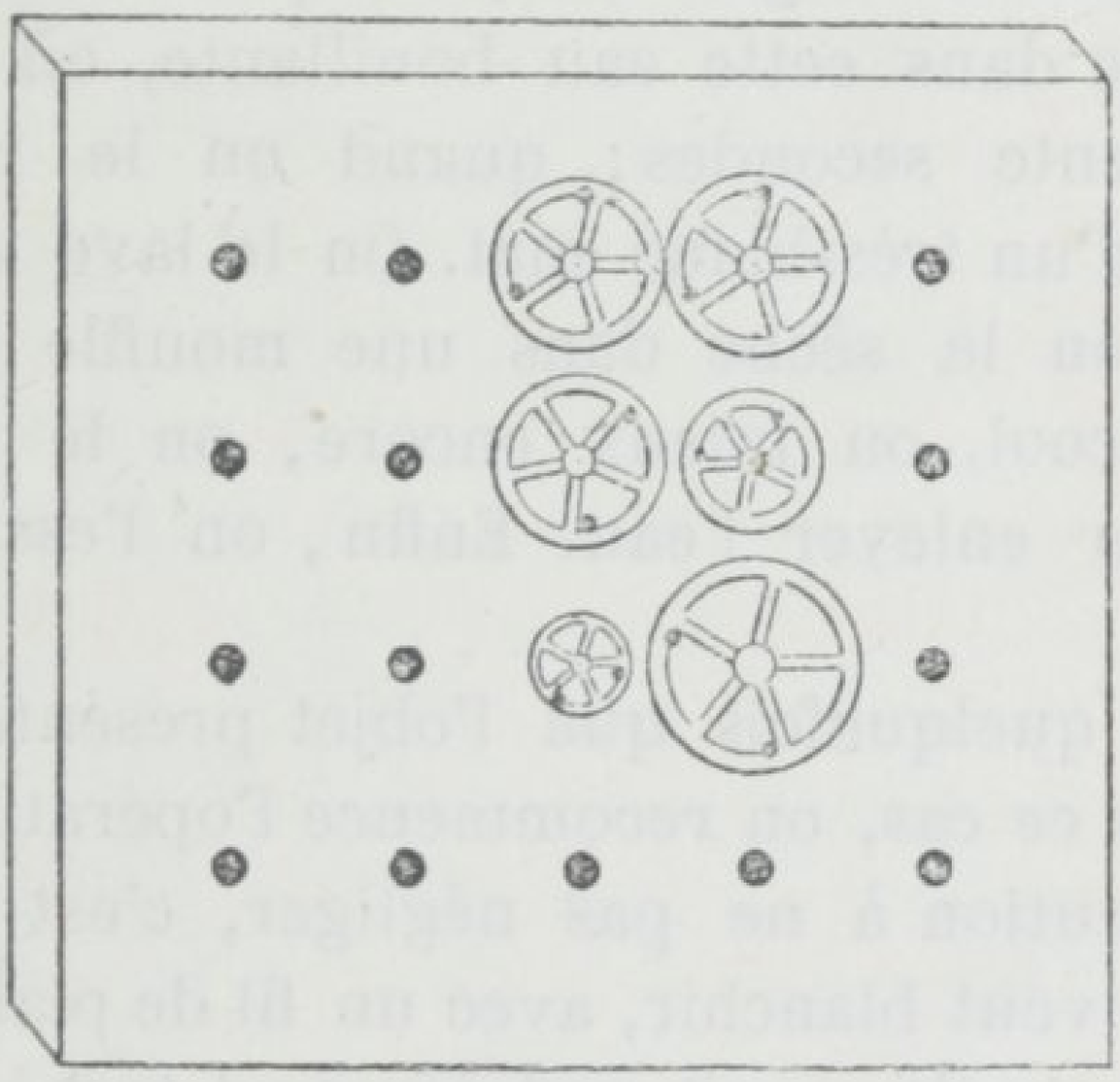


Fig. XIV.

4° Dorure de l'acier. — Depuis quelques années, la dorure de certaines pièces d'horlogerie en acier a pris

faveur. On dore principalement les spiraux et les aiguilles.

Après avoir enlevé le bleu par l'eau acidulée de 1/15 acide sulfurique et lavé dans une eau de soude ou de potasse, pour éviter la rouille, on dore avec un faible courant. Quelques instants suffisent pour un spiral, car, en le laissant longtemps, il se couvre d'un dépôt terne que l'on ne peut pas enlever sur un objet aussi délicat; donc, il faut absolument qu'il sorte brillant du bain; c'est pourquoi on ne peut faire qu'une faible dorure : d'ailleurs, une forte dorure rendrait la lame du spiral plus forte et ferait avancer la montre.

III. *Blanchiment des cadrans d'argent.*

On ajoute à 3 parties d'eau 1 partie d'acide sulfurique; on fait bouillir cette eau acidulée dans une capsule de porcelaine ou d'argent fin, on chauffe au rouge-brun l'objet d'argent ou argenté, et, lorsqu'il n'est plus rouge, on le plonge dans cette eau bouillante, où on le laisse environ trente secondes; quand on le retire de ce bain il est d'un très-blanc mat. On le lave alors à l'eau chaude et on le sèche dans une mouffle ou sur une lampe à alcool, ou mieux encore, on le plonge dans l'alcool pour enlever l'eau. Enfin, on l'essuie dans un linge fin.

Il arrive quelquefois que l'objet présente des taches grises. Dans ce cas, on recommence l'opération.

Une précaution à ne pas négliger, c'est de tenir la pièce qu'on veut blanchir, avec un fil de platine ou d'or, car autrement elle serait certainement tachée.

Si on dore un objet passé au blanc mat, comme ci-dessus dans le bain au prussiate jaune de potasse, chauffé à 40 ou 50° C., on a le beau mat doré, qu'on peut encore rehausser en brunissant quelques parties comme on le

fait avec la dorure au feu. Si on laisse trop longtemps les pièces dans le bain, elles se couvrent d'un dépôt brun ; alors il faut gratte-bosser et recommencer (1).

CHAPITRE VII.

OPÉRATIONS COMPLÉMENTAIRES OU ACCESSOIRES DE LA DORURE ET DE L'ARGENTURE GALVANIQUES.

(Grasse-bossage, brunissage, mise en couleur, épargnes)

§ 1. GRATTE-BOSSAGE, MISE EN COULEUR, BRUNISSAGE.

En sortant du bain, les pièces ont ordinairement une couleur terne désagréable à l'œil. Pour leur donner l'aspect commercial, on les soumet à des opérations particulières que l'on appelle *gratte-bossage*, *mise en couleur et brunissage*.

(1) Nous croyons devoir donner en note, malgré son peu d'analogie avec les procédés galvaniques, un mode de décoration, appelé *peinture par les émaux à froid*, qui, pendant quelque temps, a été appliqué aux mouvements et aux cadrans de montre. Il consiste tout simplement à prendre des couleurs en poudre impalpable, telles que carmin, cinabre, jaune de chrome, orpiment, bleu de Prusse, bleu Guimet, outremer, terre d'ombre, terre de Sienne, céruse, noir d'os, vert de Schweinfurt, etc. On les broie à l'essence de lavande vieille et épaisse : néanmoins, si elle est trop épaisse, on l'éclaircit avec de l'essence fraîche. Les couleurs étant préparées, on commence par faire un fond blanc avec la céruse, préparée ainsi que nous venons de dire, en ayant soin de couvrir seulement les parties du métal qui doivent être occupées par le dessin. Quand ce fond est sec, on peint dessus avec les couleurs convenables, puis, aussitôt que le travail est sec, on le recouvre d'une couche de vernis Dammar, qui imite le fondant, le glacé de l'émail. Cette imitation d'émail produit un très-bel effet. On imite aussi les émaux transparents en se servant de couleurs transparentes, principalement des laques.

1. *Du gratte-bossage.*

Le **gratte-bossage** ou **gratte-boëssage**, consiste à frotter la surface d'un objet, soit pour la nettoyer, soit pour faire disparaître le mat qui la recouvre. Il s'effectue avec une espèce de brosse en fils de laiton très-fins, qui a la forme d'un pinceau et dont la grosseur varie suivant la délicatesse de la pièce (fig. XV).

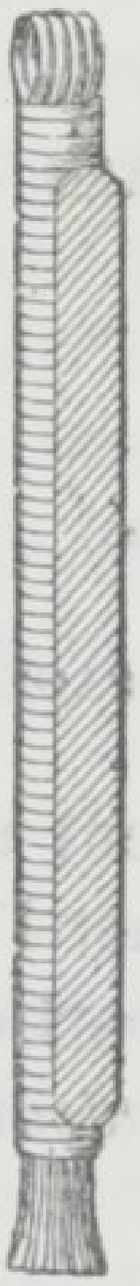


Fig. XV.

Cette brosse se nomme *gratte-bosse* ou *gratte-boëssse*. L'industrie livre tout écrouis les fils qui servent à la fabriquer, mais comme dans cet état ils seraient trop durs et rayeraient les objets, il est indispensable de leur donner un léger recuit, afin de leur faire perdre un peu d'élasticité. Comme il est difficile d'arriver juste au point désirable en les laissant entourés de charbon incandescent pendant deux à trois minutes, voici un moyen facile et qui ne manque jamais : c'est de les placer au milieu d'une bonne poignée de paille à laquelle on met ensuite le feu. Lorsque cette paille est complétement brûlée, on plonge le gratte-bosse dans l'eau froide, et il a juste le recuit convenable. On scie le bout, qu'on lime ensuite bien plan, on le détache plus ou moins en déroulant le gros fil, puis on l'attache à un roseau fendu en deux.

Pour brillanter le grain, on le détache de 12 à 14 millimètres, et pour la dorure d'environ 25 à 28 millimètres. Enfin, on le passe souvent sur une râpe à sucre, pour le démêler, on coupe les fils plus longs que les autres, parce qu'ils feraient des traits.

Le gratte-bossage se fait toujours au sein d'un liquide. Les traités recommandent généralement le vinaigre, mais

son odeur forte peut incommoder les ouvriers. On indique encore une dissolution de crème de tartre ou d'alun, ou même le vin tourné. Le plus souvent, on fait usage d'une décoction de bois de réglisse, de saponaire, de bois de Panama ou de marron d'Inde, dont le but est de former un léger mucilage qui permette au gratte-bosse de frotter plus doucement la pièce.

Le gratte-bosse se manœuvre à la main. Dans les grands ateliers, pour les objets unis, on emploie un gratte-bosse mécanique, dit *tour à gratte-bosser*. C'est une brosse circulaire en fils de laiton, qui est fixée à l'extrémité d'un arbre auquel un moteur quelconque fait exécuter 7 à 800 tours à la minute. Un tube en communication avec un réservoir supérieur y amène constamment le liquide mucilagineux, qui s'écoule, quand il a servi, dans un baquet inférieur.

Pour les objets d'une extrême délicatesse, on remplace les gratte-bosses en fil de laiton par des gratte-bosses en verre filé extrêmement fin.

Le gratte-bossage est, pour certaines pièces, la seule opération qu'on leur fait subir après la dorure ou l'argenture. Aussi, quand il s'agit de pièces de ce genre, ne saurait-on apporter trop de soin à l'effectuer. Il y en a aussi d'autres auxquelles il ne peut être appliqué. Ce sont particulièrement celles dont les dimensions sont extrêmement petites. Dans ce cas, on leur donne le brillant en les agitant avec du son, de la sciure, ou du sable fin, du vinaigre, de l'eau, etc., suivant leur nature, soit dans un sac, soit dans un baquet suspendu au plancher, soit, enfin, dans un tonneau tournant. Ce sont ces opérations que l'on appelle *sassage*, *baquetage*, *passage au tonneau*.

2. *Du brunissage.*

Le **brunissage** consiste à frotter la surface d'un objet

en métal avec un corps dur et poli, nommé *brunissoir*, afin d'en aplanir toutes les aspérités, d'en ramener tous les points dans un même plan, condition indispensable pour que l'objet puisse réfléchir fortement la lumière.

Cette opération a été ainsi appelée parce qu'elle fait en quelque sorte passer du blanc au noir, ou au brun foncé les parties du métal qui lui sont soumises, et les sépare, d'une manière très-prononcée, de celles sur lesquelles elle n'a pas été faite et qui, par conséquent, restent mates.

Il y a des brunissoirs de toute espèce de formes et de dimensions : c'est à l'intelligence de l'ouvrier à discerner ceux qui conviennent le mieux à l'usage qu'il doit en faire. Les uns sont d'acier et les autres de sanguine. Ordinairement, on commence le travail avec des brunissoirs d'acier et on le termine avec des brunissoirs de sanguine.

Les brunissoirs d'acier, pour être bons, doivent être faits avec un acier très-fin et exempt de pailles. Il faut, en outre, qu'ils soient trempés à toute trempe afin d'avoir la plus grande dureté possible, et qu'ils ne présentent aucune partie tranchante capable de couper ou même simplement de rayer. Enfin, il est indispensable qu'ils soient amenés au plus haut degré de poli auquel l'acier puisse parvenir. C'est de cette dernière condition que dépend la beauté du bruni.

Les brunissoirs de sanguine, appelés vulgairement *pierres à dorer*, sont faits avec la substance appelée par les minéralogistes « hématite rouge » et qui n'est autre qu'un minerai de fer d'une nature particulière. Cette substance est beaucoup plus dure que l'acier trempé, et possède la propriété remarquable de donner aux métaux qu'elle brunit infiniment plus d'éclat qu'elle n'en a elle-même.

Le brunissage se fait généralement en deux temps. On *ébauche* avec des brunissoirs, appelés *trancheurs*, qui ont

une arête presque vive, et l'on *finit* avec d'autres brunissoirs, nommés *lisseurs*, qui, au contraire, sont bien arrondis. On promène fortement ces outils sur les parties qu'on veut rendre brillantes, en ayant soin de croiser les coups pour ne pas avoir d'ondulations. De plus, afin qu'ils glissent mieux, on les trempe souvent, soit dans de l'eau de savon, soit dans une décoction de racine de guimauve ou de graine de lin. Toutefois, quand on opère sur une dorure mate, obtenue au moyen d'un dépôt préalable de cuivre, il convient de supprimer tous ces liquides et de mouiller simplement avec la salive ; sans cette précaution, on n'aurait qu'un bruni rougeâtre de mauvais aspect.

On conçoit qu'en agissant sur le métal, les brunissoirs en resserrent les pores, en écrasent les aspérités les plus microscopiques, en font disparaître les traits que les opérations précédentes ont pu y produire, mais, pour qu'ils puissent donner le résultat qu'on en attend, il est indispensable de les tenir avivés. On les maintient dans cet état en les frottant avec force, de temps en temps, et dans le sens longitudinal, sur un morceau de buffle recouvert de potée d'étain.

Quand un objet est bruni, on l'essuie avec un linge fin très-usé. Le papier de soie et la sciure de bois, qu'on emploie quelquefois pour le même but, doivent être rejetés parce qu'ils ont l'inconvénient de rayer la dorure.

Il est des circonstances où il n'est pas possible de faire le brunissage. C'est ce qui arrive, par exemple, quand le métal précieux a été déposé trop vite ou en trop grande quantité. Dans ce cas, on a recours au *polissage* proprement dit, qui consiste à frotter l'objet avec une peau de chamois imbibée d'un mélange d'huile d'olive et d'une poudre à polir. On répète cette opération autant de fois que cela est nécessaire, et, chaque fois, on se sert d'une poudre de plus en plus fine. A la place de

la peau de chamois, on emploie aussi des polissoirs, consistant en une bande de peau de buffle collée sur un morceau de bois, et dont il existe des collections de toutes formes et de toutes dimensions.

Le polissage et le brunissage tendent l'un et l'autre au même but, mais par un chemin différent. En effet, le premier y arrive en usant les aspérités que présente le métal, tandis que le second y parvient en les aplatissant. Le résultat fourni par ce dernier est un peu moins flatteur, mais, par contre, il est d'une plus longue durée.

On a aussi recours au polissage et non au brunissage pour les mouvements de montre, parce que le brunissoir arrondirait les angles qui doivent rester vifs.

Enfin, si, comme cela arrive souvent, on a bruni les pièces avant de les dorer, il ne faut plus les brunir après la dorure, mais simplement les polir avec la peau de chamois et une poudre très-fine afin de leur rendre l'éclat. Cette opération doit être faite aussitôt après la dorure, parce que, si l'on attendait un jour seulement pour passer la peau, on éprouverait les plus grandes difficultés à l'exécuter complétement, attendu que le mat devient rapidement très-adhérent sur les pièces dorées.

3. DE LA MISE EN COULEUR.

1. *Dorure.*

Malgré tous les soins, il est rare que la dorure sorte du bain avec la nuance exacte qu'on veut qu'elle ait. Presque toujours aussi, la surface des objets est salie en divers endroits par des particules de métaux étrangers ou de leurs oxydes. On lui donne la couleur nécessaire et, en même temps, on la nettoie au moyen d'une opération appelée **mise en couleur** ou *passage au mat à bijoux*.

Si la dorure est épaisse, on prend les substances suivantes :

Salpêtre.	40 gram.
Alun.	25 —
Sel de cuisine.	35 —

Après avoir mélangé ces trois sels, on les fait fondre dans leur eau de cristallisation et à une température d'environ 100°. Suspendant alors l'objet doré à un fil de laiton, on le plonge à plusieurs reprises dans ce mélange de manière qu'il en soit bien mouillé, puis on l'introduit dans un fourneau vertical d'une forme particulière.

Ce fourneau se compose de deux cylindres concentriques, l'un en terre cuite à l'extérieur, l'autre en petits barreaux de fer à l'intérieur. C'est dans l'espace annulaire compris entre les deux cylindres que l'on place le combustible, lequel est du charbon de bois et du coke en parties à peu près égales, et l'on réserve le vide central pour recevoir l'objet à mettre en couleur. Cet objet étant donc bien recouvert de la composition ci-dessus, on l'introduit dans le fourneau, en le tenant toujours par le fil de laiton. Sous l'action du feu, les sels se dessèchent d'abord, puis entrent en fusion. A ce moment, on enlève l'objet et on le jette aussitôt dans de l'acide sulfurique très-faible. Le mélange salin qui recouvre la dorure se dissout immédiatement et celle-ci se montre avec une magnifique teinte chaude et uniforme.

Si l'objet à traiter n'est recouvert que d'une mince couche d'or, la composition ci-dessus serait trop active, et pourrait corroder la dorure sur quelques points. Il vaut mieux alors se servir du mélange suivant :

Salpêtre..	250 gram.
Alun..	250 —
Sulfate de zinc.	125 —
Sulfate de fer..	125 —

L'opération qu'on désigne sous le nom de *passage à l'or moulu* consiste à recouvrir la dorure d'une espèce de vernis qui en relève singulièrement le ton. On commence par gratte-bosser avec soin, on brunit même, si l'usage auquel la pièce est destinée le veut ainsi.

Ces préliminaires achevés, on enduit l'objet avec un pinceau d'une bouillie claire composée de salpêtre, de sulfate de fer, de sulfate de zinc, d'alun et d'une matière colorante, en proportions variables suivant la nuance plus ou moins rouge, plus ou moins jaune, qu'il s'agit d'obtenir.

Si la dorure est forte, on la fait revenir, c'est-à-dire qu'on la chauffe sur un feu de charbon de bois très-clair jusqu'à ce que les sels fondus et desséchés, prennent un aspect brunâtre.

Si, au contraire, elle est faible, on se contente d'y laisser séjourner la composition pendant quelques minutes.

Dans les deux cas, au sortir du feu dans le premier, après le contact de la mixtion dans le second, on lave vivement l'objet à l'*eau rouge*, c'est-à-dire dans de l'eau chaude où l'on a délayé une certaine quantité du mélange, puis on le sèche, soit sur le feu, soit dans une étuve. Il ne reste plus alors qu'à faire tomber la couleur en excès qui n'adhère pas, en frappant verticalement et à petits coups avec une brosse à manche munie de longs poils : c'est ce qu'on appelle *décharger*.

