

on le met sur le feu pour le chauffer légèrement. Une très-faible solution d'ammoniaque ou de sulfate de potasse donne aussi au cuivre une belle couleur bronze. On parvient à obtenir une teinte de bronze florentin fort belle en chauffant simplement l'objet en cuivre, par exemple une médaille, jusqu'à une certaine température; il faut avoir soin seulement que le chauffage se fasse également sur tous les points, afin que l'oxydation, qui est la cause du phénomène, soit uniforme sur toute la surface.

De la même manière qu'on reproduit des médailles, on peut avec la galvanoplastie reproduire des cadrans de montres plus ou moins ciselés ou ornés; il faut pour cela se servir d'un cadran modèle, qu'il est préférable d'avoir en or ou en argent, parce que ces métaux sont ceux sur lesquels on obtient le plus beau guilloché sans nuances et qui se coupent le mieux sous le burin du graveur; on peut également fabriquer ainsi les fonds de boîtes de montres. Nous ne pourrions, sans nous étendre outre mesure, énumérer toutes les formes d'application qu'offre la galvanoplastie; mais, si nous ne pouvons entrer dans tous ces détails, il nous sera permis de citer M. Boquillon, comme étant une des personnes qui ont le plus contribué à perfectionner cet art nouveau par divers procédés pratiques qu'il a imaginés.

Au lieu de reproduire, au moyen d'un moule, des objets d'art, on peut vouloir seulement les recouvrir d'une couche de cuivre, pour leur donner un air massif et leur permettre de résister à l'action de l'air et de l'humidité. Tel est par exemple le cas pour de petites statuettes et autres ouvrages modelés en plâtre; il faut commencer par rendre leur surface conductrice à l'aide de la plombagine ou d'une poudre métallique; puis on les plonge dans l'un des appareils que nous avons décrits. Afin d'obtenir que l'épaisseur du dépôt soit uniforme, ce qui est essentiel pour conserver aux différentes parties en relief de l'objet leurs proportions relatives, on doit chercher à donner à la lame de cuivre qui sert d'électrode positif une forme aussi analogue que possible à celle que présenterait une empreinte prise sur le modèle. Diverses autres précautions sont

nécessaires quand l'objet est d'une dimension considérable, comme par exemple de procéder par des opérations successives en recouvrant d'un vernis isolant les parties où l'épaisseur de la couche de cuivre est suffisante pour augmenter cette épaisseur dans les autres. Quand il s'agit de recouvrir de cuivre des insectes, des fruits, il suffit de les enduire de plombagine et d'enfoncer quelque part une épingle, qui sert à établir la communication avec le pôle négatif de la pile.

L'une des plus importantes et les plus élégantes applications de la galvanoplastie est celle qui concerne ce qu'on peut nommer l'électrotypie, c'est-à-dire la reproduction de planches destinées à la gravure ou à l'impression. M. Spencer, comme nous l'avons dit, s'était beaucoup occupé de cet objet, et l'identité parfaite des empreintes obtenues ainsi avec les modèles jusqu'au point que les lignes les plus délicates, même celles qui ne sont visibles qu'au microscope, étaient reproduites, avait fait penser que ce procédé serait précieux pour la reproduction des planches gravées en cuivre et en acier. Le dessin gravé étant en creux, il faut commencer par obtenir un moule en relief, avec lequel on se procure un moule en creux semblable à l'original. Pour éviter, ce qui est assez difficile, l'adhérence entre l'original et le moule en relief, on peut employer divers moyens, tels que de recouvrir sa surface d'une pellicule mince d'un corps gras ou de cire en la frottant à chaud avec ces corps, tels que de placer la plaque dans un lieu frais pendant vingt-quatre heures, ce qui détermine la formation d'une couche d'air assez forte pour empêcher l'adhérence. M. Mathiot des États-Unis a proposé d'employer la vapeur d'iode, dont nous avons déjà vu l'efficacité dans ce cas; mais alors, pour que son effet soit uniforme et s'exerce également sur toutes les parties de la planche gravée, il faut commencer par argenter celle-ci. Pour préparer ses plus grandes planches de 10 pieds carrés de surface, M. Mathiot emploie la dissolution d'un grain (0^g,065) d'iode dans 20,000 grains d'alcool concentré. La délicatesse des traits de la plaque est si peu diminuée par l'emploi de ce moyen chimique de prévenir l'adhérence, que M. Mathiot a pu électrotyper sept fois en relief et en creux

successivement une même planche gravée, sans qu'on ait pu apercevoir la moindre différence entre la dernière reproduction et l'original. Les grandes cartes des côtes de l'Amérique ont été reproduites, par ce procédé électrotypique. Il faut dans ces opérations, avoir soin de placer les planches horizontalement et d'opérer lentement, afin d'obtenir un dépôt de cuivre suffisamment compacte et dur. Si les planches sont en acier, comme elles ne peuvent être plongées dans aucune des dissolutions de cuivre sans être attaquées, on doit obtenir la première épreuve en argent, et alors on peut avoir la contre-épreuve en cuivre; mais le résultat de cette manière d'opérer n'est pas toujours satisfaisant.

