

tantes dans les arts est la dorure des différentes parties d'une montre. Cette dorure doit être très-solide pour pouvoir résister au frottement qu'éprouvent les diverses pièces d'un mouvement d'horlogerie; aussi a-t-on craint un moment d'être obligé de renoncer à l'emploi de la dorure électrique dans ce cas et de continuer à faire usage de celle au mercure, qui, outre les inconvénients déjà signalés sous le rapport de la salubrité, avait celui de risquer d'altérer la forme des pièces qui sont en général très-déliçates, par la nécessité où l'on était de les exposer au feu. Cet inconvénient, joint à celui qui résultait de l'altération de la trempe des pignons d'acier fixés aux roues, par l'effet de leur exposition au feu, avait même fait renoncer à dorer les roues des mouvements d'horlogerie. Il en résultait que non-seulement les roues qui sont en laiton devenaient vite ternes et noires, ce qui est d'un effet très-désagréable, mais que le laiton usait les pignons d'acier; car le laiton a la malheureuse propriété, lorsqu'il est exposé à un frottement continu sur l'acier, d'user ce dernier métal, et même quelquefois de gripper, ce qui n'a point lieu avec l'or, probablement à cause de l'absence de formation d'oxyde. Il était donc bien important de surmonter les difficultés que présentait encore la dorure électrique, de manière à pouvoir l'appliquer aux mouvements d'horlogerie; c'est à quoi on est parvenu, ainsi que nous allons l'indiquer en entrant dans quelques détails.

Les fabricants d'horlogerie remettent ordinairement au doreur les pièces à dorer bien adoucies, sans aucun trait; or, comme quelquefois il reste à la suite de cet adoucissage une légère couche de graisse ou d'huile, il est nécessaire de faire passer préalablement ces pièces dans de l'eau de soude bouillante pour les dégraisser; sans cela on serait exposé à ce que la couche déposée ne fût pas adhérente et à ce qu'elle présentât des taches vertes par la combinaison de l'huile avec la potasse du sel de la dissolution. Ce n'est pas tout; il faut, avant d'appliquer la dorure, grainer la pièce, c'est-à-dire y déterminer cette apparence de pointillé que l'usage a introduit, on ne sait trop pourquoi, mais sans laquelle le doreur verrait son ouvrage refusé. Ce grainage, pour divers motifs trop longs à énumérer,

ne peut pas se faire en creux en enlevant du métal par les acides. Il faut qu'il s'opère en relief par application du métal, et pour cela on se sert d'une poudre d'argent excessivement fine, qu'on se procure par différents moyens, les uns chimiques, les autres mécaniques, mais que les doreurs trouvent toute préparée dans le commerce. On mêle 1 partie en poids de cette poudre avec 12 parties de sel ordinaire très-sec et tamisé très-fin, 4 parties de crème de tartre également tamisée fin; puis, quand le mélange est intime, on ajoute de l'eau de manière à former une pâte claire; on y plonge une brosse semblable à une brosse d'habit, mais dont les soies sont plus serrées et plus fines. Quand la brosse a été bien imprégnée de la pâte, on s'en sert pour frotter les pièces piquées sur une plaque de liège, en ayant soin de ne pas frotter toujours dans le même sens, de peur d'avoir un grain allongé, tandis qu'il faut qu'il soit rond. Si on frotte trop longtemps le grain devient trop gros; il faut se borner à frotter une ou deux minutes. Les proportions de sel et de crème de tartre du mélange peuvent varier suivant le but qu'on se propose; ainsi, si on met plus de crème de tartre que la proportion indiquée ci-dessus, on obtient un grain plus fin et plus serré; on peut même arriver à avoir un grain qui donne un dorage mat en mettant pour 1 partie d'argent 18 de sel de cuisine et 8 de crème de tartre. Une fois la pièce grainée, il faut la *gratte-bosser*, opération qui se fait au moyen d'un instrument en forme de pinceau qu'on nomme *gratte-bosse* et qui est fait en fil de laiton très-fin; on frotte la pièce grainée avec cette espèce de brosse, en ayant soin que la surface soit humectée d'un liquide astringent tel qu'une infusion de marrons d'Inde; on obtient ainsi un grainé brillant et la pièce peut alors être dorée. Les doreurs pour l'horlogerie se sont depuis longtemps servis soit de la dissolution Ruolz, soit de celle indiquée par Böttiger, et qu'on obtient en dissolvant le chlorure d'or sec dans une solution de cyanure de potassium préparée d'après la méthode de Liebig, soit d'autres encore; mais l'expérience leur a montré que celle qui produisait les meilleurs résultats était la dissolution de l'ammoniaque d'or dans le cyanure blanc de potassium; elle est remarquable par la belle couleur d'or pur qu'elle donne,