Si la nuance n'est pas bonne, si la quantité ou *charge* d'or moulu est trop faible ou n'est pas répartie également, il suffit, pour l'enlever, de passer l'objet dans de l'eau aiguisée par 1/10 d'acide sulfurique, après quoi on recommence l'opération.

En procédant comme nous venons de le dire, on se trouve bien des mélanges suivants :

A. *Or moulu rouge.*

1. Salpêtre. . . . . 75 gram.
Alun. . . . . 75 —
Sulfate de fer. . . . . 30 —
Sulfate de zinc. . . . . 30 —
Ocre rouge ou sanguine. . . . . 60 —

2. Salpêtre. . . . . 30 gram.
Alun. . . . . 30 —
Sulfate de fer. . . . . 4 —
Sulfate de zinc.. . . . . 8 —
Ocre rouge ou sanguine. . . . . 30 —

On broie finement toutes les matières et l'on en forme une bouillie avec du vinaigre d'une force moyenne. On peut y ajouter une infusion alcoolique de safran, de rocou, de sangdragon, etc., pour varier la couleur.

B. *Or moulu jaune.*

Salpêtre. . . . . 20 gram.
Alun. . . . . 50 —
Sulfate de zinc. . . . . 10 —
Sel marin. . . . . 3 —
Ocre rouge.. . . . . 17 —

Dans certaines circonstances, on met en couleur au moyen du *passage en cire.* L'opération ainsi appelée consiste à rehausser la couleur de la dorure en se servant de compositions dont la cire fait partie, et que l'on désigne, d'une manière générale, sous le nom de *cires à dorer*.

On chauffe d'abord l'objet, puis on y applique une couche de la composition qu'on a choisie. On chauffe alors de nouveau jusqu'à ce que la cire prenne feu. Ce résultat obtenu, il n'y a plus qu'à mettre l'objet dans l'essence de térébenthine pour dissoudre la cire, après quoi on le gratte-bosse.

La formule suivante donne une cire rouge d'un bon usage :

Cire jaune.	120 gram.
Vert-de-gris.	30 —
Sulfate de cuivre..	30 —
Alun..	30 —
Ocre rouge.	30 —

Après avoir fait fondre la cire, on y incorpore les autres substances, qui ont été préalablement réduites en poudre fine, et, avec la pâte ainsi obtenue, on forme des bâtons de la longueur et de la grosseur qu'on désire. Pour cirer un objet, il suffit, quand il a été chauffé, de le frotter avec un de ces bâtons.

Le passage en cire peut servir pour l'orfévrerie et la fausse bijouterie, mais non pour l'horlogerie. On conçoit, en effet, qu'il serait à peu près impossible de chauffer les pièces délicates qui constituent le mouvement des montres, sans nuire plus ou moins à leurs qualités : c'est à l'aide des bains qu'on les met en couleur.

Une autre remarque, c'est que la mise en couleur de la dorure galvanique ne peut être faite avec les sels, parce qu'en agissant ainsi on ne produirait aucun résultat. Cela provient de ce que, pour cette dorure, on emploie généralement de l'or à 1000/1000, c'est-à-dire de l'or fin. Cet or est inaltérable au feu, par conséquent il ne s'oxyde pas, et, dès lors, il n'y a point d'oxyde à détruire par les acides des sels.

Le passage dans les dissolutions salines ne peut être utile que pour les dorures fortement alliées au cuivre, ou pour l'or à 750/1000 et au-dessous, puisque ces dissolutions n'ont d'autre objet que de dissoudre les métaux attaquables par elles et de mettre l'or fin à nu à la surface de l'objet.

Le même procédé est encore inapplicable aux mouve-

ments d'horlogerie, parce que, ici, on ne veut point de mat, mais un grainage brillant. D'ailleurs, la dorure galvanique, faite lentement dans un bain riche, présente le mat des pendules à la deuxième ou troisième immersion, si l'on a soin d'aviver chaque fois.

2. *Argenture.*

En parlant de la pratique de l'argenture, nous avons vu que les objets argentés à la pile ne tardent pas à prendre une couleur jaunâtre et nous avons sommairement indiqué par quels moyens on peut leur rendre leur aspect primitif. L'opération que l'on fait pour obtenir ce résultat n'étant autre chose qu'une mise en couleur, il nous semble utile d'y revenir ici, mais avec plus de détails. Nous laisserons parler un de nos plus habiles praticiens, M. Mourey.

« La teinte jaune que prend l'argenture produite par les procédés électro-chimiques, et qui se manifeste déjà quelques jours après qu'ils sont sortis de la dissolution ou du bain, est un défaut tellement capital pour des articles qui devraient, au contraire, conserver le plus longtemps possible la blancheur connue de l'argent pur, qu'on a dû, dès qu'on a pu la constater, en rechercher la cause. A cet égard, les opinions ont été peu partagées, et l'on s'est assez généralement accordé à l'attribuer au cyanure ou sous-cyanure d'argent qui reste à la surface, ou peut-être se trouve entraîné sous cet état avec l'argent précipité par un travail trop rapide ou une décomposition imparfaite. Ce cyanure, décomposé par la lumière solaire, ou seulement exposé à son influence, se colore et donne ainsi à l'argenture ce ton jaunâtre qui en altère la beauté, et ne permet plus de livrer au commerce les pièces ainsi ternies.

« M. Ed. Becquerel, qui s'est occupé avec tant de suc-

cès de recherches sur l'influence que la lumière solaire exerce sur les couleurs, s'exprime ainsi à cet égard dans une lettre qu'il m'a adressée :

« Voici comment je conçois que les pièces argentées par « le procédé électro-chimique changent de couleur quel- « que temps après leur préparation. Lors de la précipi- « tation de l'argent sur les pièces qui servent de pôle « négatif à la pile voltaïque, il se dépose toujours, en « outre de l'argent métallique, un sous-sel du même mé- « tal. Ici, c'est un cyanure d'argent, ou un double cya- « nure de potassium et d'argent. C'est le changement de « couleur de ce sel, soit par une décomposition lente, soit « par l'influence de la lumière, qui altère la blancheur « de l'argent. »

« Ce défaut, comme on voit, était très-grave, et à tel point qu'il menaçait à lui seul d'entraîner la chute d'une industrie naissante et pleine d'avenir, et de reléguer une des plus ingénieuses applications modernes au nombre des procédés inutiles dans la pratique des arts.

« Il s'agissait d'y trouver un remède efficace et assez simple pour devenir usuel dans les ateliers, et surtout propre à prévenir, pendant un temps prolongé, le retour de cette coloration en jaune qui altère les pièces. C'est la découverte de ce moyen qui a donné lieu à quelques recherches que nous rappellerons en quelques mots.

« M. Elkington, un des inventeurs de la dorure électro-chimique, a, le premier, cherché à prévenir ce jaunissement des pièces argentées au moyen du cyanure de potassium. On conçoit, en effet, que ce sel, jouissant de la propriété de dissoudre le cyanure d'argent, qui est la cause de ce changement de couleur, devait, en rendant celui-ci soluble, permettre ensuite de l'enlever, soit par des lavages, soit par l'application de la chaleur. Mais ce moyen s'est trouvé imparfait, car tout le cyanure d'argent ne se trouve pas ainsi enlevé, ou du moins ne pa-

rait attaqué qu'à la surface de la pièce; au bout de peu de temps, celui qui se trouvait encore emprisonné, comme il est présumable, entre les molécules de l'argent précipité, repousse et par conséquent produit le même défaut, c'est-à-dire que les pièces recommencent à jaunir au bout de peu de temps.

« J'ai cherché, de mon côté, si on ne pourrait pas appliquer, dans ce cas, ce qu'on nomme en orfèvrerie les *eaux de couleurs;* mais les pièces ainsi traitées en sont sorties toutes ternies ou altérées.

« On a cherché aussi, pour le même usage, à employer les chlorures et autres dissolvants; mais ces moyens n'ont réussi que très-imparfaitement par les motifs allégués ci-dessus, et l'expérience a démontré qu'il était impossible de rappeler ainsi l'argent à une blancheur permanente, et de lui donner un beau mat.

« L'application d'une température élevée, soit seule, soit combinée avec les moyens précédents, a fourni des résultats un peu meilleurs. On conçoit, en effet, que cette élévation de température, en détruisant le cyanure d'argent qui produit le jaunissement de l'argent, doit volatiliser aussi ou décomposer le cyanogène, et que, dans cette opération, il ne doit plus rester sur la pièce que de l'argent pur, dont la couleur ne peut changer qu'avec le temps, et sous l'influence de l'hydrogène sulfuré qui se trouve toujours en petite proportion dans l'atmosphère des lieux habités.

« Cette application d'une chaleur élevée, indépendamment de ce qu'elle ne communique pas un beau blanc mat, présente encore un inconvénient auquel on a fait jusqu'à présent peu d'attention, mais qui n'en est pas moins réel. Cet inconvénient consiste en ce que, dans les pièces argentées, lorsque la chaleur a été trop élevée, mal ménagée ou trop soutenue, il s'opère une désunion entre le cuivre et la couche mince d'argent qui le recouvre en

certains points où les métaux n'avaient probablement pas contracté entre eux une adhérence suffisamment intime ; ce qui fait que les pièces chauffées ainsi présentent des soufflures qui détériorent la pureté de leurs formes, altèrent leurs profils et leur nuisent beaucoup comme objets d'art.

« Frappé de l'impuissance que présentent les dissolvants, les eaux de couleurs ou la chaleur seule ou combinée, pour rendre aux objets argentés par voie électrochimique la blancheur et le beau mat de l'argent pur, j'ai fait de nouveaux essais dans une autre direction, et j'ai réussi à découvrir un autre procédé dont j'ai fait part à quelques chimistes et à des fabricants, et que je crois, à cause du succès constant qu'il procure, devoir rendre public.

« Pour opérer, je fais dissoudre, au moyen de la chaleur, du borax dans de l'eau, de manière à en former une bouillie claire. C'est dans cette bouillie que je plonge les pièces à blanchir, qui en sortent ainsi couvertes d'une couche de borax. Dans cet état, je les soumets à l'action d'une température suffisamment élevée pour calciner ce borax. Cette haute température s'applique en recouvrant les pièces de charbons ardents, ou, pour celles qui sont de petites dimensions, à l'aide du chalumeau aérhydrique de M. de Richemond, ou enfin ce qui est mieux, surtout pour les grosses pièces, ou les pièces très-délicates, dans une moufle, qui donne des résultats plus prompts et plus sûrs.

« L'expérience m'a appris que cette température ne doit pas dépasser le rouge cerise. Quand on la pousse au-delà, les pièces s'altèrent et deviennent comme moirées à la surface.

« Les pièces ayant été ainsi soumises à la chaleur rouge cerise, on les laisse refroidir, puis on les soumet à un dérochage en les plongeant dans une eau aiguisée d'acide

sulfurique. Quand elles sont bien décapées, on les termine et les sèche par un tour de main qui n'est pas sans influence sur les résultats. En cet état, elles apparaissent d'une blancheur parfaite, et ont le beau mat de l'argent pur.

« Ce procédé paraît devoir être d'autant plus utile, qu'il s'applique même aux objets qui ne sortent pas blancs du bain où ils ont été soumis à l'action du courant électrique. Le borax combiné avec la chaleur, les fait revenir d'un blanc aussi beau que les autres, sans aucune nouvelle manipulation.

« Enfin, j'ajouterai que ce procédé pour passer au mat, s'applique aussi parfaitement à la dorure obtenue par voie électro-chimique. Il purge l'or précipité, des sels qu'il aurait entraînés ou qui ont pu se déposer à sa surface, lesquels, au bout de peu de temps, foncent sa couleur, ou y produisent une sorte de voile ou de nuage qui nuit beaucoup à l'apparence extérieure des objets. »

§ 2. DES ÉPARGNES OU RÉSERVES.

Les **épargnes** ou **réserves** sont des compositions qui servent à garantir les parties d'un objet sur lesquelles on ne veut pas que le métal du bain se dépose. Il en existe de solides et de liquides.

1° *Épargnes solides.*

Les *épargnes solides* sont principalement en usage dans l'horlogerie. On les emploie à recouvrir les pignons d'acier quand on veut dorer les roues, parce que des épargnes liquides ne résisteraient pas au frottement de la brosse dans l'opération du grainage à la poudre d'argent. On en fait également usage, et, dans ce cas, en orfèvrerie aussi bien qu'en horlogerie, lorsqu'il faut remplir par les

procédés électro-chimiques, une gravure ou un trait profond produit par accident ou maladresse avec une lime ou un burin. On les étend alors sur la pièce de manière à ne laisser à découvert que la partie sur laquelle doit s'appliquer le métal destiné à boucher la gravure ou le trait.

Voici la formule de trois épargnes solides d'un excellent usage :

1. Résine colophane.. . . . . 2 parties.
   Cire jaune. . . . . 1 —
   Oxyde rouge de fer. . . . . 1 —

2. Vernis copal très-siccatif. . . . . 9 parties.
   Noir de fumée ou noir léger. . . . . 4 —

3. Résine colophane. . . . . 3 parties.
   Cire jaune. . . . . 1 —
   Oxyde rouge de fer. . . . . 1 —
   Bétuline.. . . . . 2 ou 3 —

La bétuline est, d'après les chimistes, la seule résine qui soit complétement insoluble. On l'obtient en prenant l'écorce extérieure du bouleau blanc, la faisant bouillir dans l'eau, pendant quatre heures, après l'avoir coupée par petits morceaux, puis la séchant pour la reprendre par l'alcool. On la fait ensuite bouillir dans une cornue ou un matras muni d'un long tube recourbé. Ce tube passe dans l'eau froide afin de condenser les vapeurs et l'on reçoit dans un flacon l'alcool qui distille pendant l'opération. Au bout d'une heure d'ébullition, on prend l'écorce et l'alcool qui restent au fond du matras, et on jette le tout sur un filtre. Enfin, on laisse cristalliser la bétuline dans le liquide qui a passé à travers le filtre, et l'on décante l'alcool.

2° *Épargnes liquides.*

Les *épargnes liquides* sont d'une application beaucoup plus générale que les précédentes. Elles donnent le moyen de produire, sur une même pièce, des dorures de différentes couleurs et d'appliquer l'or, l'argent et le platine à volonté et sur des points déterminés, à l'état mat ou à l'état brillant, de manière à former des dessins de damasquinerie et de charmantes mosaïques.

Quand on veut avoir plusieurs couleurs d'or sur un objet, ou bien des parties dorées et d'autres argentées, on commence par le dorer en entier. Ensuite, avec un pinceau, on recouvre d'épargne les points qui doivent rester dorés, et, lorsque cette composition est bien sèche, on porte l'objet au bain d'argent. Ce métal ne s'applique que sur les endroits découverts. L'argenture terminée, on dissout l'épargne dans la benzine chaude, et on l'enlève en frottant avec une brosse douce trempée dans l'eau de savon. On peut l'enlever également, sans la dissoudre, au moyen du gratte-bosse.

On a imaginé un très-grand nombre de formules pour faire les épargnes liquides. Nous n'en donnerons qu'une qui est très-facile à préparer et réussit dans tous les cas, car elle résiste même au bain d'or bouillant. Pour l'obtenir, il suffit de fondre de la résine copal dans un poids égal d'huile de lin cuite, et l'on colore le mélange avec du jaune de chrome ou de la céruse. Quand on est pressé, on peut sans inconvénient faire sécher à l'étuve les objets qui en sont recouverts.

Dans la dorure des bronzes, on épargne les dessous et toutes les parties où la dorure est inutile, mais, dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'enlever la préparation lorsque la pièce est terminée.

3° *Dorure de l'intérieur des vases.*

Les épargnes sont d'une grande utilité quand on veut dorer simplement l'intérieur d'un vase, comme cela est si fréquent dans l'orfèvrerie religieuse. Elsner est cependant parvenu au même résultat sans recourir à ces compositions :

« Je prends, dit-il, un morceau de vessie, j'en forme un sac dans lequel je suspends un morceau de zinc soudé à un fil de platine, de maillechort ou de cuivre, assez long pour former plusieurs tours sur la face extérieure du vase dont on veut dorer l'intérieur. Je mets dans ce sac une solution concentrée de sel marin, qui doit recouvrir le zinc de quelques millimètres. Après avoir versé le liquide aurifère dans le vase, je suspends le diaphragme en vessie dans le liquide, ayant soin qu'il soit distant de quelques millimètres des parois du vase. J'enroule alors le fil voltaïque qui sort du diaphragme, et je forme plusieurs révolutions sur le bord extérieur du vase. Toutes ces dispositions faites, et après quelques minutes d'immersion du diaphragme dans le vase, on le retire, on ôte le bain d'or du vase, et on le lave bien avec l'eau froide. Dès la première immersion, il se forme une couche d'or, et l'on n'aura qu'à la polir soigneusement avec la pâte de crème de tartre pour lui faire prendre une belle couleur jaune foncée. En répétant à différentes reprises l'immersion du diaphragme dans la solution d'or, on arrive à dorer l'intérieur du vase sans avoir besoin de recourir à aucun appareil; on termine en polissant la dorure, et on obtient le même degré de poli et la même couleur qu'avec la dorure au mercure. Si on laissait trop longtemps le diaphragme dans le bain d'or, la dorure présenterait un aspect d'un jaune-brun sale; mais on fait revenir la couleur jaune d'or pur, en polissant immédiatement avec la crème de tartre. »

A propos de la dorure de l'intérieur des vases, Elsner recommande de ne laisser aucune bulle d'air entre les parois de ce vase et le bain. On remplit cette indication en mouillant le vase avec de l'alcool avant d'y introduire le bain.

§ 3. DU DÉDORAGE ET DU DÉSARGENTAGE.

Quand une pièce a été manquée, avant de recommencer le travail, il est nécessaire de la débarrasser de l'or ou de l'argent déjà déposé. On effectue aussi la même opération sur les pièces détériorées qu'on veut redorer ou réargenter, et sur celles qui, se trouvant hors de service, ne sont plus bonnes qu'à être envoyées à la refonte.

Pour dédorer ou désargenter, on soumet généralement les objets à des liqueurs dissolvantes qui, en langage d'atelier, portent le nom de *dédrogues*.

1° *Dédorage.*

Pour effectuer le dédorage, on procède d'une manière différente suivant la nature du métal sur lequel l'or a été déposé, et, dans certains cas, suivant que l'on veut détruire ou conserver les objets.

Si les pièces sont d'acier ou de fer, on les suspend au pôle positif d'une pile, dans une dissolution composée de :

Cyanure de potassium.	10 parties.
Eau.	1 —

Ainsi traités, le fer et l'acier ne sont pas attaqués, tandis que l'or, l'argent et le cuivre se dissolvent facilement.

Si les objets sont d'argent, on les chauffe au rouge cerise, puis on les jette, encore incandescents, dans un mélange de :

Acide sulfurique.	20 parties.
Sel marin.	4 —
Salpêtre.	2 —

L'or ne tarde pas à se détacher sous forme de petites paillettes et à tomber au fond du vase, et l'on recommence l'opération autant de fois que cela est nécessaire pour qu'il disparaisse entièrement.

Pour dédorer des pièces de cuivre, de laiton, de bronze, de maillechort et autres métaux du même genre, si elles sont de petites dimensions, on se contente de les passer dans un bain formé ainsi qu'il suit :

Acide sulfurique concentré.	10 parties.
Acide chlorhydrique.	2 —
Acide nitrique.	1 —

Ordinairement, on met d'abord les objets daus l'acide sulfurique, et l'on ajoute les deux autres acides ensemble à mesure que l'opération s'effectue. D'après M. Roseleur, on peut remplacer l'acide nitrique par du salpêtre et l'acide chlorhydrique par du sel de cuisine; seulement, pour que les sels puissent se dissoudre plus facilement, ils ne doivent être mis dans l'acide qu'à l'état de poudre fine, et il ne faut pas oublier de remuer avec une baguette de verre.

On peut aussi suspendre les objets au pôle positif d'une pile, dans un bain d'acide sulfurique fumant, mais on réserve généralement cette manière d'opérer à ceux de grandes dimensions, tels que les lustres, les pendules, etc.

