

rectangulaire formée de deux parties B, E, qui peuvent glisser l'une dans l'autre. A la face antérieure est fixé le tube T qui porte l'objectif; dans la face postérieure EE' est enchâssée une glace dépolie, sur laquelle viennent se peindre les images renversées des objets placés en face de l'objectif (530, 1°). Pour amener la glace au foyer conjugué de l'objet par rapport à la lentille, le photographe se place derrière cette glace, et la fait avancer ou reculer jusqu'à ce que l'image paraisse nette; il achève de *mettre au point*, en imprimant, au tube qui porte l'objectif T, de petits déplacements à l'aide de la vis Y.

La marche des rayons lumineux est indiquée dans la figure 409, qui représente la coupe d'une chambre noire : l'objet lumineux AB est

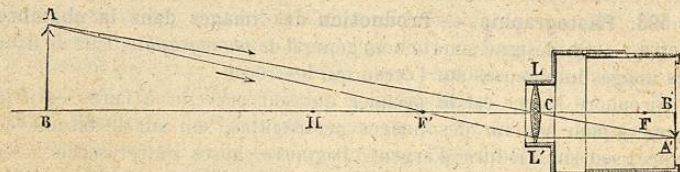


Fig. 409.

placé à une distance supérieure au double de la distance focale principale CH de la lentille LL' : l'image A'B' se fait alors entre le foyer F et le point dont la distance à l'objectif serait double de CF (*).

Il est clair qu'un même point de l'image reçoit, toutes choses égales d'ailleurs, une quantité de lumière d'autant plus grande que la lentille offre une plus grande surface : en d'autres termes, l'image A'B' est d'autant plus vive que le diamètre de l'objectif est plus considérable.

594. Photographie sur plaque, ou Daguerriotypie. — L'image peut être fixée sur une plaque de cuivre argenté, en suivant le procédé qui a conservé le nom de *daguerriotypie*.

Après avoir soigneusement poli la couche d'argent, on la *sensibilise*, en l'exposant, dans un laboratoire obscur, à la vapeur d'iode et à la vapeur du bromure de chaux. La plaque se couvre d'une pellicule d'iode et de bromure d'argent, substances qui sont décomposables par la lumière. — On substitue alors cette plaque à la glace dépolie EE' de la chambre noire (fig. 408), en ayant soin de la garantir de la lumière pendant le transport. Sous l'influence des rayons lumineux qui forment l'image et qui viennent frapper la couche sensible, l'iode et le bromure d'argent éprouvent une décomposition partielle, qui met de l'argent en liberté; mais cette décomposition est généralement trop incom-

(*) Généralement l'objectif photographique est constitué par un système de deux lentilles achromatiques : chacune d'elles consiste en un ménisque convergent de crown, combiné avec un ménisque divergent de flint. Le plus souvent, les deux points nodaux de cet objectif composé se confondent avec le centre optique du système.

plète pour laisser une trace appréciable à l'œil : c'est ce qu'on nomme une image *latente*.

On rapporte la plaque dans le laboratoire, et on l'expose à la vapeur de mercure; sur tous les points de la plaque où se trouve de l'argent métallique, la vapeur de mercure se fixe, en gouttelettes imperceptibles, qui produisent une sorte de buée, d'un blanc mat. On voit alors *apparaître* l'image : les clairs s'y détachent en blanc sur les parties ombrées, qui conservent l'aspect miroitant de l'iodure d'argent. — Mais cette image s'effacerait, si on la transportait au jour, parce que l'iodure restant se décomposerait à son tour. Pour *fixer* l'image, on lave la plaque dans une solution d'hyposulfite de soude, qui dissout le bromure et l'iodure d'argent. — Enfin, pour donner à l'image plus de solidité, et en modifier la teinte, on la revêt d'une pellicule d'or métallique, en répandant, sur la plaque légèrement chauffée, une solution de chlorure d'or et d'hyposulfite de soude. — Il ne reste plus qu'à laver à l'eau distillée, et à sécher.