Quoique la reproduction d'une planche par le dépôt direct du cuivre soit le mode qui paraisse donner les meilleurs résultats, cependant il est des cas, et en particulier lorsqu'il s'agit de planches d'acier, où il est préférable de se procurer un moule en prenant l'empreinte de la planche gravée avec de la cire ou de la gutta-percha, ou mieux encore avec une lame de plomb bien décapée. A cet effet, on place cette lame dans une presse à imprimer en taille-douce au-dessus de la planche gravée, et on la recouvre d'une plaque de fer.

On peut également reproduire des planches gravées sur bois, et pour cela on commence par prendre une copie en creux en recouvrant la surface supérieure de la planche d'une couche de plombagine, et sa surface inférieure ainsi que ses côtés avec de la cire ou de la graisse, pour empêcher l'absorption. Ce procédé est précieux pour multiplier en cuivre les gravures sur bois, les vignettes et les ornements divers qu'on emploie dans l'imprimerie, et qui sont connus sous le nom de *clichés*.

Tous les procédés que nous venons de décrire, et d'autres encore analogues sur lesquels il serait inutile d'insister, consistent à faire déposer du cuivre galvanoplastiquement, soit sur des planches gravées en creux pour avoir des contre-épreuves en relief sur lesquelles on opère un second dépôt qui donne une planche semblable à l'original, soit directement sur des moules en relief préparés par les moyens indiqués.

Il nous reste à parler de quelques modes de reproduction des

dessins qui donnent de beaux résultats. Ainsi M. le duc de Leuchtemberg a eu l'idée de remplacer l'encre d'imprimerie, avec laquelle on couvre la planche de cuivre dont on veut avoir une copie, par un mélange de résine de Damara, de rouge de fer et d'essence de térébenthine, et avec lequel il fait tirer une épreuve sur papier très-mince. Cette épreuve encore fraîche est appliquée sur une planche de cuivre ou d'argent poli, de sorte que le dessin touche à la plaque, et, après la dessiccation, on enlève le papier au moyen de l'eau, pour ne laisser que le dessin marqué à l'encre sur la surface du cuivre. En reproduisant cette planche par le procédé électrotypique, on obtient une planche en creux propre au tirage sous la presse en taille-douce.

C'est sur un principe semblable que repose le plus remarquable sans contredit des procédés électrotypiques, auquel M. de Kobell de Munich, son inventeur, a donné le nom de *galvanographie*. On fait au lavis, sur une plaqué de cuivre argentée, le dessin qu'on veut reproduire avec une couleur unique, telle que de l'encre un peu épaisse, ou mieux encore avec une couleur à l'encaustique préparée au moyen d'une dissolution de cire dans l'essence de térébenthine ou dans du baume de copahu¹. On peut aussi se servir simplement d'une couleur composée avec du crayon lithographique de l'espèce la plus dure, pulvérisé et délayé dans de l'eau distillée. Les tons forts sont donnés par les plus grandes épaisseurs de couleurs, les demi-teintes par les épaisseurs moindres, et les lumières par l'absence de toute couleur; c'est ainsi que l'on forme des dessins. Sans nous arrêter à divers détails relatifs à la manière de perfectionner le dessin de façon à obtenir les clairs et les ombres ainsi que leurs diverses nuances, nous nous bornerons à ajouter que c'est sur ce dessin qu'on dépose par la galvanoplastie une couche de cuivre assez épaisse pour former une planche capable de résister à la pression, et qui présente en creux tous les traits depuis les plus forts jusqu'aux plus fins, ce qui la rend apte à servir pour la gravure.

¹ M. de Kobell s'est aussi servi avec succès d'une couleur composée d'essence de térébenthine, tenant en dissolution de la résine de Damara et colorée avec du peroxyde de fer.