par sa préparation facile¹ et par toutes les teintes qu'elle peut procurer en étant alliée à l'argent et au cuivre.

Nous ne reviendrons pas sur l'opération même du dorage, qui s'effectue en général suivant un procédé analogue à celui que nous avons décrit à la fig. 422. Ce qu'il importe le plus, c'est de savoir trouver l'intensité du courant convenable pour avoir la meilleure dorure. Car le même bain peut, suivant cette intensité, donner quatre ou cinq nuances différentes. La couleur de l'or la plus difficile à obtenir est celle de l'or à 18 karats, teinte qu'on tient à donner aux boîtes de montre qu'on dore. Les ouvriers en général se contentent pour apprécier l'intensité de leur courant d'évaluer approximativement la quantité d'oxygène qui se dégage à l'électrode positif, évaluation tout à fait inexacte, à cause de l'étendue et de la nature variables de cet électrode qui est tantôt en or, tantôt en platine, tantôt même en cuivre. Ce qu'il faudrait, ce serait d'adapter à chaque pile un galvanomètre et un rhéostat qui permet de retrouver pour chaque cas l'intensité voulue²; il serait nécessaire pour cela d'avoir des instruments d'un maniement plus commode pour les simples ouvriers que ceux que possède la science; nous ne croyons pas que ce fût une chose difficile à trouver.

Le même bain peut donc donner une série de couleurs diffé-

¹ Pour préparer cette dissolution, on dissout le chlorure d'or, provenant d'un ducat, traité par l'acide nitro-muriatique, dans deux décilitres d'eau, on ajoute environ 30 grammes d'ammoniaque liquide en remuant avec un tube de verre; il se forme un précipité d'ammoniaque d'or, qui est fulminant lorsqu'il est sec; aussi ne faut-il point le sécher; on se borne à filtrer et à laver le précipité jusqu'à ce que l'eau qui passe n'ait plus la moindre saveur salée. On plonge alors le filtre contenant le précipité encore humide dans une solution de cyanure de potassium qui renferme 10 grammes de cyanure pour la quantité d'or correspondante au ducat, ce qui fait 3 fois le poids de l'or. On tient le tout en ébullition avec un demi-litre d'eau distillée qu'on remplace à mesure qu'elle s'évapore, jusqu'à ce que le bain ait perdu complètement l'odeur ammoniacale; alors on retire le bain du feu, on le filtre, et il est prêt à servir en l'étendant plus ou moins; les couleurs sont plus éclatantes avec un bain concentré, mais il faut un courant plus fort.