595. Production des clichés. — A l'époque même où Niepce et Daguerre terminaient leurs recherches, Fox Talbot faisait connaître, en Angleterre, un procédé qui doit être considéré comme l'origine de tous les progrès actuels de la photographie. L'idée fondamentale de ce procédé consiste à préparer d'abord un *cliché*, au moyen duquel on obtiendra ensuite des épreuves de l'image, en nombre aussi grand qu'on voudra. — Le cliché se fait le plus ordinairement *sur verre*, comme nous allons l'indiquer.

Pour les portraits, et en général pour les opérations qui peuvent se faire à proximité du laboratoire, on peut employer le *collodion humide* (solution de coton-poudre dans un mélange d'alcool et d'éther). — Après avoir nettoyé avec soin la plaque de verre, on verse, sur sa surface, du collodion contenant des proportions déterminées de certains bromures et iodures solubles; le liquide, en s'écoulant, laisse sur le verre une mince couche adhérente, qui se prend très vite en une pellicule consistante, en raison de la grande volatilité de l'éther. On plonge ensuite la plaque, pendant quelques minutes, dans une cuvette contenant une solution d'azotate d'argent; cette opération, qui doit être faite à l'abri de la lumière, transforme en iode et en bromure d'argent les iodures et bromures employés; enfin, on transporte la plaque dans l'appareil, à la place de la glace dépolie EE' (fig. 408). — Lorsqu'elle a reçu l'impression de la lumière, on la reporte dans le laboratoire obscur, et l'on fait *apparaître* l'image, en versant rapidement sur toute la surface de la plaque, soit une solution de sulfate de protoxyde de fer, soit une solution d'acide pyrogallique; ces corps ont la propriété de *continuer la réduction* du bromure et de l'iodure d'argent, aux points qui ont été impressionnés par la lumière. — Enfin, on *fixe* l'image, c'est-à-dire qu'on enlève l'iodure et le bromure d'argent non

altérés, au moyen d'une solution d'hyposulfite de soude; on lave à l'eau pure, et on laisse sécher.

Pour les paysages, et en général pour la reproduction des objets situés loin du laboratoire, on a longtemps employé l'un des nombreux procédés dits *au collodion sec*, qui permettent de préparer les plaques de verre longtemps avant de s'en servir, et de ne développer les images que plusieurs jours après la pose dans la chambre noire. — Depuis quelques années, on substitue généralement à ces procédés les procédés dits aux *gélalino-bromures*, qui ont l'avantage de permettre de diminuer le temps de pose, jusqu'à donner des images presque *instantanées*.

Le cliché constitue une image inverse, ou *negative*, puisque, sur les parties de la plaque qui ont été éclairées, la réduction des sels d'argent a donné naissance à un dépôt noir pulvérulent, tandis que les parties non éclairées ont repris, après le fixage, la transparence du verre. — Il nous reste à indiquer comment ce *cliché négatif* peut servir à tirer des *épreuves positives*.

596. Épreuves positives au sels d'argent. — Le procédé le plus fréquemment employé est celui qu'avait indiqué Talbot, sauf quelques modifications de détail. — Il consiste à exposer à la lumière, derrière le cliché et en contact avec lui, une feuille de papier, *sensibilisée* au chlorure d'argent. Les rayons lumineux, passant à travers les parties transparentes du cliché, noircissent la couche sensible du papier, dans les parties correspondantes : les parties noires du cliché, en arrêtant la lumière, conservent au papier sa blancheur, dans les points qui leur correspondent. On obtient donc sur le papier une image *positive*, et cette opération peut être répétée indéfiniment, puisqu'elle ne fait subir au cliché aucune altération.

Quant aux détails de l'opération, voici, en peu de mots, en quoi ils consistent. — Le papier est d'abord couvert, sur l'une de ses faces, d'une couche d'albumine contenant du chlorure de sodium. Après avoir laissé sécher la feuille, on l'étend, par la même face, sur une solution d'azotate d'argent, qui transforme le chlorure de sodium en chlorure d'argent, et l'on fait sécher. — Pour obtenir une épreuve, on place la feuille de papier, sous le cliché, dans un cadre qui les maintient l'un et l'autre dans une position fixe : on expose ce cadre à la lumière et l'on arrête l'opération lorsque la teinte paraît suffisante. — On enlève du cadre la feuille de papier, on fait *viver* la teinte dans une solution de chlorure d'or, et on la *fixe* à l'hyposulfite de soude, qui dissout les sels non attaqués par la lumière. Enfin, on lave l'épreuve, pendant plusieurs heures, avec de l'eau fréquemment renouvelée.