On peut encore, au lieu de faire un dessin sur une planche en cuivre, y appliquer mécaniquement l'objet même qu'on veut reproduire, après avoir eu soin de l'enduire d'un mélange de térébenthine et d'esprit-de-vin, pour le fixer et l'étendre mieux sur la planche. On place au-dessus une lame de plomb pur et décapé, et on presse le tout; ce corps laisse une empreinte en creux sur le plomb; on dépose alors sur cette lame, par voie galvanoplastique, une plaque de cuivre qui produit en relief l'objet pressé; et si l'on fait un second dépôt sur cette plaque, on a une planche de cuivre en creux propre à donner à l'impression une épreuve de l'objet. C'est par ce procédé que MM. Auer et Worring, à Vienne, ont reproduit avec une exactitude et une vérité frappantes des objets de toute nature, des dentelles, des broderies, des fleurs, des feuilles d'arbre, des plantes entières, des fossiles, des insectes, etc. Tous ces objets sont reproduits avec leurs couleurs et leur relief naturel, ou simplement en noir. Il faut une grande habileté pour bien encrer les planches lorsqu'il s'agit de les imprimer en plusieurs couleurs. On peut se servir de la première planche en cuivre qu'on obtient et qui est en relief, sans avoir besoin de recourir à la contre-épreuve en creux. Seulement, pour l'imprimer, on pose la couleur au moyen du rouleau à encrer, au lieu de la frotter dans les profondeurs, comme cela se pratique pour celle en creux.

L'exactitude et la délicatesse avec lesquelles la couche galvanoplastique reproduit les moindres détails de la planche sur laquelle on la dépose, ont fait penser à M. Fizeau qu'on pouvait obtenir une gravure des épreuves daguerriennes en déposant du cuivre sur la surface de la plaque où se trouve l'image. On trouve en effet sur le cuivre une image semblable à celle de l'original, mais symétrique comme si elle était vue dans un miroir. Cet effet est dû à ce que sur la plaque daguerrienne les ombres sont formées par les parties polies de la plaque, et les clairs par les parties mates; or, la surface de la plaque galvanoplastique se trouve aussi polie là où elle correspond au poli de la plaque daguerrienne, et mate là où cette plaque est mate. Seulement, pour éviter l'adhérence du cuivre à

la plaque daguerrienne, il est nécessaire de fixer au chlorure d'or l'image positive déposée sur la plaque. Ce procédé, qui équivaut au dépôt d'une couche d'or infiniment mince sur l'épreuve daguerrienne, permet de plonger celle-ci impunément dans le bain de sulfate de cuivre.

M. Grove a cherché à transformer d'une manière immédiate les plaques daguerriennes en planches gravées; mais alors ce n'est plus en faisant déposer sur leur surface une couche de cuivre galvanoplastique, mais en plaçant au contraire la plaque daguerrienne au pôle positif d'une pile voltaïque dans des dissolutions qui attaquent l'argent et non le mercure. Après beaucoup d'essais faits conjointement avec M. Gassiot, M. Grove a trouvé que la dissolution la meilleure était un mélange d'un volume d'eau distillée et de deux volumes d'acide hydrochlorique. Ces deux physiciens placent la plaque dans une auge remplie de cet acide en y plongeant parallèlement une lame de platine de même dimension, qui sert d'électrode négatif et qu'on a soin de platiniser, pour empêcher que l'hydrogène n'adhère sur un point quelconque de sa surface, ce qui ferait que la partie correspondante de la plaque daguerrienne éprouverait une moindre action. Il faut avoir soin de vernir avec une solution de gomme laque le dos et les bords de la plaque daguerrienne. Quand on enlève la plaque et qu'on l'a lavée avec de l'eau distillée, on trouve qu'elle présente un beau dessin, couleur de terre de Sienne, de l'image originale; effet qui provient de ce que le chlore qui se dégage de sa surface, en attaquant les parties de cette plaque où l'argent est à nu, produit un sous-chlorure de couleur foncée. Pour le faire disparaître, on plonge la plaque dans une solution très-faible d'ammoniaque, et on frotte doucement la surface avec du coton très-mou jusqu'à ce que le dépôt soit dissous; on lave ensuite et on sèche avec soin. On a alors une planche qui représente la gravure parfaite du dessin original, et qui donne par conséquent une image positive. Seulement il faut beaucoup de précautions si l'on veut, pour avoir une bonne impression, obtenir une gravure suffisamment profonde et qui pourtant ne le soit pas assez pour que les lignes empiètent les unes sur les autres, ce qui altérerait la beauté

des images. Ce n'est que par une longue expérience et après quelques tâtonnements que MM. Grove et Gassiot sont parvenus à déterminer la quantité et l'intensité du courant, la distance entre les deux plaques servant d'électrodes, et enfin la durée de l'opération, les plus propres à assurer le succès du résultat. Un couple de Grove, comme source d'électricité, 5 millimètres de distance entre les deux plaques, 25 à 30 secondes pour la durée de l'opération, quitte à replonger encore la plaque quelques secondes si ce temps n'a pas suffi, telles sont les données qui résultent des recherches des deux physiciens. Ajoutons que les plaques gravées ainsi sont d'une telle finesse, qu'elles résistent difficilement à l'action de la presse, ce qui fait que le nombre des épreuves qu'on peut en tirer est très-limité.