Jusqu'à présent, nous avons supposé qu'on ne veut pas altérer la forme des pièces à dédorer. Quand on peut les sacrifier, il suffit, surtout si elles sont d'argent, de cuivre ou de quelque alliage de ce dernier, de les plonger dans un bain d'acide nitrique tout à fait pur. Au bout d'un temps plus ou moins long, l'acide dissout entièrement les métaux qui constituent le corps de l'ob-

jet, tandis qu'il respecte l'or, et celui-ci se précipite au fond du vase sous forme de poudre noire, ou bien se rassemble à la surface à l'état de feuilles minces. Il ne reste plus alors qu'à ajouter à la liqueur une certaine quantité d'eau distillée et à filtrer le tout. L'or reste sur le filtre, et la dissolution des autres métaux passe et tombe dans un récipient placé au-dessous.

2° *Désargentage.*

Le désargentage se fait à froid ou à chaud. Les ouvriers donnent le nom d'*eau de reine* au liquide qu'ils emploient, parce qu'il dissout l'argent, par opposition à l'eau régale qui dissout l'or, le roi des métaux des anciens alchimistes.

Pour désargenter à froid, on suspend l'objet préalablement bien desséché, dans un mélange de :

Acide sulfurique.	10 parties.
Acide nitrique..	1 —

Cette liqueur dissout admirablement l'argent, mais il faut éviter d'y introduire de l'eau, parce qu'elle aurait alors l'inconvénient d'attaquer le cuivre et ses alliages. A mesure qu'elle s'épuise par l'usage, on la remonte en y ajoutant, peu à peu, une faible quantité d'acide nitrique.

Pour désargenter à chaud, on remplit une capsule en porcelaine d'acide sulfurique concentré et l'on active le feu. Quand le liquide est presque bouillant, on y jette quelques pincées de salpêtre en poudre, puis on y place la pièce à traiter. A mesure qu'il perd de sa force, on le remonte en y ajoutant des pincées de salpêtre. Comme la précédente, cette dédrogue n'attaque pâs sensiblement le cuivre et ses alliages.

On désargente aussi à chaud avec un mélange de :

Acide sulfurique.	6 parties.
Acide nitrique.	1

que l'on fait chauffer au bain-marie à la température de 70°. « Dans un bain neuf de ce genre, dit M. H. Bouilhet, le cuivre est tellement bien préservé par la présence de l'acide sulfurique, que nous avons pu employer ce procédé pour déterminer la quantité d'argent dont une pièce est recouverte. Nous avons, en outre, reconnu, ajoute cet expérimentateur, que, pour que l'opération se fît dans de bonnes conditions, 1 litre de liquide ne devait pas absorber plus de 25 grammes d'argent ; passé cette limite, le cuivre est attaqué légèrement. De même, nous avons constaté que, si l'on désargente une plaque de cuivre de 1 décimètre carré sur laquelle on a déposé une couche de cuivre de 5 milligrammes entre deux couches d'argent de 3 grammes, la couche de cuivre interposée préserve complétement la couche d'argent sous-jacente. »

On peut encore désargenter en suspendant les objets au pôle positif de la pile, dans la dédrogue; mais alors, si l'objet est de cuivre ou d'un de ses alliages, il faut surveiller avec soin l'opération, parce que, pour peu que l'immersion fût trop prolongée, le métal commun serait dissous. Suivant M. Roseleur, ce procédé convient surtout pour le fer, la fonte, le zinc et le plomb, en employant un bain de cyanure.

§ 4. TRAITEMENT DES VIEUX BAINS.

Les bains usés, gâtés ou hors d'usage pour une cause quelconque, contiennent une quantité plus ou moins considérable d'or ou d'argent, qu'il faut savoir extraire pour les faire servir de nouveau à la préparation de nouvelles liqueurs.

1° *Anciens procédés.*

En évaporant les vieux bains jusqu'à siccité, on a pour résidu des sels d'or et de potasse. Calcinant alors ces sels

sans ajouter de fondants, on voit l'or se séparer et se rassembler en culot au fond du creuset.

Ce procédé est le meilleur de tous, mais il a l'inconvénient d'exiger beaucoup de temps à cause de la nécessité où l'on est d'évaporer une grande masse de liquide. En voici un autre qui permet d'agir plus rapidement.

On décompose le cyanure de potassium par l'acide chlorhydrique ou par l'acide sulfurique, et l'or se précipite au fond du vase. Prenant ensuite des lames de fer ou de zinc bien décapées, on les introduit dans la liqueur et on les y laisse pendant quelques jours afin de précipiter les dernières traces d'or, qu'on enlève avec un grattoir et qu'on fond au borax.

2° *Procédés Elsner.*

« J'ai, dit Elsner, entrepris une série de recherches sur l'extraction de l'or et de l'argent des bains épuisés. Je m'empresse d'en communiquer les résultats au public ; mais avant de procéder à cette communication, je crois qu'il est nécessaire de rappeler préalablement les résultats des expériences sur lesquelles sont basées les méthodes plus loin pour extraire tant l'argent que l'or des vieux bains au cyanure de potassium.

« 1° Si l'on ajoute à une solution d'argent dans le cyanure de potassium de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la liqueur colore en rouge du papier bleu de tournesol, on obtient un précipité blanc de chlorure d'argent ou argent corné qui, soumis à la chaleur, se fond en une masse jaunâtre. Si c'était un cyanure d'argent, l'application de la chaleur rouge laisserait du régule d'argent. L'addition de l'acide chlorhydrique précipite tout l'argent présent dans la liqueur sous la forme de chlorure d'argent.

« 2° Si l'on évapore à siccité une dissolution d'argent

dans du cyanure de potassium, et qu'on chauffe le résidu au rouge jusqu'à ce que la masse soit à l'état de fusion tranquille, état sous lequel elle prend une couleur brune, il reste, quand on lave la masse obtenue avec de l'eau, de l'argent métallique poreux et pulvérulent; la liqueur qui a filtré renferme encore un peu d'argent en dissolution, car l'acide chlorhydrique y produit encore un précipité de chlorure d'argent. En évaporant et calcinant une dissolution d'or dans du cyanure de potassium, le résultat est le même, puisqu'on obtient de l'or métallique; mais alors le gaz sulfhydrique donne, dans les eaux de lavage aiguisées avec de l'acide chlorhydrique, un précipité brun (sulfure d'or), et le sel d'étain un précipité violet (pourpre de Cassius); preuve que ces liqueurs renferment encore un peu d'or en dissolution.

« 3° Si l'on verse sur de l'argent métallique très-divisé, par exemple, de l'argent en feuille ou de l'argent poreux précipité par le zinc de solutions d'argent, une dissolution assez concentrée de cyanure de potassium et à la température ordinaire en agitant fréquemment, la liqueur, au bout d'un certain temps, renferme de l'argent en dissolution, puisque, à l'aide de l'acide chlorhydrique, on y produit un précipité abondant de chlorure d'argent. Cette expérience explique pourquoi, dans les eaux de lavage des combinaisons d'or ou d'argent avec le cyanure de potassium, on peut démontrer encore la présence de l'or et de l'argent; c'est que ces eaux renferment encore du cyanure de potassium, et que c'est un fait reconnu depuis longtemps, que l'or est dissous par les solutions de cyanure de potassium.

« 4° Quand on ajoute à une solution de cyanure de cuivre et de cyanure de potassium, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique ordinaire, jusqu'à ce que la liqueur ait une réaction acide, il en résulte un précipité blanc rougeâtre qui est un cyanure de cuivre anhydre; si

on lave bien ce précipité et qu'on le fasse bouillir avec une lessive de potasse, il s'en sépare un protoxyde de cuivre d'un beau rouge, et si, à la liqueur alcaline filtrée, on ajoute une dissolution de couperose verte, on obtient un précipité d'un bleu sale. La solution de carbonate de soude fournit des résultats absolument identiques, et la couperose y donne de même un précipité bleu sale. Si l'on dissout le précipité blanc rougeâtre dans de l'acide azotique pur, alors la solution d'azotate d'argent produit dans la liqueur acide un précipité blanc abondant ; et si l'on fait sécher et calciner ce dernier, la calcination donne de l'argent métallique ou réduit ; preuve que ce précipité est du cyanure d'argent.

« Le précipité blanc rougeâtre est soluble dans un excès d'acide chlorhydrique, d'acide azotique et d'eau régale ; il l'est aussi dans l'ammoniaque caustique et dans la dissolution de cyanure de potassium.

« 5° Si l'on verse de l'acide chlorhydrique dans une solution bien pure d'or, dans du cyanure de potassium, il se forme avec lenteur à la température ordinaire, et immédiatement quand on chauffe, un précipité jaune qui est un cyanure d'or ; la liqueur filtrée, qui a donné ce précipité, contient encore un peu d'or en dissolution. En évaporant à siccité, calcinant et filtrant de nouveau, il reste sur le filtre l'or qui était encore en dissolution.

« Lorsqu'une dissolution d'argent dans du cyanure de potassium, préparée pour argenter galvaniquement des objets en bronze ou en laiton, a été employée pendant un certain temps à cet objet, alors le précipité qu'y produit l'acide chlorhydrique n'est plus blanc pur, mais rougeâtre, à cause du cyanure de cuivre blanc rougeâtre qui se précipite simultanément, car on sait que les liqueurs pour l'argenture qui ont servi pendant quelque temps, renferment du cuivre en dissolution. La même chose a lieu avec les dissolutions pour la dorure, dans

lesquelles on a doré pendant longtemps des objets en argent et en cuivre (bronze, laiton), c'est-à-dire qu'alors le bain renferme, au bout d'un certain temps de service, non-seulement de l'or, mais encore de l'argent et du cuivre. Ce cas se présente surtout lorsqu'on dore des objets en argent renfermant du cuivre, c'est-à-dire des alliages d'argent dans le bain de dorure ; alors le précipité de cyanure d'or produit par l'acide chlorhydrique ne possède pas la couleur jaune pur du cyanure d'or : ainsi, par exemple, il m'est arrivé d'observer un précipité de ce genre, qui, au lieu d'être jaune, était vert, et, en effet, on avait introduit et doré dans le bain des objets en fer, et le précipité contenait, indépendamment du cyanure d'or, du bleu de Prusse, ainsi que l'a démontré un examen qui a consisté à faire bouillir ce précipité vert dans de l'eau régale, à séparer par le filtre un résidu vert sale, à évaporer la liqueur filtrée à siccité, à dissoudre dans de l'eau aiguisée d'un peu d'acide chlorhydrique; alors, le sulfate de fer a donné, dans cette nouvelle solution, un précipité brun, et le sel d'étain un précipité brun rougeâtre. En traitant par l'eau régale, le cyanure d'or a donc été décomposé et transformé en chlorure d'or.

« C'est en se fondant sur les faits qui précèdent qu'on peut présenter plusieurs méthodes pour recueillir tant l'argent que l'or des vieux bains au cyanure de potassium. On peut procéder par deux voies différentes; l'extraction desdits métaux précieux peut s'opérer soit par la voie humide soit par la voie sèche.

1. *Extraction de l'argent.*

A. Extraction par la voie humide.

« On ajoute au bain de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la liqueur rougisse fortement le papier bleu de

tournesol ; le précipité de chlorure d'argent qu'on obtient ainsi aura très-vraisemblablement, comme on en a fait l'observation ci-dessus, une couleur blanc rougeâtre, à cause du cyanure de cuivre qui se précipitera simultanément lorsque le bain aura servi longtemps à argenter des objets contenant du cuivre. Dans cette précipitation par l'acide chlorhydrique, il se dégagera de l'acide cyanhydrique, et par conséquent, l'opération ne devra se faire que dans un local où existera une bonne ventilation, ou mieux, en plein air. Si le précipité était assez fortement coloré en rougeâtre, il faudrait le traiter à chaud par l'acide chlorhydrique, qui dissoudrait le cyanure de cuivre. Le chlorure d'argent ayant été lavé avec de l'eau, on le fait sécher, puis on le met en fusion avec de la potasse dans un creuset de Hesse vernissé à l'intérieur et avec du borax à la manière ordinaire pour obtenir de l'argent métallique.

« Cette méthode, très-simple dans son application, est en même temps très-économique, attendu qu'à l'aide de l'acide chlorhydrique, tout l'argent renfermé dans le bain de cyanure de potassium est précipité et qu'il n'en reste plus de traces dans la liqueur. Seulement, la quantité assez notable d'acide cyanhydrique qui se dégage est une circonstance fâcheuse qu'il faut prendre en sérieuse considération quand on traite de grandes masses de liqueurs argentifères, en ayant bien soin que les vapeurs délétères de cet acide puissent s'échapper immédiatement et sans danger pour la santé des ouvriers ; mais une fois qu'on aura pris à cet égard les précautions conseillées par la prudence, la méthode en question pourra être considérée comme parfaitement pratique. Je recommande aussi de verser les liqueurs dans des vases suffisamment spacieux, attendu que, par l'addition de l'acide, elles s'élèvent ordinairement beaucoup en écumes.

B. Extraction par la voie sèche.

« Le bain de cyanure de potassium est évaporé à sic- - cité, le résidu porté au rouge est fondu, et la masse re- - froidie est lavée par décantation. Le résidu est de l'ar- - gent métallique et poreux. Il reste encore dans les eaux x de lavage de l'argent, qu'on peut précipiter par l'acide chlorhydrique.

2. *Extraction de l'or.*

A. Extraction par la voie humide.

« Un bain d'or au cyanure de potassium, qui a servi i longtemps à dorer des objets d'argent alliés de cuivre, peut renfermer encore, ainsi qu'on en a fait la remar- - que précédemment, et indépendamment de l'or, de l'ar- - gent et du cuivre, et parfois même du fer. Pour obte- - nir ces métaux, il faut opérer de la manière suivante : la liqueur, de même que pour les bains d'argent, est aci- - dulée avec de l'acide chlorhydrique; auquel cas il se produit, comme ci-dessus, un dégagement d'acide cyan- - hydrique qui exige qu'on opère au sein d'une bonne ven- - tilation. Cette addition d'acide chlorhydrique détermine un précipité qui peut, suivant les circonstances, consis- - ter en cyanure d'or, cyanure de cuivre et chlorure d'ar- - gent. Ce précipité, lavé et séché, est bouilli avec de l'eau régale qui dissout l'or et le cuivre sous forme de chlo- - rures métalliques, et laisse intact le chlorure d'argent. La solution renfermant l'or et le cuivre est évaporée presque à siccité pour en chasser l'excès d'acide; le ré- - sidu est étendu d'une petite quantité d'eau, et l'or préci- - pité sous la forme d'une poudre brune par une dissolu- - tion de sulfate de fer. On réduit le chlorure d'argent à l'état métallique par les moyens connus. La liqueur de laquelle on a précipité, par l'acide chlorhydrique, les

combinaisons métalliques en question, pouvant encore renfermer un peu d'or, je renvoie pour son traitement à l'expérience n° 5 ci-dessus.

« Cette méthode se distingue également par sa grande simplicité dans les applications, et l'on peut répéter pour elle tout ce qui a été dit précédemment de l'extraction de l'argent par la voie humide.

B. Extraction de l'or par la voie sèche.

« Le bain de cyanure de potassium qui renferme de l'or, de l'argent et du cuivre, est évaporé à siccité; le résidu, mis en fusion à la chaleur rouge, lavé par lixiviation (les eaux de lavage renferment encore un peu d'or et d'argent, et ce cas se présentera d'autant plus fréquemment que les bains d'or ou d'argent renfermeront un plus grand excès de cyanure de potassium). Le résidu après les lavages, consiste en or et argent métalliques poreux et cuivre carburé résultant de la décomposition par le feu du cyanure de cuivre. Ce résidu métallique est traité à chaud par l'eau régale, et il se forme du chlorure d'argent insoluble et des chlorures d'or et de cuivre en dissolution. Pour obtenir ces métaux à l'état de régule, on opère ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

« Si l'on opère d'après les procédés du professeur Boettger, c'est-à-dire si on fait fondre le résidu desséché avec un volume égal de litharge dans un creuset couvert, le régule qu'on obtiendra dans la supposition en question consistera en or, argent et plomb. En traitant cet alliage par de l'acide azotique pur, du poids spécifique de 1.2 et à chaud, l'or restera sous la forme d'une poudre brune, tandis que le plomb et l'argent se dissoudront dans l'acide. Cette dissolution ayant été étendue d'eau distillée ou de pluie, on y séparera par précipitation l'argent du plomb à l'aide de l'acide chlorhydrique.

« Les méthodes pour extraire par la voie sèche, tant l'argent que l'or, des vieux bains au cyanure de potassium, présentent cet avantage, que l'opérateur pendant le travail ne peut être incommodé par le dégagement des vapeurs d'acide cyanhydrique qui, dans ces opérations, ne se développent pas, ainsi que nous l'avons vu dans les procédés pour l'extraction desdits métaux par la voie humide.

« D'après les expériences rapportées dans cette note, les personnes que ce sujet intéresse pourront choisir celle de ces méthodes qui, dans les circonstances où elles se trouveront placées, leur paraîtra le plus propre à parvenir à leur but. »

3° *Procédé* R. Boettger.

« Pour extraire des bains de dorure préparés au cyanure de potassium jusqu'aux moindres traces de l'or qu'ils renferment encore, on procède ainsi qu'il suit : on évapore la liqueur à feu nu jusqu'à siccité ; on réduit en poudre fine le résidu salin sec, et on le mélange avec un volume égal de litharge aussi pulvérisée; on verse le mélange dans un creuset de Hesse qu'on couvre avec une tuile bien ajustée et l'on chauffe, dans un fourneau alimenté à la houille, jusqu'au rouge intense. Après un refroidissement complet, on brise le creuset, on sépare avec un marteau la masse métallique (alliage d'or et de plomb), qui consiste en culots distincts de la masse salée qui l'environne, et se compose en grande partie de cyanure de potassium, et l'on traite à chaud par de l'acide azotique du poids spécifique de 1.2 (24° Baumé). Cet acide dissout le plomb, tandis que tout l'or reste non dissous sous la forme d'une masse spongieuse brun jaunâtre. »

4° *Procédé* Bolley.

« On sait que le cyanure d'or dissous dans un excès de cyanure de potassium résiste à tous les moyens qu'on a essayés pour le séparer, et que l'acide sulfhydrique, par exemple, ne produit aucun précipité. Par la voie humide, on ne parvient jamais à précipiter complétement l'or, et c'est pour cela que MM. Boettger, Hessenberg, Elsner et autres, ont proposé d'évaporer la liqueur, de mélanger le résidu sec avec son poids de litharge, de fondre à une forte chaleur rouge, puis de dissoudre le plomb de ce culot dans l'acide azotique étendu et bouillant, ce qui donne l'or sous la forme d'une éponge légère.

« M. Wimmer a proposé plus récemment de faire évaporer la masse au bain-marie, de la mélanger avec une fois et demie son poids de salpêtre, et de l'introduire par portions dans un creuset de Hesse porté au rouge pour la faire détoner, et de continuer ainsi jusqu'à ce que la masse entière soit arrivée à un état de fusion tranquille.

« Le premier procédé ne donne lieu à aucune objection, si ce n'est la difficulté d'un feu violent et l'emploi de l'acide azotique. Le second est, au contraire, d'une exécution désagréable et peu sûre. On sait, en effet, que le salpêtre ne détone jamais avec plus de violence qu'avec le cyanure de potassium, et, malgré que l'inventeur de ce procédé conseille de ne charger que de faibles portions à la fois, les détonations sont si vives qu'elles ne peuvent avoir lieu sans perte de matière.

« Voici un procédé applicable en petit, qu'on peut pratiquer sur une lampe à esprit-de-vin et dans un creuset de platine.

« On mélange la masse saline provenant de l'évaporation avec son poids de sel ammoniac, et l'on chauffe dou-

cement. Les sels ammoniacaux décomposent, comme on sait, les cyanures métalliques, en formant du cyanure d'ammonium qui, en se décomposant, se volatilise, tandis que l'acide du sel ammoniacal, ou le corps qui salifie l'ammonium, se combine avec les métaux passés à l'état d'oxydes qui étaient unis au cyanogène. Le sel ammoniac forme donc, dans ce cas, du chlorure de potassium, du chlorure de fer (quand on a employé un cyanoferrure) et du chlorure d'or. Ce dernier chlorure se décompose aisément en abandonnant de l'or métallique, le second en partie seulement en laissant de l'oxyde de fer en belles paillettes cristallines. Le chlorure de fer non décomposé, ainsi que le chlorure de potassium, peuvent, après que la décomposition est terminée, décomposition qui n'exige qu'une faible chaleur rouge, être enlevés par l'eau, en laissant l'or sous la forme d'une masse cohérente, mais légère, et le fer en paillettes fines, qu'on peut séparer mécaniquement.