² Cette idée appartient à M. Mathieu du Locle (canton de Neuchâtel), qui a publié un petit traité pratique du dorage galvanique auquel nous avons emprunté plusieurs détails.

rentes suivant l'intensité du courant; plus cette intensité est grande relativement à la surface à dorer, plus la dorure est rouge. Pour avoir une dorure pâle il faut ajouter de l'argent au bain; si la quantité d'argent ajoutée est de $\frac{1}{4}$ la dorure est déjà pâle, mais si elle est de $\frac{1}{2}$ on a l'or vert. Comme l'argent se dépose plus facilement que l'or, il faut de temps en temps en ajouter, mais en très-petite quantité, pour que la dorure reste pâle. Pour l'avoir rouge, il vaut mieux cuivrer l'objet avant de le dorer plutôt que de mettre du cuivre dans la dissolution, car on aurait alors une dorure brune terne. Ajoutons qu'un bain qui a servi et qui est déjà passablement épuisé d'or donne une dorure plus rouge qu'un bain neuf. La mise en couleur ordinaire qui consiste à agir sur l'or avec un mélange de certains sels¹, ne peut être employée utilement sur la dorure électrique; en effet, dans cette dorure, l'or appliqué est généralement de l'or fin sans alliage, sur lequel l'action du mélange est nulle, la mise en couleur ne peut réellement être utile que pour l'or à $\frac{750}{1000}$ ou au-dessous, puisque les sels n'ont d'autre effet que de dissoudre les métaux attaquables par eux et de mettre l'or fin à nu à la surface de l'objet.

A propos des différentes nuances que peut affecter la dorure, il ne sera pas inutile de revenir un instant sur la manière d'obtenir le mat qui, comme nous l'avons dit, est la conséquence de ce que la surface à dorer est mate elle-même. Or, il y a plusieurs manières de rendre mate la surface à dorer: moyens mécaniques, en employant de petits instruments ou broches de cuivre ayant à leurs extrémités de petits points que l'on imprime sur le métal; moyens chimiques, en corrodant la surface par des acides ou des mélanges de sel. Mais les deux moyens qui conviennent le mieux à la dorure électrique, c'est d'abord

¹ Voici la composition du mélange dont on se sert en général pour mettre l'or en couleur:

Nitrate de potasse.	40 parties.
Sulfate d'alumine.	25
Chlorure de sodium.	35

100

de grainer avec l'argent, suivant le procédé que nous avons indiqué, la surface à dorer, c'est aussi de recouvrir cette surface d'une couche mince de cuivre, au moyen de la décomposition du sulfate de cuivre opérée par un courant d'une intensité convenable, ce qui fait aussi un mat très-beau qui se reproduit sur la couche d'or. On obtient également un très-beau mat doré en dorant les cadrans ou autres pièces d'argent blanchies; blanchiment qu'on opère en plongeant l'objet d'argent ou argenté, après l'avoir fait chauffer jusqu'au rouge brun, mais lorsqu'il n'est plus rouge, dans une dissolution bouillante de 3 parties d'eau et de 1 d'acide sulfurique. Puis, après l'avoir laissé environ trente secondes dans ce bain bouillant, on le lave à l'eau chaude et on le plonge dans l'alcool pour enlever l'eau; on l'essuie ensuite avec un linge fin. Il faut avoir soin de tenir la pièce qu'on veut blanchir avec un fil de platine ou d'or, sans cela elle se tacherait dans le bain.

Il arrive souvent qu'il y a dans les objets à dorer des portions qui ne doivent pas l'être, et qui, par conséquent, doivent être recouvertes d'un vernis qui empêche l'or de s'y déposer; la composition et le mode d'application de ce vernis ne sont pas sans importance, surtout lorsqu'il s'agit de garantir les pignons d'acier que portent les roues en laiton des mouvements d'horlogerie et qui doivent être éprouvés par l'effet du grainage au frottement duquel il faut que ce vernis résiste, vu qu'on ne peut l'en préserver. L'un des meilleurs vernis consiste dans un mélange de 3 parties de résine colophane avec 1 partie de cire jaune, 1 d'oxyde rouge de fer et 2 ou 3 de bétuline, substance résineuse qu'on obtient en traitant l'écorce de bouleau par l'alcool, et qui a l'avantage de n'être pas soluble dans les alcalis¹.