597. Épreuves au charbon. — Quels que soient les perfectionnements apportés à la préparation des épreuves aux sels d'argent, il paraît à peu près impossible de leur assurer une conservation indéfinie. On doit à M. Poitevin la première réalisation de procédés permettant le tirage des épreuves soit au

charbon, soit aux encres grasses d'imprimerie, qui sont douées d'une inaltérabilité absolue.

Pour le tirage des épreuves dites *au charbon*, on expose à la lumière, derrière le cliché, une feuille de papier couverte d'une couche de gélatine, imprégnée de bichromate de potasse mélangé avec du charbon réduit en poudre impalpable. — La gélatine bichromatée et sèche acquiert, sous l'influence de la lumière, la propriété d'être plus ou moins insoluble dans l'eau chaude, selon que l'action des rayons lumineux a été plus ou moins intense. Il suffira donc, après une pose de quelques secondes, de plonger la feuille de papier dans un bain d'eau à une température convenable : c'est seulement aux points du papier qui auront été préservés de l'action de la lumière par les parties noires du cliché, que l'on verra la gélatine se dissoudre, en entraînant avec elle le charbon qui y avait été incorporé (*).

598. Photoglyptie. — Le procédé que nous venons d'indiquer a conduit M. Woodbury, en Angleterre, à une modification remarquable, désignée en France sous le nom de *photoglyptie*, et qui permet de tirer, à la presse, un nombre quelconque d'épreuves *au charbon*, sans faire intervenir à chaque fois l'action de la lumière.

Ce procédé est fondé sur cette remarque, que la couche de gélatine bichromatée, qui contient l'image obtenue comme il a été dit, présente, après le développement, des *épaisseurs variables* en ses différents points. Or, si l'on prépare, avec toutes les précautions convenables, une feuille de gélatine, isolée de tout support, séchée avec soin, et portant l'image en relief, il suffit de la comprimer fortement, à l'aide d'une presse hydraulique, contre une plaque de plomb (ou d'un alliage de plomb et d'antimoine), pour qu'elle pénètre dans le métal et donne un moule en creux, d'une grande finesse.

Pour tirer une épreuve, on verse, à la surface du moule, de la gélatine intimement mélangée avec du charbon; on couvre le tout d'une feuille de papier satinée, et l'on comprime légèrement avec une presse ordinaire, pour chasser l'excès de gélatine colorée : la gélatine restante fait prise, et s'attache au papier, avec lequel elle se détache du moule. — On peut ainsi tirer plusieurs centaines d'épreuves dans une journée.

Dans l'un ou l'autre de ces deux procédés, on peut remplacer le charbon par toute autre poudre colorante, et réaliser ainsi les effets de dessins à la sanguine, à la sépia, etc.

599. Tirage des épreuves aux encres grasses. — Photogravure. — La gélatine bichromatée, lorsqu'elle a été exposée à la lumière sous un cliché, possède, outre les propriétés que nous avons indiquées, une autre propriété non moins remarquable. Quand on se contente de la mouiller légèrement, on constate que l'eau pénètre et gonfle les parties qui ont été préservées de l'action de la lumière, et qu'elle laisse sèches les parties qui ont été éclairées. Si maintenant on passe sur la surface un rouleau chargé d'encre lithographique, ou *encre grasse*, l'encre prend exclusivement sur les parties restées

(*) L'immersion de la feuille dans l'eau a toujours pour premier effet de détacher du papier la pellicule de gélatine : il est donc nécessaire, avant le développement de l'image par l'eau chaude, de plonger l'épreuve dans un bain d'eau froide, où l'on aura disposé à l'avance, soit une autre feuille de papier, soit une lame de verre, sur laquelle on appliquera la feuille impressionnée, par le côté gélatiné, et qui servira de *support* à la pellicule. C'est seulement après cette opération préliminaire, qu'on introduit le tout dans un bain d'eau chaude : on enlève la feuille de papier primitive, et l'on prolonge l'action de l'eau jusqu'à ce que l'on ne voie plus se dégager de l'image aucune parcelle de matière colorante.