« Si l'on craint qu'il ne reste un peu d'or sous forme pulvérulente avec le fer, on peut dissoudre dans l'eau régale (l'oxyde de fer calciné résistant longtemps aux simples acides) et précipiter l'or par le sulfate de fer. Dans la plupart des cas, ce mode d'élimination sera superflu, et je me suis assuré par l'évaporation de volumes donnés d'une même solution d'or, l'évaporation et la calcination avec le sel ammoniac, et autres opérations, qu'on pouvait ainsi doser et recueillir assez exactement tout l'or de ces solutions.

« Le même procédé s'applique aux bains d'argent, et indépendamment de l'oxyde de fer (du cyanoferrure), on obtient un chlorure d'argent qui se dissout aisément dans l'ammoniaque, et dont on extrait par l'acide azotique de l'argent métallique, mais en petite quantité, et parfois même pas du tout. Bien entendu que le résidu, après la calcination, est traité à la manière ordinaire

pour en extraire l'argent ; mais, quoique la décomposition des bains d'argent pour en extraire le métal par la voie humide, par exemple, par l'acide sulfurique, soit chose possible, cependant ce procédé doit être rarement mis en pratique.

« Enfin, j'appellerai sur ce point l'attention des industriels qui s'occupent de dorure, d'argenture, etc. : c'est que le sel ammoniac, ou les autres sels ammoniacaux, quand on les emploie comme il vient d'être dit, présentent un moyen facile de constater la composition des bains, c'est à dire la proportion de métaux qu'ils renferment et qui doivent être précipités galvaniquement sur d'autres métaux. Pour les bains de cuivre, je me suis servi dans ce but du sulfate d'ammoniaque, parce que si l'on emploie le chlorhydrate de cette base, il se forme du chlorure de cuivre, qui se volatilise en partie avec le sel ammoniac non décomposé qui s'évapore, ce qui fait perdre une partie du métal. »

CHAPITRE VIII.

Opérations complémentaires ou acessoires de la dorure et de l'argenture galvaniques.

(Cuivrage, laitonisage, étamage, etc.).

Les objets de fer, d'acier, de fonte et de zinc ne reçoivent bien la dorure et l'argenture que lorsqu'ils ont été préalablement recouverts d'une couche de cuivre rouge, de cuivre jaune ou d'étain. Quand donc on veut les dorer d'une manière solide, il faut commencer par les cuivrer, les laitoniser ou les étamer.

§ 1. DU CUIVRAGE ROUGE.

Le **cuivrage rouge**, ou cuivrage proprement dit, se

fait de deux manières, *au trempé* ou *à la pile*, suivant la nature du métal sur lequel on opère.

1° *Cuivrage au trempé.*

On obtient le cuivrage au trempé au moyen d'un bain composé de sulfate de cuivre, d'acide sulfurique et d'eau.

Pour préparer ce bain, on fait fondre, dans l'eau, assez de sulfate pour que la dissolution marque 24° Baumé. On y ajoute l'acide nécessaire pour la porter à 30 ou 32°. Enfin, on y verse de l'eau de manière à la ramener à 20°. Quand la liqueur est arrivée à ce point, elle est prête à servir.

Le cuivrage au trempé ne s'applique guère qu'au fer et laisse presque toujours à désirer sous le rapport de la solidité. On l'emploie surtout pour donner un aspect plus agréable aux fils destinés à la fabrication des ressorts des sommiers élastiques. On laisse ces fils 15 à 20 secondes au plus dans le bain, et, pour rendre adhérente la pellicule de cuivre qui les recouvre, on les passe une ou plusieurs fois à la filière.

Dans ce procédé, l'application du cuivre se fait aux dépens du fer, car il doit y avoir un équivalent de fer dissous pour un équivalent de cuivre appliqué. Aussi, quand on s'est longtemps servi d'un bain semblable, et qu'on l'évapore, on trouve que les cristaux de sulfate de cuivre contiennent beaucoup de sulfate de fer.

Depuis quelques années, le cuivrage au bain acide est fréquemment appliqué à la fonte. On remplit d'un mastic les soufflures de l'objet, on use les aspérités afin de rendre la surface bien unie, puis on donne trois ou quatre couches d'un vernis formé de minium et d'huile de lin, en ayant soin de plombaginer la dernière avant qu'elle soit entièrement sèche. Il ne reste plus alors qu'à porter au bain. De cette façon, le fer n'est pas en contact avec

le cuivre, et il n'y a pas d'oxydation. D'un autre côté, si la couche de cuivre vient à se fendre ou à s'user, l'interposition du vernis a pour effet de soustraire le métal sous-jacent à l'action de l'air, ou, du moins, de rendre cette action beaucoup plus lente.

2° *Cuivrage à la pile.*

Le cuivrage à la pile se fait avec des bains alcalins. C'est celui qu'on emploie le plus souvent, et avec d'autant plus de raison qu'il réussit également bien sur tous les métaux, ainsi que sur leurs alliages. Il donne un dépôt infiniment plus adhérent que le procédé du trempé, et qui, en outre, a l'avantage de pouvoir être fait à une épaisseur qu'on peut varier à volonté.

Il existe une manière fort simple de préparer un excellent bain de cuivrage. Il suffit pour cela de prendre un sel de cuivre quelconque, le carbonate par exemple, de le mettre dans l'eau, puis d'y ajouter assez de cyanure de potassium pour qu'il forme une dissolution décolorée.

Quand on n'a pas de carbonate, on procède de la manière que voici :

Dans de l'eau commune, ou mieux de l'eau distillée, on dissout suffisamment de sulfate de cuivre pour que la liqueur soit bien concentrée. Cela fait, on met dans celle-ci du carbonate de soude ou de potasse jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de dépôt. On jette alors le tout sur un filtre pour séparer et laver la matière qui s'est déposée, et qui n'est autre que le carbonate de cuivre.

Le sel cuivreux obtenu, on le dissout dans une solution bouillante de cyanure de potassium, autant que ce dernier peut en dissoudre, puis on l'étend d'eau pour l'employer à froid.

Ce bain exige un courant électrique d'une assez grande intensité. Au bout de quelques jours, il se décompose et

dégage de l'ammoniaque, mais il suffit d'y ajouter un peu de cyanure pour qu'il recouvre sa bonté primitive.

Le bain qui précède est, avons-nous dit, excellent. Toutefois, on l'accuse de n'être pas économique et de présenter, dans la pratique, des inconvénients auxquels il n'est pas toujours aisé de porter immédiatement remède.

En France, dans la plupart des ateliers, on préfère se servir des bains de M. Roseleur; ils sont au nombre de cinq, et l'on emploie l'un de préférence aux autres, suivant la nature du métal ou de l'objet qu'on veut cuivrer. En voici la composition :

1. Acétate de cuivre. . . . . 200 gram.
   Carbonate de cuivre. . . . . 200 —
   Bisulfite de soude. . . . . 200 —
   Cyanure de potassium. . . . . 200 —
   Eau ordinaire. . . . . 10 litres.

Ce bain s'emploie à chaud ou à froid, indifféremment, et convient à tous les métaux, à tous les alliages.

2. Acétate de cuivre. . . . . 475 gram.
   Carbonate de soude.. . . . . 1000 —
   Bisulfite de soude.. . . . . 500 —
   Cyanure de potassium. . . . . 500 —
   Ammoniaque liquide. . . . . 350 —
   Eau ordinaire. . . . . 25 litres.

Ce bain s'emploie à froid ; il convient spécialement au fer et à l'acier.

3. Acétate de cuivre. . . . . 500 gram.
   Carbonate de soude. . . . . 500 —
   Bisulfite de soude. . . . . 200 —
   Cyanure de potassium. . . . . 700 —
   Ammoniaque liquide.. . . . . 300 —
   Eau ordinaire. . . . . 25 litres.

Ce bain fonctionne à chaud et, comme le précédent, s'applique spécialement au fer et à l'acier.

4.	Acétate de cuivre.	350 gram.
	Bisulfite de soude.	300 —
	Cyanure de potassium.	500 —
	Ammoniaque liquide..	200 —
	Eau ordinaire.	25 litres.

Ce bain s'emploie à chaud ou à froid, et convient à l'étain, à la fonte, ainsi qu'aux gros objets de zinc.

5.	Acétate de cuivre.	450 gram.
	Bisulfite de soude.	100 —
	Cyanure de potassium.	700 —
	Ammoniaque liquide..	150 —
	Eau ordinaire.	20 à 25 litres.

Ce bain s'emploie à chaud, presque à la température de l'ébullition; il convient surtout pour les menus objets de zinc qu'on cuivre d'ordinaire à la passoire.

Pour préparer le bain n° 1, on délaie l'acétate de cuivre avec aussi peu d'eau que possible, de manière à former une pâte bien homogène. On ajoute à cette pâte le carbonate de soude et un ou deux litres d'eau, et l'on remue bien. Quand le dépôt est fait, on ajoute deux autres litres d'eau et le bisulfite de soude. Enfin, aussitôt que ce dernier est dissous, on ajoute le cyanure et le reste de l'eau. Si, après cette dernière addition, le bain n'était pas incolore, il faudrait y ajouter une petite quantité de cyanure.

Pour la préparation des quatre autres bains, on fait dissoudre d'une part, l'acétate et l'ammoniaque dans 5 litres d'eau, et, d'autre part, le carbonate, le bisulfite et le cyanure dans le reste de l'eau. Les deux dissolutions achevées, on les mélange, et la liqueur qui en résulte est complétement incolore : si elle ne l'était pas, il faudrait, comme nous l'avons déjà dit, ajouter du cyanure jusqu'à parfaite décoloration.

6. On obtient encore un bain excellent en précipitant 2 kilogrammes de sulfate de cuivre par du prussiate jaune ; le précipité bien lavé, on le dissout dans 5 kilogrammes de cyanure de potassium, et l'on ajoute de l'eau de manière à former 50 litres de liqueur. On fait alors bouillir pendant une heure, après quoi le bain est prêt à fonctionner.

Avec ce bain, qui est appliqué au fer, à la fonte et au zinc, on obtient toujours un dépôt brillant ; aussi ne convient-il pas pour la dorure mate. Pour ce cas particulier, dit M. H. Bouilhet, après une immersion de quelques minutes dans le bain de cuivre alcalin, on porte les pièces dans un bain de sulfate de cuivre acide, où le matage s'effectue sans difficulté.

Le cuivrage à froid peut se faire dans une cuve de bois doublée intérieurement d'une couche de gutta-percha ou d'un mastic quelconque possédant la propriété d'être inattaquable par le cyanure. On peut également se servir d'un vase de grès, de verre ou de porcelaine. Enfin, on peut employer un vase de cuivre qui, dans ce cas, joue, en même temps, le rôle d'anode.

Le cuivrage à chaud se fait, soit dans une chaudière de fonte émaillée qu'on chauffe à feu nu, soit dans un vase de grès ou de faïence qu'on chauffe au bain-marie. Il est beaucoup plus rapide que le cuivrage à froid.

Que l'on opère à chaud ou à froid, les objets sont disposés de la même manière, comme s'il s'agissait de les dorer ou de les argenter, c'est-à-dire qu'on les suspend au conducteur du pôle négatif. Seulement, s'ils sont de nature à pouvoir être groupés en paquets, il faut avoir soin de les secouer de temps en temps, parce qu'en agissant ainsi on change les points de contact qu'ils peuvent avoir entre eux, et on facilite beaucoup le dépôt du cuivre. De plus, s'ils sont très-petits et qu'ils ne puissent être attachés ensemble, au lieu de les suspendre, on les place

dans une passoire de grès, au fond de laquelle est fixé un fil de cuivre ou de zinc qui, sortant à la naissance du manche, va se relier au conducteur du pôle positif. On doit secouer très-souvent cette passoire, en la manœuvrant comme on fait de la poêle à frire quand on prépare une friture.

Les objets qu'on soumet au cuivrage doivent quelquefois conserver l'aspect que leur donne le métal déposé. Quand ils sont destinés à être dorés ou argentés, il faut aussitôt après leur sortie du bain de cuivre, les passer au nitrate de mercure, les rincer, puis les porter, sans aucune autre préparation, au bain d'or ou d'argent.

§ 2. DU LAITONISAGE.

Le **laitonisage**, ou **cuivrage jaune**, a des applications beaucoup plus étendues que le cuivrage rouge. On y a généralement recours pour les objets que l'on veut dorer, parce que, si le frottement use la dorure, on remarque moins l'absence de cette dernière sur le laiton que sur le cuivre rouge; parce qu'ensuite, si on polit les pièces, elles présentent un plus beau brillant après une application de laiton qu'après une application de cuivre rouge. On emploie aussi le cuivrage jaune pour donner à une multitude de menus articles usuels de fer ou de zinc l'apparence de ceux qu'on fait en laiton. On laitonise même des objets de véritable laiton ou de cuivre rouge afin de leur communiquer diverses nuances réclamées par le commerce. Les fils ou *traits*, dits d'Allemagne, de Lyon, etc., et vulgairement désignés sous le nom d'*or faux*, qu'emploient la passementerie et la chasublerie, doivent à une opération de ce genre les nuances qui les distinguent. Enfin, on se sert du laitonisage pour diminuer la propriété qu'ont certains métaux d'être plus facilement altérables au contact de l'air que le laiton.

On peut laitoniser en faisant fonctionner, pendant quelque temps, un bain de cuivre rouge avec une anode en zinc, mais en général, on fait usage de bains spéciaux. Voici quelques formules pour la préparation de ces liqueurs :

1. Acétate de cuivre. . . . . 125 gram.
Protochlorure neutre de zinc. . . . . 100 —
Cyanure de potassium. . . . . 650 —
Eau ordinaire. . . . . 10 litres.

On fait dissoudre : d'une part, l'acétate et le protochlorure dans 2 litres d'eau ; d'autre part, le cyanure dans le reste de l'eau, puis on mélange les deux dissolutions.

Ce bain s'emploie à froid et convient surtout pour le zinc.

2. Acétate de cuivre. . . . . 125 gram.
Protochlorure de zinc.. . . . . 100 —
Carbonate de soude. . . . . 1000 —
Bisulfite de soude. . . . . 200 —
Cyanure de potassium. . . . . 500 —
Eau douce ou de pluie. . . . . 10 litres.

On dissout : d'une part, dans 8 litres d'eau, le carbonate, le bisulfite et le cyanure; d'autre part, dans le reste de l'eau, l'acétate et le protochlorure, et l'on mélange les deux dissolutions.

Ce bain s'emploie à froid et convient au fer, à la fonte et à l'acier.

3. Acétate de cuivre. . . . . 350 gram.
Protochlorure de zinc. . . . . 350 —
Bisulfite de soude. . . . . 700 —
Ammoniaque liquide. . . . . 400 —
Cyanure de potassium. . . . . 1000 —
Eau douce ou de pluie. . . . . 25 litres.

On fait dissoudre : d'une part, le bisulfite et le cyanure

dans 20 litres d'eau; d'autre part, l'acétate, le protochlorure et l'ammoniaque dans les 5 autres litres d'eau, et l'on mélange les deux dissolutions.

Ce bain marche à froid et s'applique au zinc.

4. Carbonate de cuivre.	100	gram.
Carbonate de zinc.	100	—
Carbonate de soude.	200	—
Bisulfite de soude.	200	—
Cyanure de potassium pur.	200	—
Acide arsénieux.	2	—
Eau.	10	litres.

Ce bain fonctionne à froid et pour tous les métaux et donne un dépôt brillant. M. Roseleur, qui l'a introduit dans l'industrie, en décrit la préparation ainsi qu'il suit, y compris celle du carbonate de cuivre et du carbonate de zinc, qui doit venir d'être faite au moment où l'on emploie ces deux sels.

« Dans un pot ou dans un baquet contenant 2 litres d'eau, on fait dissoudre 150 grammes de sulfate de cuivre et 150 grammes de sulfate de zinc cristallisés; on y verse ensuite une solution de 400 grammes de carbonate de soude dans un litre d'eau. Par le contact des deux liqueurs, il se forme immédiatement un précipité verdâtre qui n'est autre qu'un mélange de carbonate de cuivre et de carbonate de zinc. On agite bien et on laisse déposer pendant quelques heures. On jette alors le liquide qui surnage et qui contient le sulfate de soude inutile à l'opération; on verse ensuite 9 litres d'eau sur les carbonates de cuivre et de zinc, et l'on ajoute le bisulfite et le carbonate de soude. Enfin, on fait dissoudre ensemble, dans un dixième litre d'eau chaude, le cyanure de potassium et l'acide arsénieux, et l'on verse ce liquide dans le mélange, qui se décolore presque instantanément et qui constitue le bain de laitonisage. »

5. Protochlorure de zinc.	500	gram.
Carbonate de soude.	1000	—
Cyanure de potassium.	1000	—
Eau.	10	litres.

Ce bain, dont la composition est due à M. H. Bouilhet, fonctionne à froid et convient pour tous les métaux. Pour le préparer, on fait dissoudre toutes les substances dans l'eau, puis on ajoute à la dissolution une quantité égale du bain de cuivre du même auteur, dont nous avons donné la formule en parlant du cuivrage rouge.

§ 3. DE L'ÉTAMAGE A LA PILE.

Un grand nombre de solutions d'étain permettent de réaliser l'étamage d'une manière tout-à-fait satisfaisante. Celle dont l'emploi est le plus général est due à M. Roseleur. Elle se compose de :

Pyrophosphate de soude.	5000	kilog.
Protochlorure d'étain fondu.	500	gram.
Eau de pluie ou mieux distillée. . .	500	litres.

On commence par dissoudre le sel de soude dans l'eau. Ce résultat obtenu, on met le sel d'étain sur un tamis, puis on plonge celui-ci dans la dissolution et on l'agite jusqu'à ce que tout le sel se soit fondu. On obtient ainsi une dissolution claire et incolore qui constitue le bain d'étamage. La cuve à décomposition dans laquelle on opère est entourée de feuilles ou anodes d'étain, mais ces feuilles ne peuvent pas alimenter suffisamment le bain, en sorte qu'on est obligé de remonter de temps en temps ce dernier en y ajoutant parties égales de pyrophosphate de soude et de sel d'étain.

L'étamage produit comme il vient d'être dit convient à tous les métaux. Comme il est coûteux, à cause surtout de l'énergie du courant qu'il réclame, on préfère ordinairement agir d'une autre manière. Après avoir chauffé

le bain à 80° environ, on y plonge les pièces à étamer, en les tenant en contact avec des plaques ou des feuilles de zinc, et on les agite, soit pour rendre la densité de la dissolution aussi uniforme que possible, soit pour éviter que le zinc n'y occasionne des taches. On n'a pas ainsi besoin de piles, et l'opération se fait aussi bien que ci-dessus.

§ 4. DÉPÔTS GALVANIQUES D'AUTRES MÉTAUX.

On a aussi essayé de former galvaniquement des dépôts adhérents de platine, de cobalt, de nickel, de plomb, de zinc et de fer, mais les difficultés opératoires des procédés n'ont pas encore permis à cette application de l'électro-chimie de devenir véritablement industrielle. Nous allons néanmoins dire quelques mots des principaux essais qui ont été faits dans cette voie.

1° *Platinage ou platinure.*

Le cuivre et ses alliages peuvent seuls être platinés directement.

Les premiers bains sérieusement employés se composaient ainsi qu'il suit :

1. Carbonate de soude. . . . . 300 gram.
   Platine réduit en chlorure. . . . . 10 —
   Eau distillée. . . . . 1 litre.

2. Borate de potasse. . . . . 300 gram.
   Platine en chlorure.. . . . . 10 —
   Eau distillée. . . . . 1 litre.

3. Phosphate ou borate de soude. . . . 600 gram.
   Platine en chlorure. . . . . 10 —
   Eau distillée. . . . . 1 litre.

4. Sulfocyanure de potassium. . . . . 10 gram.

Platine en chlorure. . . . . 10 gram.
Eau distillée. . . . . 1 litre.