¹ Il existe différents procédés pour recouvrir les pignons d'acier du vernis protecteur, opération qu'on nomme *épargner* les pignons; il faut seulement auparavant laver la roue entière à l'alcool pour enlever les corps gras; puis, après avoir épargné les pignons, on décape, on sèche la pièce à la sciure de bois, on la pique sur un liège; ensuite on la graine et on la gratte-bosse. Cela fait, on la dore, on dissout l'*épargne* (c'est le nom donné au vernis qui recouvre le pignon) dans l'huile d'olive chaude; on gratte-bosse la dorure, et enfin on lave la pièce dans l'alcool et on l'essuie avec un linge fin.

L'application de ces vernis permet également de produire sur la même pièce des dorures de différentes couleurs et même d'appliquer à volonté l'or, l'argent sur des endroits déterminés à l'état mat ou brillant et d'établir ainsi de charmants ouvrages en damasquinerie.

Parmi les applications de la dorure électrique, il en est une qui, imaginée par M. Hammann, artiste distingué de Genève, a donné des résultats satisfaisants; elle consiste à remplacer dans la gravure à l'eau-forte le vernis ordinaire du graveur par une couche d'or très-mince déposée sur la planche de cuivre par le courant électrique. Cette couche n'offre pas plus de résistance que le vernis pour le travail à la pointe, et elle est pourtant assez forte pour résister au mordant, qui est, comme on le sait, l'acide nitrique étendu.

Nous ne terminerons pas ce paragraphe sans dire quelques mots des essais qu'on a faits pour appliquer aux arts la découverte de Nobili des dépôts colorés obtenus à l'électrode positif par la décomposition de l'acétate de plomb. M. Becquerel a étendu et perfectionné ce procédé qui repose sur les mêmes principes que celui du dorage et de l'application des métaux par voie électrique, avec la seule différence qu'ici ce sont des oxydes et non des métaux réduits qu'on dépose sur les surfaces qu'on veut recouvrir. C'est principalement les peroxydes de fer et de plomb que M. Becquerel a réussi à déposer en couches minces adhérentes, non-seulement sur l'or, le platine et l'argent, mais, ce qui est bien plus essentiel, sur le cuivre, le fer et autres métaux usuels, afin de les préserver des influences atmosphériques. Il faut, pour opérer ces dépôts, que les peroxydes soient dissous dans les alcalis; savoir: le peroxyde de plomb dans la potasse, et le peroxyde de fer dans l'ammoniaque. On obtient avec la première dissolution sur une plaque de fer ou de cuivre, servant d'électrode positif, un dépôt d'une couleur d'un noir plombé sur le fer et d'un noir de jayet sur le cuivre, qui est susceptible de prendre un beau poli en restant très-adhérent. Avec la seconde dissolution, la couleur du dépôt est brun-rouge, pourvu que la lame reste peu de temps immergée; mais si le courant passe plus longtemps, la couche déposée

prend une teinte de plus en plus foncée qui finit par devenir violette. Ces dépôts n'ont pour but, en raison de l'inaltérabilité des oxydes dont ils sont formés, que de préserver les surfaces métalliques qu'ils recouvrent de toute altération de la part des agents atmosphériques; mais s'il s'agit d'ornementation, il faut employer le dépôt de peroxyde de plomb en couches très-minces, ce qui permet d'obtenir des teintes colorées aussi remarquables par leur variété que par leur éclat. Il faut pour que cet éclat soit le plus grand possible que la surface destinée à recevoir le dépôt ait été polie au mieux en étant frottée avec la peau et le rouge d'Angleterre, ce qui détermine la réflexion d'une plus grande quantité de lumière et rehausse par conséquent la vivacité des couleurs produites par le jeu de la lumière dans ces lames minces. On ne peut obtenir ces dépôts que sur l'or ou l'argent ou sur les métaux fortement dorés ou argentés, vu que le métal devant être plongé dans la dissolution comme électrode positif, il serait attaqué s'il était d'une nature oxydable, et alors sa surface étant altérée, les couches de peroxyde ne s'y déposeraient plus de manière à produire les effets désirés.