sèches. — Une couche de gélatine bichromatée, déposée sur une pierre bien lisse, et soumise aux opérations que nous venons de décrire, présente donc les propriétés d'une véritable surface lithographique, au moyen de laquelle on pourra tirer des épreuves à l'encre grasse, sur papier ordinaire, avec une presse semblable à la presse lithographique.

Enfin, la photographie permet aussi d'obtenir des planches de *cuivre*, pouvant servir au tirage comme les planches gravées en taille-douce. — La première partie de l'opération est absolument semblable à celle de la photoglyptie, c'est-à-dire qu'on prend, sur une lame de plomb, une empreinte de la gélatine bichromatée qui porte l'image en relief. Mais, comme la feuille de plomb n'offrirait pas une dureté suffisante pour résister à l'action de la presse qui doit servir au tirage, on en fait un moulage et un contre-moulage en cuivre, par la galvanoplastie : c'est la planche de cuivre ainsi obtenue qui sert au tirage à l'encre grasse. — On arrive à produire ainsi des gravures dont la finesse dépasse ce que pourrait réaliser l'artiste le plus habile, et qui ont l'avantage de reproduire le modèle avec une fidélité que la main de l'homme ne pourrait atteindre (*).

(*) Dans certains autres procédés de gravure photographique, au lieu d'opérer par moulage, on fait usage de planches métalliques couvertes d'un enduit qui sera impressionné par la lumière, de manière à ne permettre ensuite la morsure aux acides qu'en certains points, à l'exclusion des autres. On obtient ainsi des gravures en creux ou en relief, sur plaque d'acier, de bronze, de cuivre ou de zinc, avec une rapidité et économie supérieures à ce que donnerait la galvanoplastie.

APPENDICE AU LIVRE IV

PROPAGATION DE LA CHALEUR

CHAPITRE PREMIER

CHALEUR RAYONNANTE

I. — PROPAGATION DE LA CHALEUR PAR RAYONNEMENT

600. Rayonnement. — La chaleur peut franchir des espaces plus ou moins considérables, sans échauffer sensiblement les corps qu'elle rencontre. Ce mode de propagation de la chaleur qui offre, avec la propagation de la lumière, les analogies les plus intimes, a reçu le nom de *rayonnement*, ou de *chaleur rayonnante*.

La chaleur qui nous arrive du Soleil, avec sa lumière, ne nous parvient qu'après avoir franchi les espaces célestes, où n'existe aucune matière pondérable : elle a donc traversé *le vide*.

La chaleur émise par des corps qui ne sont pas lumineux traverse également *le vide*. — Pour le démontrer, il suffit de répéter l'expérience suivante, qui est due à Rumford. Un thermomètre *t* (fig. 410) est soudé dans la paroi d'un ballon de verre, de manière que son réservoir B soit à peu près au centre du ballon. On a préalablement fait un vide aussi parfait que possible dans le ballon, au moyen d'une machine de Geissler (171), et on l'a ensuite fermé à la lampe. Quand on plonge ce ballon dans une cuve contenant de l'eau chaude (fig. 410), on voit le thermomètre accuser *instantanément* une élévation de température.

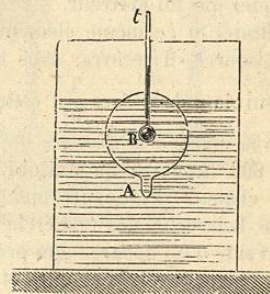


Fig 410.

Enfin, la chaleur traverse certains corps sans les échauffer sensiblement. — Prevost, de Genève, a montré que la chaleur émise par un boulet rouge peut impressionner un thermomètre, placé de l'autre côté d'une nappe d'eau tombant d'un réservoir. — Avec les rayons solaires, rendus convergents