5. Chlorure, iodure ou pyrophosphate de soude. . . . . 300 gram.
Platine en chlorure. . . . . 10 —
Eau distillée. . . . . 1 litre.

On opérait à la température de 70 à 80° et sous l'influence de piles énergiques. Quelques précautions que l'on prît, on n'obtenait qu'un dépôt excessivement mince, n'ayant presque pas d'adhérence et présentant, en outre, un aspect noirâtre ou tout au plus d'un gris d'acier.

En 1846, MM. Roseleur et Lanaux ont indiqué une autre dissolution qui donne de meilleurs résultats et permet de déposer le platine à épaisseur. « Voici, disent-ils, la description exacte du procédé que nous considérons, jusqu'à ce jour, comme le plus propre à un bon dépôt de platine :

« Nous dissolvons, dans 15 litres d'eau ordinaire, 750 grammes de phosphate de soude ou 400 grammes de pyrophosphate de la même base; nous filtrons la liqueur chaude pour en séparer les sels calcaires formés.

« D'autre part, nous prenons 15 grammes de chlorure de platine, bien évaporé, pour le priver d'acide autant que faire se peut; nous le dissolvons dans 200 grammes d'eau distillée, et nous le précipitons à l'état d'ammoniure de platine ou de phosphate double de platine et d'ammoniaque au moyen de 160 grammes de phosphate de cette base. On peut remplacer le phosphate par un sel ammoniacal quelconque, excepté par le sulfite et l'hyposulfite.

« On verse ce précipité et le liquide qui surnage dans le phosphate dissous précédemment. On fait bouillir pendant quatre heures; l'ammoniaque se dégage, le bain, d'alcalin ou à réaction alcaline qu'il était, devient très-fortement acide; la liqueur perd sa couleur jaune et peut

alors être employée avec succès pour le dépôt de platine.

« Il est bon de faire remarquer que, lorsque, par un usage prolongé, le bain est devenu par trop acide, on peut le ramener à la neutralité au moyen de la soude ou de ses carbonates, sans que pour cela la blancheur et l'adhérence du métal déposé soient altérées.

« On peut également faire un bain de platinage par un mélange de pyrophosphate et d'hyposulfite de soude; mais, outre que le dépôt est moins blanc, il demande pour s'effectuer une dose d'électricité beaucoup plus considérable.

« Il est inutile de signaler ici les nombreux usages auxquels peut être appliqué ce nouveau dépôt métallique.

« Nous ferons observer seulement qu'un couvert qui a été platiné par nous, il y a trois ans, et qui est soumis à un service continuel, n'a pas été altéré par ce long usage, et que son bruni n'a nullement disparu.

« De toutes les dissolutions de platine qui ont été indiquées jusqu'ici par les différents auteurs, je dirai que celle qui m'a le mieux réussi non pour platiner à une forte épaisseur résistant aux acides, mais comme couleur et facilité dans la préparation du bain, c'est le chlorure double de platine et de sodium, qui se prépare tout simplement en ajoutant à du chlorure de platine, soit du carbonate de soude, soit de la soude caustique, soit du chlorure de sodium (sel de cuisine). C'est même ce dernier que j'emploie; je le préfère, non-seulement à cause de son bas prix, mais parce qu'en prenant la soude caustique ou le carbonate de soude, avec le chlorure de platine sec il faut encore ajouter un peu d'acide chlorhydrique puisque le bain ne platine bien que lorsqu'il est un peu acide. On peut platiner avec un bain à la température atmosphérique, mais je préfère chauffer à environ 40 degrés, parce que le platinage se fait plus vite et ne se cou-

vre pas d'une couche noire de poudre de platine non adhérent. Il faut avoir la précaution de plonger l'anode de platine dans le bain avant l'objet, autrement la pièce serait attaquée et le platine ne serait pas adhérent. Il en est de même pour toutes les dissolutions acides capables d'attaquer le métal ; c'est pourquoi si l'on pouvait trouver une dissolution alcaline de platine qui donne un platinage prompt et à toutes épaisseurs, elle serait préférable, mais jusqu'ici ce problème n'est pas résolu. »

Pour que l'opération réussisse, M. Roseleur recommande d'éloigner du bain tout objet de fer, de zinc, de plomb ou d'étain, sans quoi la dissolution se décomposerait rapidement et abandonnerait son métal sous forme de poudre noire.

2° *Cobaltisage.*

Les bains suivants sont indiqués par M. Krzyczrowski.

1. Potasse caustique ou mieux potasse
pure à l'alcool. . . . . 60 gram.
Cobalt en chlorure. . . . . 10 —
Eau distillée.. . . . . 1 litre.

La dissolution de chlorure de cobalt, qui a la couleur lilas, se change en vert pâle par l'addition de la potasse.

2. Sulfocyanure de potassium. . . . . 10 gram.
Cobalt en chlorure. . . . . 10 —
Eau distillée. . . . . 1 litre.

On peut augmenter la conductibilité de ce bain en ajoutant 2 à 3 grammes de potasse pure.

3. Cyanure simple de potassium. . . . 10 gram.
Cobalt en chlorure. . . . . 10 —
Hyposulfite de soude. . . . . 100 —
Eau distillée. . . . . 1 litre.

En versant le cyanure simple de potassium dans la solution de chlorure de cobalt, il se forme un précipité

d'une couleur de chair claire, qui est du cyanure de cobalt. On sépare ce précipité par la décantation ou la filtration, et, après l'avoir lavé, on le jette dans l'eau distillée contenant déjà l'hyposulfite de soude.

Avec tous ces bains, il faut cobaltiser à une température très-élevée.

3° *Antimoniage.*

On obtient un beau dépôt d'antimoine en préparant le bain que voici :

Carbonate de soude.	1000 gram.
Sulfure d'antimoine en poudre. . .	250 —
Eau distillée..	5 litres.

On met les trois substances dans une capsule de porcelaine, sur le feu, et l'on chauffe jusqu'à un peu plus de 100 degrés. Après une heure d'ébullition, on filtre la dissolution qui, en se refroidissant, abandonne un précipité d'oxysulfure d'antimoine. Recueillant alors ce précipité, on le fait bouillir de nouveau avec le liquide qui le surnage, et c'est dans le bain qui résulte de cette seconde opération qu'on suspend la pièce à recouvrir.

L'antimoniage à la pile a tout à fait l'apparence de la fonte polie. On y a souvent recours pour remplacer l'argent oxydé, qu'il joue parfaitement.

4° *Plombage, zincage, ferrage, etc.*

Les autres métaux déposés galvaniquement, tels que le zinc, le fer, le bismuth, etc., n'ont, jusqu'à présent, donné lieu à aucun emploi qui mérite d'être signalé. Il faut toutefois en excepter le plomb, à cause d'une application très-curieuse qu'on désigne sous le nom d'*électrochromoplastie*.

Pour plomber un objet, on se sert d'un bain que l'on prépare en faisant bouillir, pendant deux ou trois heures, 100 grammes de soude ou de potasse caustique et 10 gr.

de litharge, dans 2 litres d'eau distillée. Or, avec ce bain, on peut nuancer une surface métallique quelconque des plus riches couleurs de l'arc-en-ciel, et y former ces magnifiques irisations qu'on appelle vulgairement *anneaux colorés*, bien qu'elles présentent rarement une disposition annulaire concentrique.

Voici comment on opère ; nous laissons parler M. Roseleur :

« Après avoir laissé refroidir le bain de plombite de soude, on y plonge, attaché au pôle positif, l'objet métallique ou métallisé ; puis, saisissant l'anode (fil de platine) attachée au pôle négatif, on la plonge graduellement dans la liqueur, sans lui faire toucher l'objet. On voit immédiatement celui-ci se nuancer de diverses couleurs, le jaune étant la première, et chacune de ces couleurs se foncer ou se changer complétement, selon qu'on immerge plus ou moins complétement le fil de platine. On peut ainsi varier à l'infini ces jeux de lumière, qui ne sont dus qu'à des épaisseurs plus ou moins considérables d'acide plombique ou d'oxyde de plomb déposé. Si l'intensité du courant est trop grande, toutes les nuances disparaissent sous une teinte d'un brun noirâtre. Lorsqu'un objet a été manqué, on le passe vivement à l'eau-forte, qui dissout rapidement l'oxyde de plomb et le ramène à son état primitif. »

En Suisse, en France, en Angleterre et en Allemagne, on fait un fréquent usage du procédé qui précède pour décorer des aiguilles et des cadrans de montre, ainsi que des timbres, des sonnettes, etc.

5° *Nickelage.*

Pour déposer le nickel, M. Krzyczrowski a proposé les dissolutions suivantes :

1. Sulfocyanure de potassium. . . . . 10 gram.

Nickel en chlorure . . . . . 10 gram.
Eau distillée. . . . . 1 litre.

Pour augmenter la conductibilité de ce bain, on peut ajouter 3 à 5 grammes de potasse pure.

2. Bromate de potasse. . . . . 10 gram.
Nickel en chlorure . . . . . 10 —

En mêlant les dissolutions des deux sels, il se forme un précipité d'une couleur vert pâle, qui est du bromate de nickel. On recueille ce précipité, on le lave et on le dissout dans 1 litre d'eau distillée contenant 10 grammes de cyanure simple de potassium. Enfin, on ajoute à la dissolution 5 grammes de potasse pure à l'alcool, qui, non-seulement donne plus de conductibilité au bain, mais encore empêche le dégagement d'acide prussique.

Un autre procédé, dû à M. Roseleur, consiste à dissoudre de l'azotate de nickel dans son poids d'ammoniaque, après quoi on ajoute à la dissolution de 20 à 30 fois son volume de bisulfite de soude liquide, marquant environ 24° de l'aréomètre.

Le nickelage galvanique a une teinte blanchâtre qui réfléchit du jaune. Son mat est terne et d'un aspect gris-perle. On l'emploie quelquefois pour des objets de sellerie ou de carrosserie.

APPENDICE

COLORATION DES MÉTAUX

AU MOYEN DES OXYDES MÉTALLIQUES ET DE L'ÉLECTRICITÉ.

AVANT-PROPOS.

Lorsqu'on vit apparaître dans le commerce les premières dorures et argentures galvaniques appliquées aux différentes industries, on en comprit d'abord tous les avantages; aussi cet art occupe-t-il depuis longtemps un grand nombre de personnes.

Mais, au lieu de couvrir un métal d'un autre métal moins oxydable et toujours d'un prix assez élevé, tels que l'or, l'argent, le platine, etc., application qui ne peut se faire sur des objets d'une grande dimension et de peu de valeur, on peut substituer à ces métaux précieux, des oxydes inaltérables et à bas prix, comme les peroxydes de plomb, de fer, qui sont d'une grande fixité, surtout ce dernier, et qui donnent des couleurs très-variées et d'une vivacité d'autant plus grande que le métal sur lequel on l'applique est mieux poli.

Ainsi, par le procédé que je vais indiquer, on aura des couleurs beaucoup plus agréables à l'œil que celles que l'on obtient par l'oxydation directe d'un métal au moyen de la chaleur, comme on le fait pour donner le bleu à l'acier, le jaune à l'argent poli, ou par des dissolutions chimiques employées ordinairement à bronzer, c'est-à-dire à oxyder ou sulfurer le laiton, le cuivre et l'argent.

Il y a quelques années, lorsqu'un fabricant d'aiguilles de montre, qui cherchait à varier non-seulement les formes et les dessins de ses aiguilles, mais qui faisait des essais

de coloration au moyen de vernis, me fit voir les résultats infructueux qu'il obtenait et me demandait des conseils, je lui indiquai le procédé Becquerel, qui donnait effectivement des couleurs différentes sur le même objet : ainsi, une aiguille avait la pointe verte, le corps rouge et la tête jaune. La cause de ce fait est facile à indiquer : c'est que l'électricité tend à se dégager plus facilement par les pointes et les parties saillantes que par celles qui sont arrondies, et ce phénomène est d'autant plus sensible que le courant électrique est plus intense ; puisqu'en prenant un courant très-faible qui n'a que juste la force nécessaire pour traverser et décomposer le bain, on obtient une couleur uniforme ; on comprend alors que le corps et la pointe, ou flèche, des aiguilles de montre, étant très-minces et dégagés, prennent les couleurs bien plus promptement que la tête qui présente une surface plus grande et arrondie. Enfin, après avoir fait subir plusieurs modifications à l'appareil, l'artiste dont il s'agit put enfin obtenir une couleur uniforme.

Quand on vit les premiers résultats heureux de ces essais, la sensation produite chez les fabricants fut bien différente. Quelques-uns firent éclater leur admiration ; d'autres, et ce fut le plus grand nombre, dirent que c'était de mauvais goût, que cela avait l'air clinquant, paillon, qu'on ne voulait pas de montres vernies, etc.; langage qui accompagne toujours chaque innovation, comme cela est arrivé de tout temps chez nous, et arrivera probablement longtemps encore. C'est que l'on a une prévention et de l'antipathie pour tout ce qui est nouveau, et qu'au lieu d'encourager une invention, on cherche à l'étouffer à sa naissance; mais, si le nouveau-né est assez vigoureux, il survit à ses étreintes, il prospère, et insensiblement on s'y habitue et on l'adopte. Prenons pour exemple la dorure galvanique « qui ne valait rien; qui n'était ni belle ni solide; qui changeait en passant la

mer; dans une année, on n'en voudra plus. » Voilà ce qu'on prophétisait il y a trente ans. Et la dorure galvanique a bravé ses détracteurs et s'est implantée à tout jamais dans la fabrique. Ce qui est arrivé pour la dorure des mouvements d'horlogerie est arrivé aussi pour la mise en couleur des pièces de montre, et notamment pour les aiguilles et pour la dorure des roues, à présent que cet art n'est plus le monopole de quelques individus, mais bien le domaine de tous. Je pourrais prédire aussi que dans une année on ne polira que fort peu de roues, qu'on les demandera dorées, parce que leur prix ne sera plus trop élevé pour l'horlogerie ordinaire. Mais revenons à l'oxydation.

Pour résoudre la question au point de vue industriel, il fallait encore rendre l'application d'oxyde adhérente, non-seulement sur l'or, le platine et l'argent, mais sur le fer, l'acier, le cuivre et ses alliages. Pour ces derniers, il faut nécessairement une dissolution alcaline du métal à précipiter : donc, je n'avais le choix qu'entre la potasse, la soude et l'ammoniaque. Parmi les oxydes que dissout la potasse, je citerai les protoxydes de plomb, d'étain, l'oxyde de zinc, de chrome, d'aluminium, etc.; tandis que l'ammoniaque dissout le protoxyde de fer, les oxydes de zinc, de cadmium, de nickel, de cobalt, etc. Les dissolutions d'oxyde de plomb et de fer, que l'on peut se procurer partout, indiquent la marche à suivre pour toutes les autres.

§ 1. DES OXYDES TRANSPARENTS.

Les résultats auxquels je suis parvenu dans ces derniers temps, et que je décris avec beaucoup de soin et de détails dans cet exposé, atteignent, je l'espère, le but que je me suis proposé : d'indiquer les procédés les plus simples et les meilleurs, à l'aide desquels on obtient des teintes uniformes et variées sur des objets de formes et

de métaux quelconques, pourvu qu'ils soient préalablement dorés. Je n'ai passé sous silence aucun des détails pratiques utiles pour éclairer l'industrie; mais je dois dire ici que je suis loin d'avoir terminé ce travail et d'avoir fini d'explorer ce vaste champ de découvertes. N'ayant encore essayé qu'un petit nombre de dissolutions, je n'indique aux artistes que ce qui a été fait avec succès, et les conduis sur la route à suivre pour réussir dans leurs recherches.

Le phénomène de la coloration électro-chimique sur les métaux est le même que celui qui a lieu lorsqu'on expose à la chaleur un objet en acier poli ; il prend d'abord une couleur jaune, due à une lame très-mince d'oxyde de fer qui se forme à sa surface. En continuant à chauffer, cette lame d'oxyde devient plus épaisse et nous paraît rouge ; et, à mesure que son épaisseur augmente, nous la voyons violette, puis bleue, puis grise, et en continuant à chauffer, on voit se former une seconde série des mêmes couleurs, mais beaucoup moins apparentes que les premières. Eh bien, ce qui se passe pour l'oxydation de l'acier par la voie sèche, se reproduit exactement par la voie humide, en précipitant le protoxyde de plomb de sa dissolution alcaline de potasse, mais avec un grand nombre de couleurs, puisque l'on voit successivement paraître toutes les couleurs prismatiques, même le vert. Ces couleurs sont incomparablement plus vives que par la voie sèche, qui ne donne de couleurs vives et brillantes que sur l'acier, l'argent, le nickel, le bismuth et le plomb. C'est précisément parce que les oxydes de ces métaux sont transparents (1) qu'ils sont susceptibles de donner des couleurs vives par l'électro-chimie ; mais on pourra essayer tous les métaux dont les oxydes donnent des couleurs par la voie sèche, et qui sont solubles

(1) Lorsque la couche appliquée est extrêmement mince.

dans la potasse caustique, tels que ceux de tungstène, de molybdène, de chrome, d'aluminium, de tellure, de vanadium, etc. Il est utile, pour plusieurs de ces métaux, d'ajouter à la dissolution potassique quelques gouttes d'ammoniaque.

J'étudie en ce moment la manière dont se comportent les oxydes de ces différents métaux sous l'action du courant électrique et en dissolutions alcalines différentes. Si cet ouvrage est bien accueilli par le public, je donnerai par la suite le résultat de mon travail.

§ 2. COMPOSITION DES BAINS.

A. *Dissolution plombique.* — On dissout 400 ou 430 gr. de potasse caustique dans un litre d'eau distillée; on ajoute environ 125 grammes de protoxyde de plomb (massicot), ou à défaut on prend de la litharge; on fait bouillir 10 minutes dans un matras à col étroit, afin d'éviter le plus possible le contact de l'air. Lorsque le bain est refroidi, on décante le liquide, et l'excédant du massicot qui reste au fond du matras sert pour une autre dissolution. On étend d'eau distillée le liquide jusqu'à ce qu'il marque 24 à 25 degrés de l'aréomètre de Baumé (l'expérience a prouvé que cette densité était la plus convenable pour obtenir de belles couleurs), et, après s'en être servi, il convient de le remettre dans un flacon bien bouché, pour éviter que des corps étrangers ne s'y introduisent. Lorsque cette dissolution a servi quelque temps, il se forme quelquefois du carbonate de potasse, que l'on décompose en le faisant bouillir avec de la chaux caustique; on laisse déposer le carbonate de chaux formé et on décante la partie claire pour s'en servir de nouveau. La dissolution devant toujours être saturée de plomb, il faut de temps en temps la faire bouillir avec du massicot (1). En employant le bain préparé comme je viens de

(1) Ou en laisser au fond du flacon afin que la potasse puisse en

'indiquer, il arrivera, lorsque les objets présenteront des aspérités, qu'ils ne prendront pas une teinte uniforme : c'est probablement parce que le liquide n'est pas aussi bon conducteur d'électricité que le métal ; mais on peut facilement y remédier en augmentant la conductibilité du bain par l'addition d'un acide (1). On avait indiqué l'emploi de la crème de tartre (tartrate acide de potasse) comme une grande découverte pour obtenir des couleurs sur acier et des teintes uniformes ; mais j'ai reconnu que les autres sels acides produisent le même effet. Ainsi ceux qui ont préconisé l'emploi de la crème de tartre ne se rendent nullement compte de son action, puisque si, au lieu de bitartrate de potasse, on prend le tartrate neutre de potasse, même en forte proportion, la dissolution n'éprouve aucun changement; que, de tous les sels et de tous les oxacides, c'est le moins bon (2); que, dans la crème de tartre, c'est purement et simplement l'acide tartrique qui agit, et qu'on le remplace avantageusement par les acides citrique, oxalique, acétique, etc. En résumé, il est probable que l'on aura le même résultat avec tous les oxydes qui ne précipitent pas le plomb de sa dissolution potassique. Mais je dois encore faire observer qu'en ajoutant la crème de tartre ou un acide quelconque, on nuit considérablement à la solidité de la couleur qui, par ce moyen, est souvent changée au bout de 24 heures. Ainsi, cette addition peut être envisagée plutôt comme nuisible qu'avantageuse, et ne constitue pas, selon moi, un perfectionnement. Aujourd'hui que l'on est maître du procédé, qu'on peut le varier de mille manières, la crème de tartre est devenue entièrement inutile pour obtenir les couleurs sur acier.

dissoudre à mesure qu'elle devient libre, quand le plomb s'est déposé.