Pour recouvrir les surfaces métalliques d'un dépôt de peroxyde de plomb qui présente des teintes aussi vives que celles

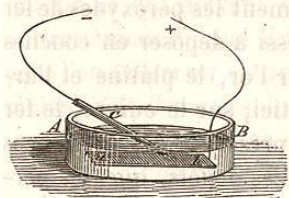


Fig. 423.

des lames minces de Newton, on attache l'objet *a b*, dont on veut colorer la surface, au pôle positif d'une pile de Bunzen de 2 ou 3 couples; on le plonge dans le vase AB contenant la dissolution de peroxyde de plomb dans la potasse; puis on prend à la main un fil de platine C, communiquant avec le pôle négatif de la pile, et on le promène dans le liquide à une certaine distance de la lame. Aussitôt le dépôt commence et présente les couleurs successives des lames minces. Si le fil est très-près du milieu de la lame, il se forme sur sa surface une série d'anneaux colorés de nuances très-vives, ce qui est dû à ce que le dépôt a une épaisseur variable du centre à la circonférence; ce sont des anneaux de ce genre qu'avait obtenus Nobili; mais si

l'on tient le fil un peu loin de la lame, celle-ci se colore d'une manière à peu près uniforme. Seulement les couleurs changent avec la durée de l'opération, c'est-à-dire avec l'épaisseur de la couche mince transparente, et elles se succèdent effectivement dans le même ordre que dans les anneaux colorés vus par transmission, ainsi que l'a observé M. E. Becquerel. Si l'on a dépassé dans l'opération le point nécessaire pour produire la couche de la couleur voulue, ou si le dépôt n'est pas convenable, on n'a, pour le faire disparaître totalement, qu'à laver la lame dans une dissolution étendue d'acide acétique, et la surface est aussi nette qu'avant l'opération et prête à recevoir une nouvelle couche de peroxyde. Il faut d'un autre côté, quand l'opération a réussi, avoir soin, après qu'elle est achevée, de laver à grande eau pour enlever la potasse qui, sans cela, réagirait sur le peroxyde et le décomposerait.

On conçoit facilement que ce mode de coloration ne peut servir que pour de petits objets si l'on veut que la teinte soit uniforme; aussi quand on veut produire des objets d'ornement de nuances différentes, on a soin d'agir sur des pièces séparées à chacune desquelles on donne une teinte uniforme, et que l'on monte ensuite toutes ensemble. Cependant on peut donner des couleurs différentes aux diverses parties d'un même objet en recouvrant d'un vernis celles de ces parties qui ne doivent pas recevoir la même couleur, pendant que les autres reçoivent le dépôt. Ainsi, je suppose qu'on ait à colorer un groupe de fleurs ciselées et gravées sur une plaque en métal, de différentes couleurs, voici comment on s'y prendra: Si la plaque n'est pas en or, on commencera par la dorer fortement après en avoir maté le fond; c'est sur ce fond mat et doré qu'on opérera la coloration. On couvrira le fond et tout ce qui doit rester couleur d'or avec un vernis, soit épargne liquide¹, au moyen d'un

¹ Voici la composition de cette épargne, qui peut servir dans bien des cas:

Vernis copal très-siccatif.	9 parties.
Noir de fumée.	1

10

On dissout cette composition dans l'essence de térébenthine, que l'on chauffe avec précaution.