M. Smee a eu aussi l'idée de placer au pôle positif d'une pile formée de 1 à 2 couples, et de plonger dans une solution de sulfate de cuivre, une planche de cuivre recouverte d'une couche de vernis destinée à la gravure à l'eau-forte, remplaçant ainsi par l'action de l'oxygène et de l'acide dégagés à sa surface, celle de l'acide nitrique étendu sur le cuivre mis à nu avec la pointe fine. Il faut avoir soin que la plaque qui sert d'électrode négatif ne soit pas plus grande que la positive. On peut, avec quelques précautions, déterminer par ce mode de gravure des traits plus ou moins profonds, ce qui fait qu'on obtient très-facilement des gradations du clair à l'obscur. M. Walker, qui s'est beaucoup occupé des questions relatives à la galvanographie, art dans lequel il a introduit plusieurs perfectionnements de détail, avait imaginé, pour obtenir une bonne gravure, de déposer sur une plaque en cuivre, préalablement trempée dans l'acide nitrique étendu, une épreuve toute fraîche d'une planche gravée; au moyen de la presse, on détermine le transport de l'encre de l'épreuve sur la planche de cuivre. Puis on dore légèrement cette planche avec le courant électrique; l'or ne se dépose pas sur les parties revêtues d'encre, mais seulement sur le cuivre; on lave avec l'essence de térébenthine, qui dissout l'encre grasse et met à nu le cuivre dans tous les points que recouvrirait cette encre. On place alors dans le sulfate de cuivre

la planche ainsi préparée en la faisant communiquer au pôle positif, et on obtient de cette manière une gravure excellente.

Liste des principaux travaux relatifs aux sujets traités dans ce chapitre.

- Grotthuis.* — Végétations métalliques. — *Annales de ch.* T. LXIII, p. 5.
Bucholz. — *Idem.* — *Annales de ch.* T. LXVI, p. 226.
Fischer. — *Idem.* — *Ann. der physik*, 1835.
Bunzen. — Préparation des métaux par voie galvanique. — *Ann. der physik* (1854). T. XCII, p. 648. — *Annales de ch. et de phys.* (N. S.). T. XLI, p. 354.
Matthiessen. — *Idem.* — *Annales de ch. et de phys.* (N. S.). T. XLV, p. 347.
Deville. — Préparation de l'aluminium. — *Annales de ch. et de phys.* (N. S.) T. XLIII, p. 33, et t. XLVI, p. 415.
Davy. — Préservation du doublage des vaisseaux. — *Annales de ch. et de phys.* T. XXVI, p. 84, et t. XXIX, p. 187.
Van-Beck. — Préservation du fer. — *Idem.* T. LXIV, p. 225.
Munck. — *Idem.* (*Bibl. univ.*). T. XXIII, p. 188.
Schoenbein. — *Idem.* (*Bibl. univ.*) (1840). T. XIII, p. 164.
De la Rive. — Nouveau procédé de dorage. — *Annales de ch. et de phys.* T. LXXIII, p. 398, et *Bibl. univ.* (1840). T. XIII. — *Arch. de l'électricité.* T. I, p. 615.
Elkington. — Procédés de dorage. — *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. du 29 novembre 1841*, et *Arch. de l'électricité.* T. II, p. 111.
Ruolz. — Dorage et application des métaux. — *Idem.*
Berthier. — Couleur de l'or. — *Annales de ch. et de phys.* T. LIX, p. 337.
Oersted. — Essai des métaux par voie électro-chimique. — *Idem.* T. XXXIX, p. 274.
Jacobi. — Application de l'électro-métallurgie aux arts, et instruction pour la galvanoplastie. — *Arch. de l'électricité.* T. II, p. 452, t. IV, p. 501, et t. V, p. 184.
Spencer. — Gravure des plaques de cuivre. — *Bibl. univ.* (1843). T. XXIII, p. 417.
Kobell. — Galvanographie. — *Bibl. univ.* (1845). T. XXX, p. 212, et *Arch. de l'électricité.* T. IV, p. 584.
Grove. — Gravure voltaïque des plaques daguerriennes. — *Arch. de l'électricité.* T. II, p. 457.
Becquerel. — Traitement des minerais par voie électro-chimique. — Dorage et application des métaux. — Application des oxydes. — Coloration des métaux. — *Annales de ch. et de phys.*, et *Arch. de l'électricité, passim.* — *Traité d'électricité et de magnétisme.* T. II (1855).
Fizeau. — Gravure électro-photographique. — *Arch. de l'électricité.* T. IV, p. 498.