(1) Ou en chauffant le bain de 30 à 40 degrés.

(2) L'acide de sel présente de graves inconvénients, puisqu'il fait changer les couleurs beaucoup plus vite.

B. *Préparation du massicot.* — Comme on ne trouve pas de massicot bien préparé chez les droguistes, on doit le préparer soi-même, parce qu'il est préférable à la litharge, comme soluble dans la potasse caustique.

On étend dans un couvercle de creuset ou autre vase évasé en terre non vernissée, du minium; on chauffe le vase jusqu'au rouge obscur, en remuant continuellement avec un crochet de fer. Le minium, qui est une poudre rouge, devient noir par la chaleur, et, en continuant à le chauffer, il passe au jaune citron, qui est la couleur voulue; mais si l'on chauffe un peu trop, il se fond et se vitrifie. Dans ce cas, on a la litharge vitrifiée, qui se dissout très-difficilement et donne de mauvais bains.

C. *Dissolution de fer.* — Quoique cette dissolution présente des difficultés dans la préparation et dans l'emploi, elle peut cependant devenir d'un fréquent usage; je dirai même qu'elle est indispensable dans certains cas, parce qu'elle donne des nuances que l'on n'obtient pas avec la dissolution de plomb.

On fait dissoudre à l'aide de la chaleur du protosulfate de fer pur (1) dans l'eau distillée; ensuite on a soin de faire dégager par l'ébullition l'air que le liquide contient quand on n'a pas à sa disposition une pompe pneumatique. On l'enferme ensuite dans un flacon bouché soigneusement à l'émeri. Lorsqu'on veut s'en servir, on en verse une certaine quantité dans un vase en verre ou en porcelaine; on ajoute de l'ammoniaque également privée d'air, jusqu'à ce que le précipité qui se forme au commencement soit dissous. La liqueur, ainsi préparée, ne peut pas servir plus d'une heure, parce que l'oxygène de l'air ambiant, agissant à la surface du bain, précipite de l'oxyde vert; il y a en outre le dégagement d'ammo-

(1) Le protosulfate de fer doit être d'un vert très-pâle; s'il avait des taches jaune-rouille de fer, il faudrait le rejeter.

niaque qui est désagréable à respirer, quand il faut être rapproché du bain en opérant sur des objets délicats. Les couleurs que l'on obtient ont l'avantage d'être beaucoup moins altérables que celle du plomb, elles sont plus vives et tout aussi solides que le bleu de l'acier obtenu par la chaleur.

§ 3. PRÉPARATION DES OBJETS A RECOUVRIR.

Becquerel a dit, dans son Mémoire sur la dorure galvanique : *telle est la surface du métal, telle est la couche déposée, pourvu que cette couche soit très-mince.* Cela s'applique également à l'oxydation, sur les métaux non oxydables seulement, parce que l'objet à colorer se plaçant au pôle de la pile où se dégage l'oxygène, sa surface ne resterait pas brillante si le métal pouvait se combiner à l'oxygène. On doit donc, autant que possible, appliquer cette couche de peroxyde de plomb sur l'or (1) ou sur un métal doré fortement, ou encore sur le platine auquel le peroxyde de plomb donne un bleu admirable, tandis que sur l'or il donne le vert; en voici l'explication : Le métal primitif se voit à travers la couche transparente qui influence cette dernière; ainsi, un métal jaune donnera avec le bleu une couleur verte, tandis que le platine, l'acier, l'argentan, étant blancs, ne changent pas la cou-

(1) Les personnes peu familiarisées avec les phénomènes de l'électricité et les termes de chimie pourraient souvent confondre ces mots de *protoxyde* et *peroxyde*. Voici ce qui les fera distinguer. La dissolution est toujours faite avec le protoxyde, c'est-à-dire avec le métal le moins oxydé ; il se dégage de l'oxygène sur l'objet attaché au positif de la pile dans le bain, qui se combine au protoxyde de plomb ; il s'applique et le fait passer à l'état de peroxyde ; c'est-à-dire que l'oxyde de plomb, en se déposant, prend encore de l'oxygène que lui fournit l'action de la pile.

leur bleue (1); il paraîtrait même, d'après Becquerel, que, dans ce cas, il y aurait combinaison du platine. Il faut remarquer que la couleur verte n'apparaît sur l'argentan et les autres métaux blancs qu'après avoir passé par le bleu.

La coloration de l'argent ne ressemble en rien à celle des autres métaux, quoique l'on puisse suivre les différentes couleurs, parce que ce métal éprouve promptement une oxydation, qui ternit sa surface et empêche les couleurs de paraître. Les alliages qui contiennent de l'argent, même en petite quantité, ne se colorent pas bien et changent promptement : on doit donc éviter ce métal avec soin.

§ 4. DE L'APPAREIL GALVANIQUE.

L'appareil simple, composé d'un vase en verre (fig. XVI) renferme de l'acide azotique étendu, dans lequel on plonge un vase poreux (B) contenant la dissolution de plomb. Dans l'acide se trouve une lame de platine (L), qui porte un conducteur (C), auquel est attaché l'objet à colorer pour le faire arriver dans la dissolution de plomb.

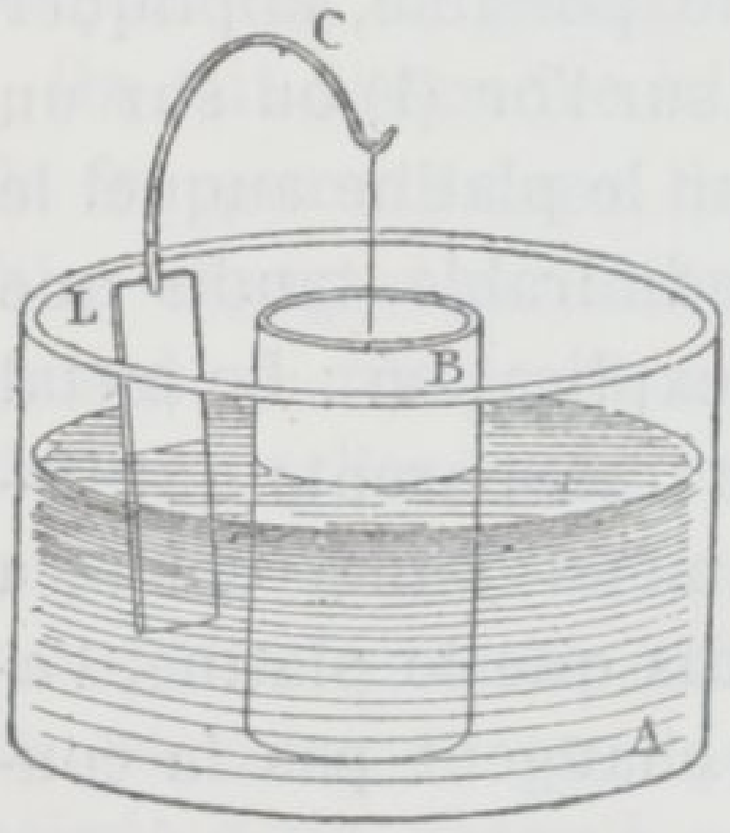


Fig. XVI.

Cet appareil est celui indiqué dans le traité d'électrochimie de Becquerel; mais je trouve bien préférable l'emploi d'une petite pile indépendante et à force constante de deux couples seulement.

(1) Cependant, sur l'acier et l'argentan, on obtient le bleu et le vert. La couleur verte est ainsi donnée effectivement par le bain et ne provient pas uniquement du métal sous-jacent; mais alors pourquoi ne l'obtient-on pas sur le platine? Je l'ignore.

Les conducteurs, ainsi que l'électrode négatif, doivent être en fer ou en platine, l'électrode se termine ordinairement en pointe (fig. XVII) quand on veut colorer des aiguilles; mais, lorsqu'on a un objet d'une grande surface à oxyder, on doit le suspendre par deux ou un plus grand nombre de conducteurs attachés aux angles opposés.

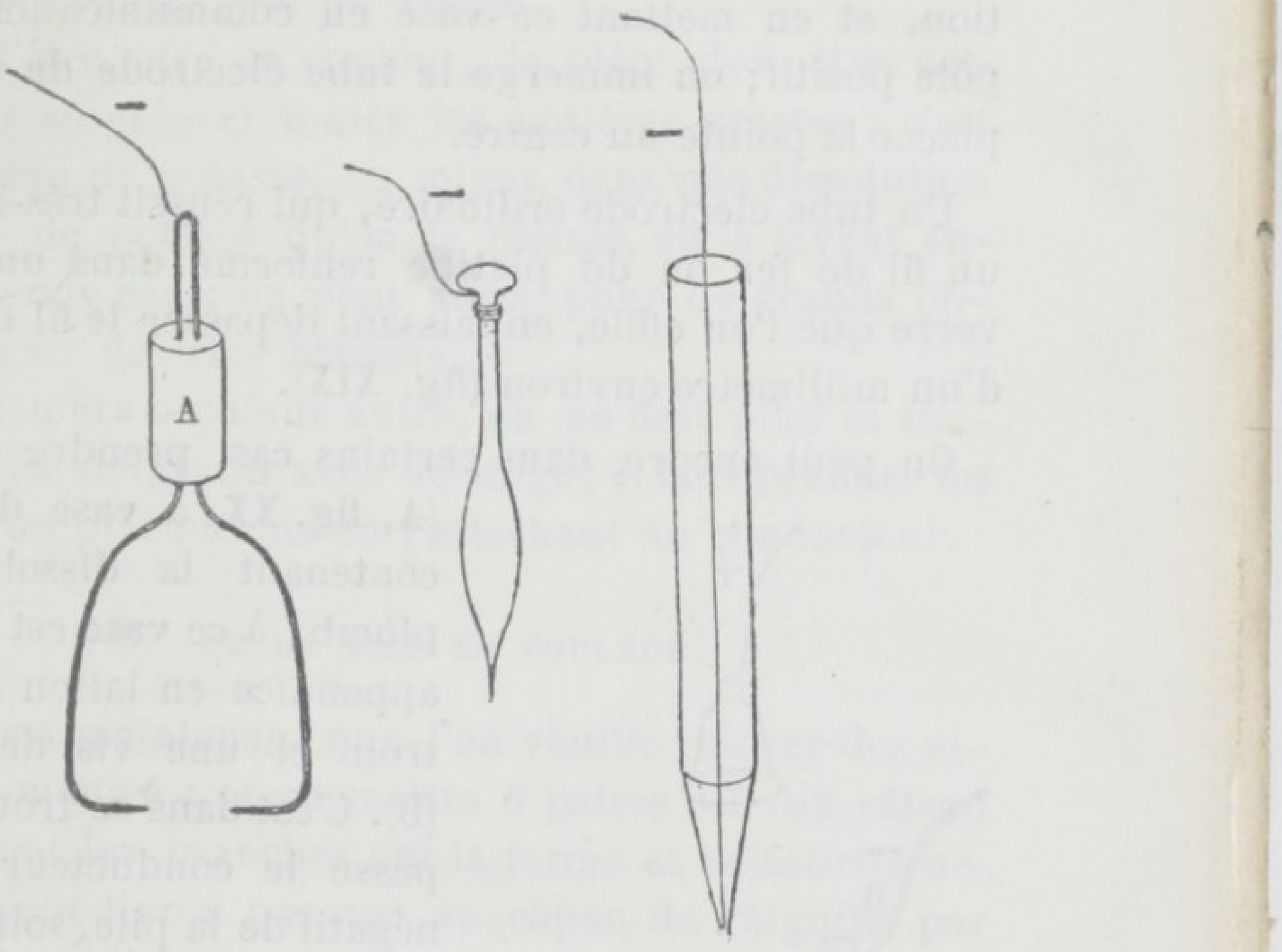


Fig. XVIII. Fig. XVII. Fig. XIX.

Si la pièce est d'une grande dimension et qu'on veuille l'oxyder des deux côtés, l'électrode ordinaire (fig. XVII) ne suffit plus; il faut alors un tube à plusieurs branches dont chacune est en communication avec le pôle négatif de l'appareil décomposant, par un fil qui vient y aboutir. Ces fils sont passés dans un bouchon de liége (A, fig. XVIII), afin de pouvoir les faire glisser l'un sur l'autre dans le sens de leur longueur. La lame est placée entre deux pointes, chaque surface est à la même distance

de la pointe en regard. On peut également réunir et disposer un grand nombre de fils en forme de pinceau.

Comme on le voit, la forme de cet électrode joue un grand rôle et contribue au succès.

On peut également colorer intérieurement une surface hémisphérique, en remplissant la capacité de la dissolution, et en mettant ce vase en communication avec le pôle positif; on immerge le tube électrode de manière à placer la pointe au centre.

Un tube électrode ordinaire, qui réussit très-bien, c'est un fil de fer ou de platine renfermé dans un tube de verre que l'on effile, en laissant dépasser le fil de platine d'un millimètre environ (fig. XIX).

On peut encore, dans certains cas, prendre l'appareil (A, fig. XX) à vase de plomb, contenant la dissolution de plomb; à ce vase est soudé un appendice en laiton ayant un trou et une vis de pression (B). C'est dans ce trou que l'on passe le conducteur du pôle négatif de la pile, soit du zinc; et au conducteur du pôle positif on attache l'objet à colorer (*qui est représenté dans la figure par une sonnette*), et du moment où il est immergé, on voit paraître les couleurs. On retire l'objet sitôt qu'il a la couleur voulue.

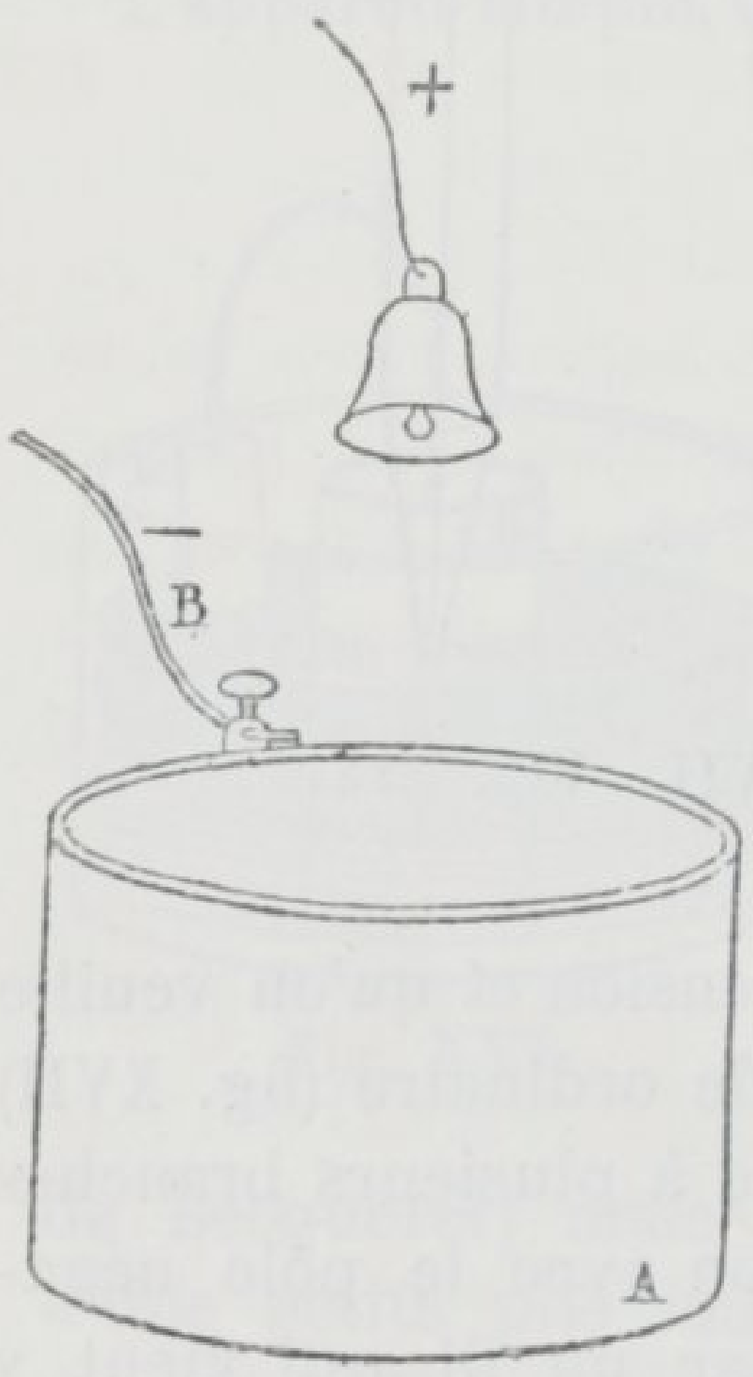


Fig. XX.

Ce système est très-facile et donne toujours une couleur uniforme sur des pièces de forme ronde, parce que le courant électrique, qui parcourt tout le vase en plomb, arrive dans le bain par tous

les points également; il pourra, je crois, être avantageux pour les pièces d'horlogerie.

§ 5. NETTOYAGE DES OBJETS AVANT LA COLORATION.

D'une bonne préparation dépend le succès de l'opération; ainsi, plus l'objet est poli, et plus les couleurs sont vives : le métal qui a été bruni se colore mieux que celui qui a été seulement poli au rouge.

Avant d'être mise en couleur, la pièce doit être nettoyée pour en enlever toutes les matières grasses; c'est dans une eau de potasse, ou mieux dans une dissolution alcoolique de potasse qu'on la plonge, en la lavant ensuite à grande eau : on peut aussi, pour de grands objets, se servir de craie blanche.

D'une manière ou d'une autre, on ne doit plus la toucher avec les doigts ou avec un linge; il faut prendre les plus grandes précautions en l'attachant au conducteur.

§ 6. DE LA MISE EN COULEUR.

Supposons maintenant que l'on veuille colorer des aiguilles de montre : on en mettra 6 paires sur un râteau en acier dont les branches ont la forme et l'élasticité nécessaires pour livrer passage au canon de l'aiguille par une pression et la fixer solidement. La confection de cet instrument est difficile et longue, et pour en faire bien comprendre la forme, j'en donne le dessin (fig. XXI).

On met le conducteur A en relation avec le positif d'un couple de Bunsen ou de deux couples de ma pile excités d'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique; on plonge le râteau chargé de 6 paires d'aiguilles nettoyées; on imprime quelques secousses afin de dégager les bulles d'air qui sont retenues aux trous des têtes d'aiguilles. Le râteau doit être recouvert de 3 centimètres environ de liquide; si l'on enfonçait davantage, l'épaisseur de la

couche du liquide empêcherait de voir passer les différentes nuances, et on n'atteindrait pas si facilement la teinte voulue.