petit pinceau, puis on commencera l'opération. Lorsque toutes les fleurs auront la couleur rouge clair, qui est la première qui se montre, on couvrira d'épargne celles qui doivent rester de cette couleur, puis on portera le reste au violet; on couvrira d'épargne celles qui doivent être violettes, on continuera à pousser ce qui reste en couleur jusqu'au bleu que l'on couvrira également d'épargne. Il ne reste plus à la fin de découvert que les feuilles; alors on pousse la coloration jusqu'au vert qu'on peut encore nuancer, puisque le premier vert qui se montre est foncé, que si on prolonge l'opération un instant de plus, il devient plus clair et qu'il finirait par devenir jaune. Quand la pièce est ainsi colorée, on dissout le vernis dans l'essence de térébenthine à froid; on lave avec une brosse dans de l'eau de savon, puis ensuite avec de l'eau chaude, et on essuie avec un linge fin. Ces diverses couleurs, qui imitent les couleurs naturelles des fleurs et qui sont posées sur un fond or ou argent mat, ont un très-bel aspect. On comprend, du reste, qu'on peut varier beaucoup le coloris et peindre, au lieu de fleurs, des oiseaux et d'autres objets. On a, par exemple, appliqué ce procédé à la coloration des aiguilles et des vis de montres, et on les a colorées en rouge, de façon à produire un très-bel effet. Il faut seulement faire attention que les couleurs paraissent toujours moins foncées dans le bain qu'elles ne le sont en réalité, il faut sortir les objets avant qu'ils aient atteint en apparence la couleur voulue. Le seul inconvénient que présente le mode de coloration par le moyen des dépôts électro-chimiques de peroxyde, c'est sa susceptibilité à s'altérer, soit par le contact des mains humides, soit par la simple exposition prolongée à l'air. Il faut donc placer les objets ainsi colorés sous verre. Ce qu'il vaudrait le mieux serait de les recouvrir d'un vernis aussi incolore que possible qui fût sans action sur le peroxyde de plomb; mais il ne paraît pas qu'on ait encore réussi à trouver un vernis dont l'application laisse les couleurs parfaitement intactes.

§ 4. Application à la galvanoplastie.

Autant il importe dans la dorure et dans l'application des

métaux les uns sur les autres, que les dépôts soient adhérents, autant il est indispensable, dans la galvanoplastie, qu'ils le soient peu. La galvanoplastie a, en effet, pour objet d'obtenir, au moyen d'un dépôt métallique qui s'opère sur un moule en creux ou en relief servant d'électrode négatif dans une solution métallique, l'empreinte de la surface de ce moule. On comprend donc combien il est important que le dépôt puisse se détacher facilement et sans se briser. Nous verrons dans l'instant comment ce but peut être atteint; mais disons auparavant quelques mots de la découverte même de la galvanoplastie.

Deux physiciens peuvent également la réclamer comme leur appartenant, M. Spencer en Angleterre et M. Jacobi en Russie. C'est en décomposant le sulfate de cuivre et en recueillant le cuivre à l'électrode négatif que les deux physiciens observèrent que les molécules de ce métal s'agrégeaient fortement ensemble, et prenaient l'empreinte de tous les creux et reliefs qui se trouvent sur la surface de l'électrode. L'un et l'autre réussirent à reproduire en creux des monnaies, des médailles et d'autres objets en relief; tous les deux reconnurent que, pour que le dépôt réunît toutes les conditions nécessaires d'homogénéité et de solidité, il fallait toujours opérer avec une solution de sulfate de cuivre saturée. M. Spencer ne se borna pas à mouler en creux les objets en relief, mais il se servit encore des moules eux-mêmes pour obtenir des épreuves qui étaient les *fac-simile* des objets, et il appliqua son procédé à la reproduction de caractères typographiques, de planches de cuivre gravées en taille-douce, etc. M. Jacobi, tout en se livrant au même genre d'application, imagina quelques perfectionnements dans le mode d'opérer; il eut l'idée de se servir d'une pile d'un ou plusieurs couples pour décomposer le sulfate en prenant pour électrode positif une lame de même nature que le métal en dissolution, du cuivre avec le sulfate de cuivre, de façon à remplacer par le métal dissous à l'électrode positif, la portion qui disparaît de la dissolution équivalente¹. M. Spencer et M. Jacobi ne s'étaient

¹ On sait que l'équivalence n'est jamais parfaite, ce qui tient à des causes que nous avons déjà analysées (Tome II, page 325).