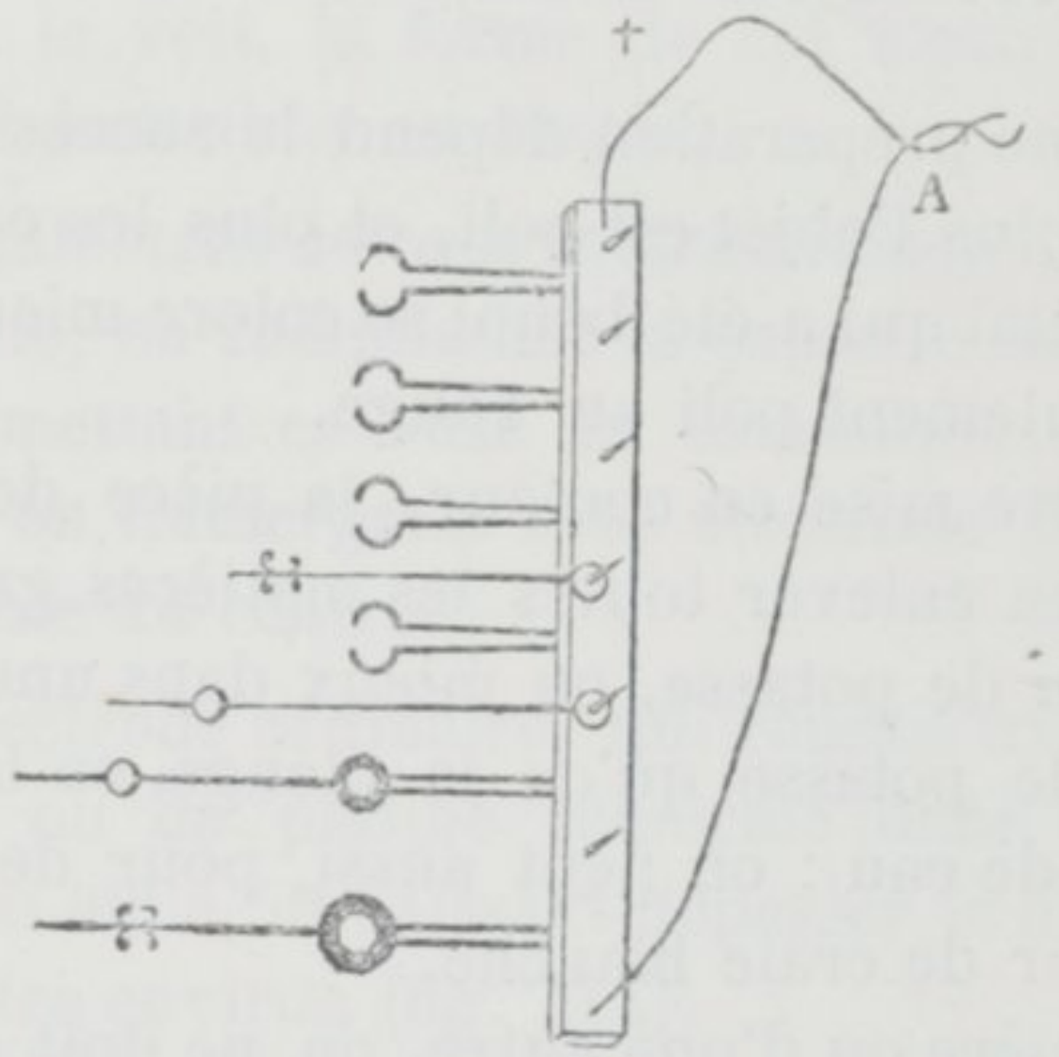


Fig. XXI.

Tout étant ainsi disposé, on promène l'électrode (fig. XVII ou XIX) à la surface du bain, de manière que la pointe seulement plonge. Après 5 ou 6 secondes, on voit les aiguilles changer ; on laisse passer le premier ordre de couleurs, et lorsqu'elles sont grises, c'est alors que le second ordre commence. En effet, on voit le gris disparaître pour faire place au jaune, qui à son tour s'évanouit et laisse apercevoir le rouge. C'est ce moment qui demande toute l'attention de l'opérateur pour ne pas dépasser la nuance exacte qu'il désire, car notez que les couleurs paraissent toujours moins foncées dans le bain qu'elles ne le sont en réalité. Ainsi, lorsque les aiguilles paraissent rouges dans le bain, elles sont violettes après les avoir essuyées. Pour les avoir rouges, il faut donc les sortir lorsqu'elles paraissent de couleur orange seulement. S'il arrive que la pointe ait pris la couleur voulue avant la tête, alors on sort du liquide la partie assez colorée pour laisser le reste dans le bain, dans lequel on fait arri-

ver le courant par intervalle ; c'est-à-dire que l'on pique un instant le liquide avec l'électrode et l'on répète l'opération jusqu'à ce que l'on ait obtenu le résultat voulu.

Le temps nécessaire pour passer en couleur varie de 10 à 40 secondes, suivant l'intensité du courant et la grandeur de l'objet ; il va sans dire que, dans cet espace de temps, on peut passer ensemble 6 à 12 paires d'aiguilles en communication avec le même conducteur, parce qu'alors elles ne forment qu'une seule pièce ; et notez bien qu'elles viennent d'une couleur plus uniforme qu'en ne passant qu'une seule aiguille à la fois.

Observations. — 1° Lorsque la pile marche trop fort, on voit les gaz oxygène et hydrogène se dégager sur les électrodes ; l'objet à colorer se couvre alors d'un fard grisâtre et l'électrode en fer se charge de plomb métallique en éponge : il n'y a plus moyen d'obtenir des couleurs, il faut repolir l'objet et diminuer le courant.

2° Si l'on soumet au courant une plaque de laiton d'une certaine grandeur, elle reste passive ; il est alors impossible de lui faire prendre une couleur quelconque, quelle que soit l'intensité de l'électricité. Dans ce cas, il faut commencer l'immersion par une petite partie de la plaque et ne l'enfoncer que graduellement à mesure qu'on voit qu'elle change de couleur.

3° Si l'objet à colorer est d'une grande dimension, il arrivera inévitablement qu'il prendra plusieurs couleurs, parce que les parties les plus éloignées du point d'attache sont celles qui se colorent le plus vite. Cet effet est d'autant plus sensible que le liquide est moins bon conducteur. Pour y remédier, il faut, comme je l'ai déjà dit, multiplier les points d'attache en plusieurs endroits, afin de répartir le fluide également, et se servir d'un électrode à plusieurs branches.

4° Un bain neuf produit toujours plusieurs nuances sur une même plaque, de quelque manière qu'on s'y

prenne; c'est en faisant usage du bain qu'il s'améliore. Pour parer à cet inconvénient et pour améliorer un bain neuf, on laisse tremper quelques minutes les aiguilles placées sur le râteau d'acier dans ce bain, avant de les mettre en couleur dans un vieux bain; c'est-à-dire que lorsqu'on a un bon bain qui donne une couleur uniforme, on en prépare un autre en y laissant tremper les aiguilles avant de les passer en couleur dans le bon bain, pour dissoudre ainsi les dernières traces des corps étrangers qui pourraient se trouver à la surface.

5° Lorsque la couleur est manquée, soit qu'elle ait plusieurs nuances, qu'elle soit trop foncée, terne ou tachée, on trempe l'objet dans l'acide acétique ou du fort vinaigre blanc, qui dissout l'oxyde de plomb sans attaquer le métal ; ainsi, on peut passer en couleur le même objet, deux ou trois fois sans le polir de nouveau, s'il est en or à 14 karats au moins.

6° Après avoir passé en couleur 5 ou 6 fois un objet fortement doré, la dorure est complètement enlevée ; il faut alors le dorer de nouveau et le brunir.

7° J'ai déjà dit que les pôles sont disposés à l'inverse de ce qui se fait pour la dorure ; c'est-à-dire que c'est au pôle zinc que l'on met l'électrode en fer que l'on tient de la main droite, et que c'est au pôle charbon que doit être attaché l'objet à mettre en couleur.

8° Si un objet coloré est mis au pôle zinc, et l'électrode en fer au pôle charbon, le tout dans le bain de plomb, l'oxyde de plomb sera dissous sans que le métal soit terni. On pourra donc remettre cet objet en couleur de suite en le changeant de pôle. Je préfère même ce moyen d'enlever la couleur à celui du vinaigre.

7. COLORATION D'UN BOUQUET DE FLEURS EN DIFFÉRENTES COULEURS.

Supposons un groupe de fleurs ciselées et gravées sur ne plaque en métal, pour broche ou épingle. Si la pla-ue n'est pas en or, on commence par la dorer fortement près avoir matté ou frisé le fond, et c'est sur ce fond ıat et doré que l'on opèrera la coloration de la manière uivante : on couvrira le fond et tout ce qui doit rester r avec l'épargne liquide noire au moyen d'un petit pin-eau, après quoi on passera en couleur. Lorsque toutes s fleurs auront la couleur rouge clair, on couvrira d'é-argne celles qui doivent rester de cette couleur, puis on assera le reste au violet ; ensuite on couvrira d'épargne elles qui doivent être violettes, et on continuera à passer n couleur jusqu'au bleu, que l'on couvrira également 'épargne ; et à la fin il ne reste de découvert que les euilles ; alors on pousse la coloration jusqu'au vert u'on peut encore nuancer, puisque le premier vert qui araît est foncé, et que si l'on tient l'objet dans le bain n instant de plus, il deviendra plus clair, et finirait par evenir jaune.

Quand la pièce est ainsi colorée, on dissout l'épargne ans l'essence de térébenthine à froid ; on lave avec une rosse douce et de l'eau de savon, puis avec de l'eau haude, et l'on essuie avec un linge fin.

Ces diverses couleurs, qui imitent les couleurs natu-elles des fleurs et qui sont posées sur un fond or ou ar-ent mat, font un effet admirable et laissent bien loin errière elles les peintures sur émail pour la vivacité et éclat ; mais malheureusement elles n'en ont pas la soli-ité. Quelques fleurs argentées, avec les étamines dorées, ont un bel effet dans les bouquets. Du reste, un artiste ntelligent peut varier beaucoup son coloris, et, au lieu e fleurs, il peut peindre des oiseaux et autres objets.

§ 8. COLORATION DES VIS DE MONTRES

Cette mise en couleur ne présente aucune difficulté. On prend une feuille de fer percée de trous de différentes grandeurs, dans lesquels la tige des vis peut entrer librement sans laisser passer la tête (fig. XXII); cette feuille est tenue par une tige, comme le râteau. Les vis d'acier doivent être trempées et polies très-noires, contrairement à celles que l'on bleuit par la chaleur, qui demandent un poli gris. Les vis d'une montre, ainsi colorées en rouge, font un fort bel effet, et si la tête est bombée, elles imitent assez bien des rubis; il en est de même d'un balancier à facettes polies.

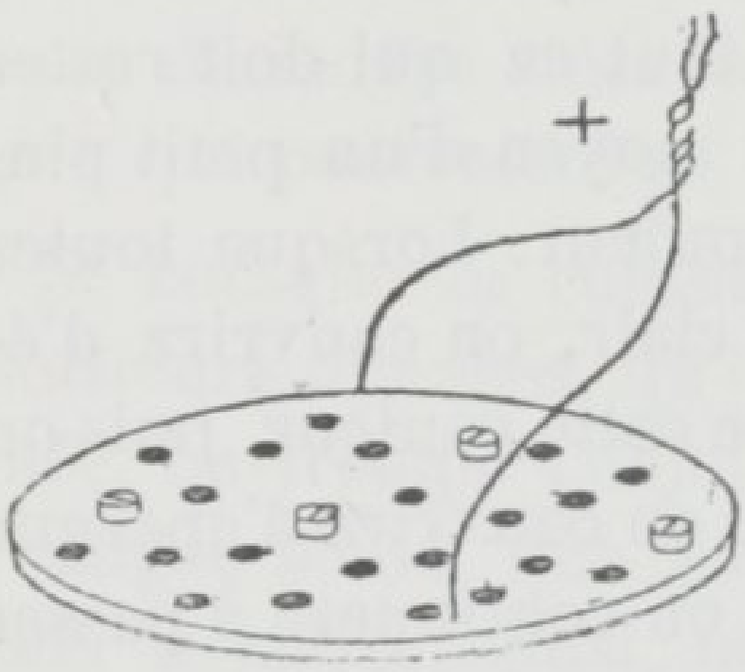


Fig. XXII.

§ 9. DES CAUSES D'ALTÉRATION DES COULEURS.

L'air sec n'altère nullement les couleurs de peroxyde de plomb; il n'en est pas de même de l'air humide, principalement s'il contient des traces d'acide sulfureux ou d'acide sulfhydrique; c'est pourquoi la transpiration fait changer les aiguilles d'une montre, si la boîte ne ferme pas hermétiquement. Un phénomène, que j'ai vu se reproduire très-souvent, c'est que, de deux paires d'aiguilles de même or, passées en couleur ensemble, dans le même bain et dans les mêmes conditions, la couleur d'une paire était entièrement changée après 8 jours, tandis que celle de l'autre paire n'avait subi aucune altération après une année. J'en ai cherché la cause sans succès pendant plus de deux ans; j'ai fait tous les raisonnements possibles, et je suis maintenant convaincu que cette prompte

altération est due à une très-faible quantité de potasse retenue, qui réagit promptement sur le peroxyde de plomb et le change en protoxyde, qu'elle peut ensuite dissoudre.

§ 10. MOYEN DE PRÉVENIR L'ALTÉRATION DES COULEURS.

Après avoir parlé des deux principales causes d'altération des couleurs, je dois indiquer ici les moyens de la prévenir, du moins pour le dernier cas. Il suffit, en effet, en sortant l'objet du bain de plomb, quand il a la couleur voulue, de le laver à l'eau bouillante, qui dilate le métal et enlève les dernières traces de potasse; on essuie et on sèche sur une plaque de fer chauffée sur la lampe à alcool. Les nombreux essais que j'ai faits ont tous parfaitement réussi.

Quant à l'application d'un vernis sur les objets colorés, voici ce que dit M. Becquerel :

« Le meilleur vernis serait sans aucun doute celui qui, « étant saturé d'oxygène, n'en enlèverait pas au corps « qu'il recouvre; or, aucun vernis ne possède cette pro- « priété; on est donc forcé de prendre celui qui est le « moins altérable à l'air.

« On distingue quatre espèces de vernis : 1° le vernis à « l'alcool ; 2° le vernis à l'essence de térébenthine; 3° le « vernis à l'huile de lin, et 4° le vernis à l'huile de lin « lithargée. Les résines employées pour faire les deux « premiers sont la gomme laque ou la gomme copal. « Les trois premiers vernis ne peuvent convenir, car ce « sont ceux qui altèrent le plus les couleurs. Le qua- « trième les altère aussi, mais moins, surtout quand il « est saturé de litharge, parce qu'alors il est moins dis- « posé à réagir sur le peroxyde. Voici la composition de « ce vernis : dans un pot vernissé, on met 1/2 litre « d'huile de lin, de 4 à 8 grammes de litharge en poudre

« fine, 2 grammes de sulfate de zinc, et l'on chauffe à « une chaleur modérée pendant plusieurs heures. Quand « la dissolution de plomb est faite, on filtre pour sépa- « rer la litharge excédante. Si l'huile est trop épaisse, on « la liquéfie avec de l'essence de térébenthine, qu'on a « fait bouillir préalablement dans un ballon avec de la « litharge, pour enlever l'acide succinique qui pourrait « s'y trouver, lequel altérerait les couleurs. Le vernis « ainsi préparé, on l'étend sur la pièce en couche fort « mince avec un pinceau, et on le fait sécher à une « douce température; quand la pièce est bien sèche, on « pose une seconde couche, que l'on fait également sé- « cher. A la première application du vernis, voici les ef- « fets que l'on observe : le bleu du second ordre dispa- « raît, de sorte que le vert bleuâtre devient vert-jaune ; « le jaune et le rouge changent très-peu. Quant aux cou- « leurs du troisième ordre, surtout le vert foncé, elles « restent intactes. Il faut dire que ce vernis ne jouissant « pas d'une transparence parfaite, puisqu'il est coloré « en brun, les couleurs perdent de leur éclat, mais ga- « gnent en solidité. »

J'ai reconnu, par un grand nombre d'expériences, que le vernis indiqué par M. Becquerel ne peut pas servir, et que, quel que soit le vernis appliqué sur les aiguilles de couleur rouge du second ordre (qui est celui auquel on s'arrête généralement), il fait passer le rouge au jaune; de sorte que l'on pourrait croire que le vernis enlève la couleur; mais il n'en est rien. Cette disparition apparente est due à une épaisseur ajoutée, qui modifie les rayons de lumière, puisqu'en dissolvant cette couche de vernis on retrouve le rouge intact. Du reste, il faut se souvenir qu'ici le phénomène des couleurs est l'effet d'une couche de peroxyde de plomb, qui, par lui-même, a toujours la même couleur. Mais à une très-faible épaisseur il modifie les rayons de lumière, de manière à nous faire

successivement distinguer le rouge, le bleu, le vert, à mesure que l'épaisseur s'accroît. Ainsi, en augmentant l'épaisseur, soit par un vernis, soit par un autre corps transparent, la couleur sera nécessairement modifiée.

Le peroxyde de plomb n'est pas le seul agent qui produise cet effet; j'ai déjà cité les oxydes transparents en général. Les combinaisons de chlore, de brome et d'iode avec l'argent se comportent de même que les oxydes, avec cette différence que les oxydes sont assez solides pour résister aux frottements. Ainsi, dans la photographie, on reconnaît que la plaque d'argent est couverte d'une couche de brôme ou d'iode plus ou moins épaisse d'après la couleur jaune, rouge ou violette, qu'elle prend quand on l'expose à ces couleurs.

§ 11. NOUVEAU PROCÉDÉ DE COLORATION DES MÉTAUX.

M. Vogel dit, que quand on fait fondre ensemble du ferrocyanure de potassium et du carbonate de potasse, pour préparer le cyanure de potassium, d'après M. Liebig, il se précipite du fer métallique. En chauffant ce fer au contact de l'air, on observe qu'il passe successivement par toutes les nuances mates de l'iris. Si l'on prépare le cyanure de potassium sur une feuille de platine, ce dernier métal se recouvre d'une couche adhérente de fer métallique qui, après avoir été suffisamment purifié par la chaleur, présente les plus belles nuances de l'arc-en-ciel. Le mat de cet enduit donne aux objets en platine, qui en sont recouverts, un aspect fort élégant.

Ce moyen pourra probablement être employé avec avantage pour décorer la bijouterie de platine, dont la couleur est si terne et si peu flatteuse. O. M.

FIN.

IMPRIMÉS.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.
IMPRIMÉS.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE.

PROCÉDÉS ORDINAIRES DE DORURE ET D'ARGENTURE.

Pages.

CHAP. I. Procédés de dorure. 1

§ 1. Dorure au mercure, généralités. 1
1° Préparation de l'amalgame. 2
2° Préparation des pièces.. 4
3° Dorure proprement dite. 6
4° Dangers de la dorure au mercure. . . . 9
5° Assainissement de la dorure au mercure. . 13
A. Recommandations et forge de d'Arcet. . 13
B. Forge de Muller. 19
C. Dorure Dufresne. 22

§ 2. Dorure au trempé. 28
Principes et origine de la dorure au trempé. . 28
1° Préparation des bains. 30
2° Préparation des pièces.. 35
3° Dorure proprement dite. 36
Procédé Bailly et Simon. 36

§ 3. Dorure à l'or moulu. 44

§ 4. Dorure mate, dorure brunie.. 52

§ 5. Dorure au sauté. 54

§ 6. — à la feuille ou au livret. 55

§ 7. — à l'or haché. 57

§ 8. — au bouchon ou au pouce. 57

§ 9. — à l'éther. 59

§ 10. — au pinceau. 60

§ 11. Autre dorure au pinceau.. 61

§ 12. Procédés divers.. 62

1° Dorure sur argent, par M. Normand.. . . 62
2° — sur bronze. 63
3° — des fils d'argent.. 65
4° — de l'aluminium. 66
5° — du fer et de l'acier. 66
6° — du fer par l'intermédiaire du cuivre.. 68
7° — du cuivre par amalgame. 68
8° — des barres de cuivre destinées au laminage. 68
9° Gravure dorée sur acier. 69
10° Moyen de donner à l'or seul ou à des dorures une couleur belle et foncée. . . 69
11° Moyen de dorer à l'huile, en or bruni, sur métal verni. 70
12° Dorure sur zinc au mat, par M. Poncel. . 72
13° Sur les divers genres de dorure, par Odolant-Desnos. 72
14° Procédé indien pour imiter la dorure.. . 76
CHAP. II. Procédés d'argenture. 77
§ 1. Argenture à la feuille ou au livret. . . . 77
§ 2. — au trempé.. 78
§ 3. — Mellawitz. 79
§ 4. — au pinceau. 80
§ 5. Autre argenture au pinceau. 80
§ 6. Argenture au feu. 81
§ 7. -- au pouce et au bouchon. 82
§ 8. — au chiffon.. 82
§ 9. Procédés divers. 84
1° Argenture du laiton.. 84
2° — des cadrans de montre.. 86
3° Argentures diverses peu solides. 86
4° Argenture au moyen de l'étain. 87

DEUXIÈME PARTIE.

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES.

Introduction.. 88
§ 1. Principes. 88
§ 2. Historique.. 90

CHAP. I. Qualités essentielles de la dorure et de l'argenture galvaniques. 96
§ 1. De l'adhérence. 96
§ 2. De l'épaisseur. 100
§ 3. De la couleur, du mat et du poli. 101
CHAP. II. Décapage. 102
§ 1. Décapage mécanique. 103
§ 2. — chimique. 103
§ 3. Précautions à prendre. 103
§ 4. Décapage du plomb et de l'étain. 105
§ 5. — du fer. 105
§ 6. — de la fonte. 106
§ 7. — de l'acier. 106
§ 8. — de l'argent. 107
§ 9. — des alliages imitant l'argent. 108
§ 10. — du zinc. 108
§ 11. — du cuivre et de ses alliages. 108
CHAP. III. Piles et appareils à décomposition. . . . 115
§ 1. Piles. 115
1. — de Daniell. 117
2. — de Bunsen. 123
3. — de Grove. 125
4. — au bichromate de potasse. 125
5. — thermo-électriques. 126
6. Recommandations pour les piles ayant un zinc; amalgamation du zinc. 126
7. Manière de réunir les conducteurs aux éléments. 128
8. Des anodes solubles. 130
§ 2. Appareils à décomposition. 132
CHAP. IV. Dorure galvanique. 136
§ 1. Bains de dorure. 136
1. Préparation du chlorure d'or. 137
2. — de l'ammoniure d'or. 141
3. — du cyanure d'or. 142
4. — de l'oxyde d'or. 143
5. Composition des bains. 143

A. Bains fonctionnant à froid. 144
B. — à chaud. 145
§ 2. Dorure proprement dite. 146
§ 3. Observations diverses. 151
1° Dorure à chaud. 151
2° — à froid. 151
3° Couleur blanche que prend quelquefois la dorure. 154
4° Manière d'obtenir les ors de couleur. . . 154
5° Dorure mate. 156
A. Matage mécanique. 162
B. Matage chimique 163
§ 4. Réparation des dorures. 165
§ 5. Dorure au pinceau électrique. 167

CHAP. V. Argenture galvanique. 170
§ 1. Bains d'argenture. 172
1. Préparation du nitrate d'argent. 173
2. — du chlorure d'argent. 173
3. — du cyanure d'argent. 174
4. Composition des bains. 179
§ 2. Argenture proprement dite. 185
§ 3. Observations diverses. 188
1. — de M. Roseleur. 188
2. — de M. Bouilhet. 188
3. Argenture de la fonte et de l'acier. . . . 190
A. Argenture de la fonte. 190
B. — de l'acier. 192
4. Argenture brillante. 202
5. Vieil argent et argent oxydé. 203
A. Vieil argent. 203
B. Argent oxydé. 204

CHAP. VI. Dorure et argenture galvaniques appliquées à l'horlogerie. 206
§ 1. Dorure des pièces de montres. 206
1. Procédés généraux. 206

2. Procédés particuliers. 219
3. Blanchiment des cadrans d'argent. . . . 224

CHAP. VII. Opérations complémentaires ou accessoires de la dorure et de l'argenture galvaniques. 225

§ 1. Gratte-bossage, brunissage, mise en couleur. 225
1. Gratte-bossage. 226
2. Brunissage. 227
3. Mise en couleur. 230
1. Dorure, or moulu.. 230
2. Argenture. 235

§ 2. Épargnes ou réserves. 239
1. Épargnes solides.. 239
2. — liquides. 241
3. Dorure de l'intérieur des vases. 242

§ 3. Dédorage et désargentage.. 243
1° Dédorage.. 243
2° Désargentage.. 245

§ 4. Traitement des vieux bains. 246
1° Anciens procédés. 246
2° Procédé Elsner. 247
3° — Boettger. 254
4° — Bolley.. 255

CHAP. VIII. Opérations complémentaires ou accessoires de la dorure et de l'argenture galvaniques (suite). 257

§ 1. Cuivrage rouge 257
1. Cuivrage au trempé.. 258
2. — à la pile. 259

§ 2. Laitonisage. 263

§ 3. Étamage à la pile. 266

§ 4. Autres dépôts métalliques.. 267
1. Platinage. 267
2. Cobaltisage. 270
3. Antimoniage. 271
4. Plombage, ferrage, etc.. 271
5. Nickelage. 272

APPENDICE.

COLORATION DES MÉTAUX AU MOYEN DES OXYDES MÉTALLIQUES ET DE L'ÉLECTRICITÉ.

Avant-propos. 274
§ 1. Oxydes transparents. 276
§ 2. Composition des bains. 278
§ 3. Préparation des objets à recouvrir. . . . 281
§ 4. Appareil galvanique. 282
§ 5. Nettoyage des objets avant la coloration. . 285
§ 6. Mise en couleur. 285
§ 7. Coloration d'un bouquet de fleurs en différentes couleurs.. 289
§ 8. Coloration des vis de montres.. 290
§ 9. Causes d'altération des couleurs. 290
§ 10. Moyen de prévenir l'altération des couleurs. 291
§ 11. Nouveau moyen de coloration des métaux. 293

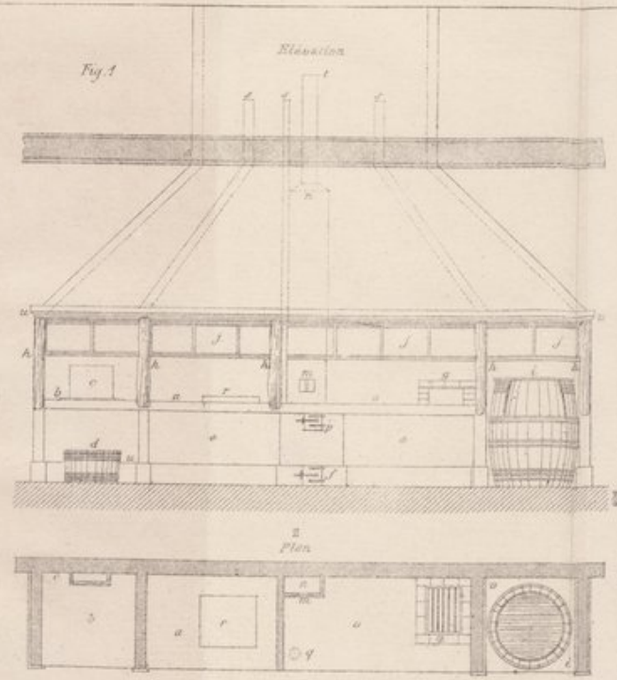
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

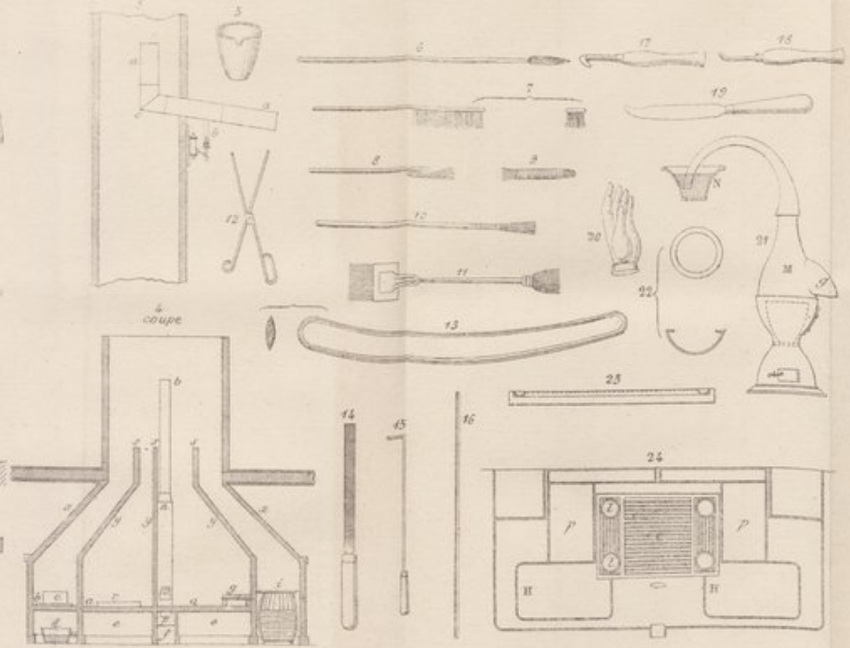
ERRATA

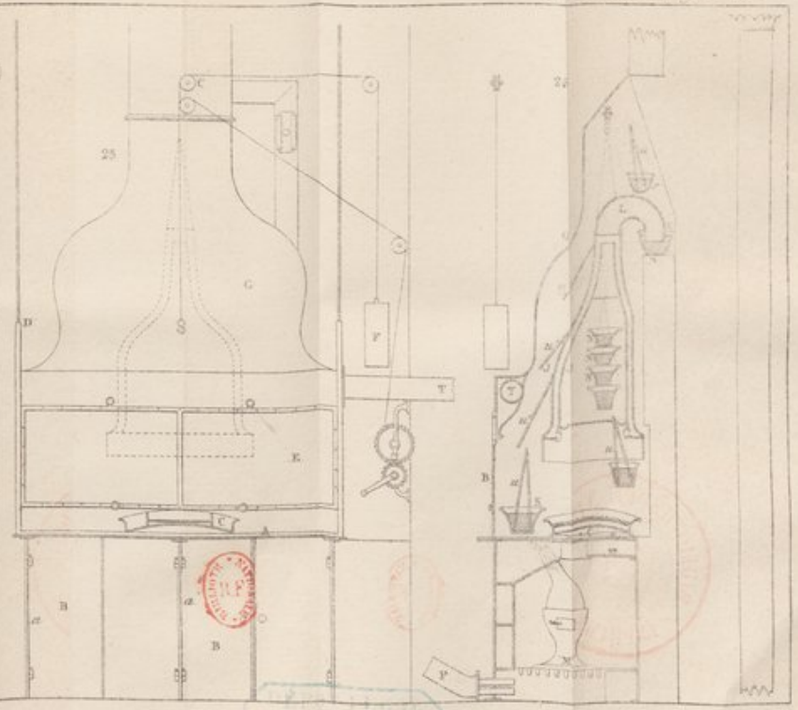
Pages 57. Au lieu de § 6, lisez : § 7.
59. — § 7, — § 9.
60. — § 8, — § 10.
61. — § 9, — § 11.
62. — § 10, — § 12.
69. — 8° et 9° — 9° et 10°.
70. — 10° — 11°.
71. — 11° et 12° — 12° et 13°.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE IMPRIMÉS

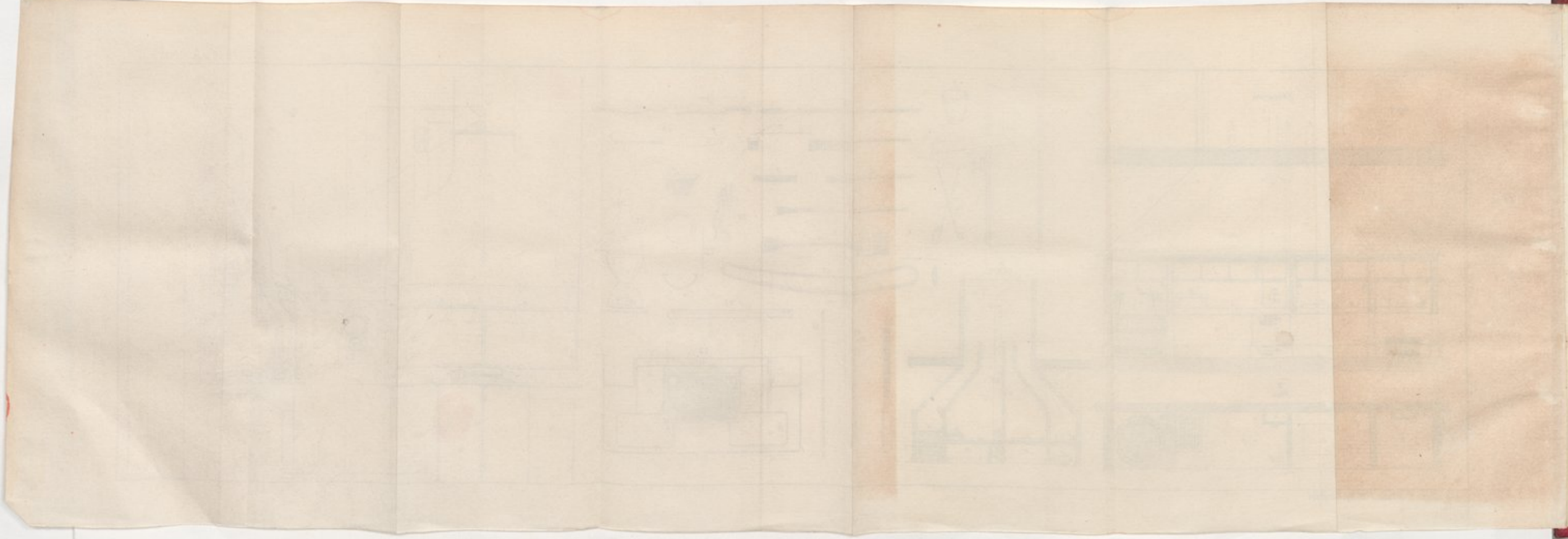
BAR-SUR-SEINE. — IMP. SAILLARD.







Imp. Goyer & Hermet Frères, 7, p. Dauphine.



BIBLIOTHEQUE NATIONALE DE FRANCE
3 7531 03971474 7

PREMIÈRE PARTIE.

Pages.
CHAP. I. Procédés de dorure
§ 1. Dorure au mercure, généralités
1° Préparation de l'amalgame
2° Préparation des pièces
3° Dorure proprement dite
4° Dangers de la dorure au mercure.
5° Assainissement de la dorure au mercure.
A. Recommandations et forge de d'Arcet
B. Forge de Muller
C. Dorure Dufresne
§ 2. Dorure au trempé
Principes et origine de la dorure au trempé
1° Préparation des bains
2° Préparation des pièces
3° Dorure proprement dite
Procédé Bailly et Simon
§ 3. Dorure a l'or moulu
§ 4. Dorure mate, dorure brunie
§ 5. Dorure au sauté
§ 6. Dorure à la feuille ou au livret
§ 7. Dorure à l'or haché
§ 8. Dorure au bouchon ou au pouce
§ 9. Dorure à l'éther
§ 10. Dorure au pinceau
§ 11. Autre dorure au pinceau
§ 12. Procédés divers
1° Dorure sur argent, par M. Normand
2° Dorure sur bronze
3° Dorure des fils d'argent
4°Dorure de l'aluminium
5° Dorure du fer et de l'acier
6° Dorure du fer par l'intermédiaire du cuivre
7° Dorure du cuivre par amalgame
8° Dorure des barres de cuivre destinées au laminage
9° Gravure dorée sur acier
10° Moyen de donner à l'or seul ou à des dorures une couleur belle et foncée
11° Moyen de dorer à l'huile, en or bruni, sur métal verni
12° Dorure sur zinc au mat, par M. Poncel
13° Sur les divers genres de dorure, par Odolant-Desnos
14° Procédé indien pour imiter la dorure
CHAP. II. Procédés d'argenture
§ 1. Argenture à la feuille ou au livret
§ 2. Argenture au trempé
§ 3. Argenture Mellawitz
§ 4. Argenture au pinceau
§ 5. Autre argenture au pinceau
§ 6. Argenture au feu
§ 7. Argenture au pouce et au bouchon
§ 8. Argenture au chiffon
§ 9. Procédés divers
1° Argenture du laiton
2° Argenture des cadrans de montre
3° Argentures diverses peu solides
4° Argenture au moyen de l'étain
DEUXIÈME PARTIE.
Introduction
§ 1. Principes
§2. Historique
CHAP. I. Qualités essentielles de la dorure et de l'argenture galvaniques
§ 1. De l'adhérence
§ 2. De l'épaisseur
§ 3. De la couleur, du mat et du poli
CHAP. II. Décapage
§ 1. Décapage mécanique
§ 2. Décapage chimique
§ 3. Précautions à prendre
§ 4. Décapage du plomb et de l'étain
§ 5. Décapage du fer
§ 6. Décapage de la fonte
§ 7. Décapage de l'acier
§ 8. Décapage de l'argent
§ 9. Décapage des alliages imitant l'argent
§ 10. Décapage du zinc
§11. Décapage du cuivre et de ses alliages
CHAP. III. Piles et appareils à décomposition
§ 1. Piles
1. Piles de Daniell
2. Piles de Bunsen
3. Piles de Grove
4. Piles au bichromate de potasse
5. Piles thermo-électriques
6. Recommandations pour les piles ayant un zinc; amalgamation du zinc
7. Manière de réunir les conducteurs aux éléments
8. Des anodes solubles
§ 2. Appareils à décomposition
CHAP. IV. Dorure galvanique
§ 1. Bains de dorure
1. Préparation du chlorure d'or
2. Préparation de l'ammoniure d'or
3. Préparation du cyanure d'or
4. Préparation de l'oxyde d'or
5. Composition des bains
A. Bains fonctionnant à froid
B. Bains fonctionnant à chaud
§ 2. Dorure proprement dite
§ 3. Observations diverses

1° Dorure à chaud
2° Dorure à froid
3° Couleur blanche que prend quelquefois la dorure
4° Manière d'obtenir les ors de couleur
5° Dorure mate
A. Matage mécanique
B. Matage chimique
§ 4. Réparation des dorures
§ 5. Dorure au pinceau électrique.
CHAP. V. Argenture galvanique
§ 1. Bains d'argenture
1. Préparation du nitrate d'argent
2. Préparation du chlorure d'argent
3. Préparation du cyanure d'argent
4. Composition des bains
§ 2. Argenture proprement dite
§ 3. Observations diverses
1. Observations de M. Roseleur
2. Observations de M. Bouilhet
3. Argenture de la fonte et de l'acier
A. Argenture de la fonte
B. Argenture de l'acier
4. Argenture brillante
5. Vieil argent et argent oxydé
A. Vieil argent
B. Argent oxydé
CHAP. VI. Dorure et argenture galvaniques appliquées à l'horlogerie
§ 1. Dorure des pièces de montres
1. Procédés généraux
2. Procédés particuliers
3. Blanchiment des cadrans d'argent
CHAP. VII. Opérations complémentaires ou accessoires de la dorure et de l'argenture galvaniques
§ 1. Gratte-bossage, brunissage, mise en couleur.
1. Gratte-bossage
2. Brunissage
3. Mise en couleur
1. Dorure, or moulu
2. Argenture
§ 2. Épargnes ou réserves
1. Épargnes solides
2. Épargnes liquides
3. Dorure de l'intérieur des vases
§ 3. Dédorage et désargentage
1° Dédorage
2° Désargentage
§ 4. Traitement des vieux bains
1° Anciens procédés
2° Procédé Elsner
3° Procédé Boettger
4° Procédé Bolley
CHAP. VIII. Opérations complémentaires ou accessoires de la dorure et de l'argenture galvaniques (suite)
§ 1. Cuivrage rouge
1. Cuivrage au trempé
2. Cuivrage à la pile
§ 2. Laitonisage
§ 3. Étamage à la pile
§ 4. Autres dépôts métalliques
1. Platinage
2. Cobaltisage
3. Antimoniage
4. Plombage, ferrage, etc.
5. Nickelage
APPENDICE.
Avant-propos
§ 1. Oxydes transparents
§ 2. Composition des bains
§ 3. Préparation des objets à recouvrir
§ 4. Appareil galvanique
§ 5. Nettoyage des objets avant la coloration
§ 6. Mise en couleur
§ 7. Coloration d'un bouquet de fleurs en différentes couleurs
§ 8. Coloration des vis de montres
§ 9. Causes d'altération des couleurs
§ 10. Moyen de prévenir l'altération des couleurs
§ 11. Nouveau moyen de coloration des métaux
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.